

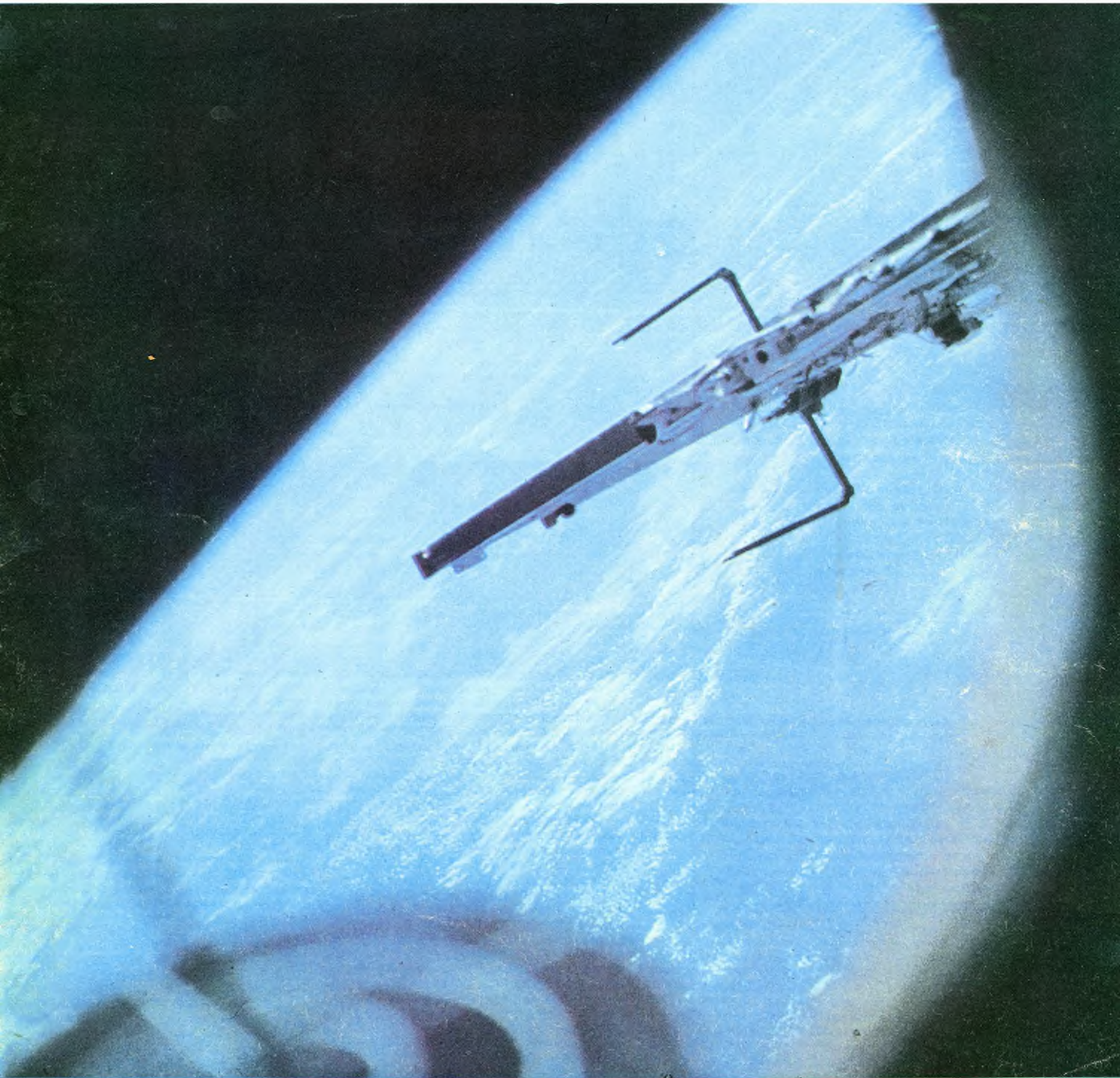


Ежемесячный
научно-
популярный
и научно-
художественный
журнал
для молодежи

Орган
ордена Ленина
Всесоюзного
общества
«Знание»

Февраль
52-й год издания

ЗНАНИЕ СИЛА 2'77



Таким увидели с борта космического корабля «Союз-22» дневной горизонт Земли космонавты В. Быковский и В. Аксенов. Это один из 2500 снимков нашей планеты, сделанных космическими фотоаппаратами с помощью

специальной многозональной аппаратуры. А разработали и изготовили космический фотоаппарат рабочие и инженеры народного предприятия ГДР «Карл Цейс Йена». О целях и результатах эксперимента на «Союзе-22» вы прочтете в статье Ю. Колесова «Радуга» над планетой».



Р. ЧЕРНОВ

ТРАКТОР: НОВЫЕ скорости, НОВЫЕ проблемы

В соответствии с аграрной политикой партии проект пятилетки предусматривает дальнейшее упрочение материально-технической базы сельского хозяйства. На его нужды будет выделено более 170 миллиардов рублей. Это огромная сумма...
...Сельское хозяйство получит свыше 466 миллионов тонн удобрений и химических кормовых добавок, десятки тысяч машин и механизмов общей стоимостью 42 миллиарда рублей.

Из речи товарища
Л. И. Брежнева на Пленуме
ЦК КПСС 25 октября
1976 года.

Привести в действие все имеющиеся резервы и возможности для ускорения научно-технического прогресса, более широкого использования передового опыта, роста производительности труда, увеличения выпуска и улучшения ассортимента и качества продукции, расширения производства товаров народного потребления.

Из Постановления Пленума
ЦК КПСС, октябрь, 1976 год.

Трактор стоял у края поля; тракторист, распахнув дверцу, поставив ногу на гусеницу, курил. Лицо его было сердитым. Совхозный бригадир посмотрел на работника института.

— Вы ему сами скажите. Он обижается...

— Конечно, обижаюсь, — сказал тракторист. — То на одном тракторе работай, то на другом...

— Но это же исследования. Машина опытная — макет, — сказал инженер. — Надо сравнить перспективную технику с серийной, выявить достоинства и недостатки новых машин. Успех дела зависит и от вас, понимаете?

— Чего тут не понять, — тракторист прыгнул на рыхлую землю. — Но мне нравится работать на этой машине. Она быстро идет, дает высокую производительность.

— Лестная оценка, спасибо. Вот подождите, закончим исследования, докажем преимущества новой техники, и все тракторные заводы будут работать над созданием скоростных тракторов.

Такие разговоры происходили неоднократно в разных местах страны: Сибири, на Кубани, Украине, в Белоруссии, Ростовской области, Казахстане. Лаборатория повышения рабочих скоростей машинно-тракторных агрегатов Всесоюзного научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (ВИМ) совместно с другими ведущими институтами и организациями вела исследования в разных зонах страны. Трактористам нравилось работать на экспериментальных машинах, им легче и быстрее удавалось справляться с производственными заданиями. Расставались с этой техникой неохотно, приходилось объяснять, что по всей стране идет огромная работа — теоретическая, экспериментальная, с участием множества научно-исследовательских институтов, заводов, конструкторских бюро — по созданию высокоскоростной сельскохозяйственной техники.

Тысячи лет единственным «двигателем» сельских машин и орудий были лошади,

буйвол. И техника разрабатывалась в применении именно к этому «энергетическому источнику». Но вот появился трактор. Его скорости в течение многих десятилетий оставались «лошадиными» — 3—5 километров в час. И когда встала задача решительным образом интенсифицировать сельскохозяйственное производство, конструкторы столкнулись с серьезными трудностями.

Сначала путь был такой — увеличивать ширину захвата сельскохозяйственных орудий. Ясно: чем шире орудие, тем больший участок поля сможет оно обработать. Но тут есть свои пределы. Чем шире агрегат, тем хуже его маневренность. Широкозахватные орудия требуют больших радиусов поворота, приходится тратить больше времени на засыпку семян, обслуживание, другие операции. Да ведь и не во всех случаях можно применять широкозахватные агрегаты. Ученые и инженеры подумали об ином — повышении скорости.

Мысль эта, правда, не была совершенной новинкой. Еще несколько десятков лет назад знаменитый наш ученый, основатель отечественной школы земледельческой механики академик Василий Прохорович Горячкин писал: «...Представляется заманчивым пользоваться большими скоростями. Применяя большие рабочие скорости, можно ожидать:

- 1) увеличения производительности,
- 2) улучшения качества работ,
- 3) легкость конструкции,
- 4) равномерности движения».

Написано осторожно: «представляется заманчивым». Основания для подобной осторожности были — академик ведь четко представлял, сколь трудна задача повышения скоростей. Масштаб последующих научных исследований и конструкторских разработок в этом направлении был огромен.

Внедрение итогов научного поиска в промышленность шло в три этапа. Результат первого — тракторы повысили скорость до 5—9 километров в час. Это бы-

рассказ, именно на такой машине и работал. Это были тракторы-макеты. Под словом «макет» мы привыкли понимать маленькую неподвижную копию, но эти машины, внешне походя на обычные тракторы, были много мощней. Они работали в Сибири, на Кубани, других местах.

И вот результат: тяговый коэффициент полезного действия с увеличением скорости не уменьшается, если правильно выбрать соотношение мощности и веса — энергонасыщенность. Это была главная предпосылка. Ученые исследовали, как машина разгоняется на повышенной скорости, как управляется, маневрирует, расходует топливо, как влияет повышение скорости на условия труда. А поскольку трактор сам ничего не обрабатывает, а только приводит в действие плуг, культиватор, борону, сеялку и так далее, делались экспериментальные макетные образцы и этих орудий, изучалась их работа.

Но удачный опыт — одно, а перестройка почти всей техники сельского хозяйства — совсем другое. Крупнейший специалист в области механизации сельского хозяйства академик Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина (ВАСХНИЛ) Василий Николаевич Болтинский осуществлял общее научное руководство работой по проблеме. Он разработал схему, определяющую основные направления и задачи исследовательских работ. Схема была построена по принципу, если можно так выразиться, «от противного». Повышение скорости — это хорошо, в первую очередь следует обратить внимание на факторы, так сказать, противодействующие. Нельзя допустить, чтобы

ухудшались агротехнические показатели;
увеличивались затраты энергии;
ухудшались условия работы на машинах;
уменьшалась надежность машин.

Не надо быть особо сведущим в технике, чтобы понять — нужно перестраивать все тракторное и сельскохозяйственное машиностроение, поднять его сразу на несколько ступеней. Иначе не учесть все эти требования. Взглянем, что же было сделано по каждому из них.

Первое — агротехника. Опыты показали, что существующие конструкции многих сельскохозяйственных машин и орудий для работы на скоростях 9—15 км/час непригодны. Соппротивление плугам и культиваторам повышается довольно значительно. Плуг во время работы должен укрывать землей остатки растений. На повышенных скоростях обычному плугу это удастся плохо. Зато усиливается распыление почвы, нарушается ее структура. Обычные бороны в таких условиях тоже работают неважно: зубья борон ударяются о неровности почвы с большей, чем обычно, силой, бороны скачут, переворачиваются. При культивации рабочие органы культиватора выбрасывают почву, присыпая культурные растения. Обычные сеялки на повышенных скоростях распределяют семена неравномерно, заглубляют их в землю не на ту величину, которая нужна. Короче говоря, конструкции многих сельскохозяйственных машин не годились для перехода на повышенные скорости. Требуется определить, какие скорости наилучшим образом подходят для каждого рода работ, и на этой основе усовершенствовать машины.

Возросли и требования к качеству обработки поля. Плохая пахота, неровности земли, которые прежде почти не отражались на работе трактора, теперь приводили к неравномерной глубине обработки при бороновании, культивации, посеве. И это тоже требовалось учесть при кон-

струировании новых сельскохозяйственных машин.

Павел Николаевич Бурченко, заведующий лабораторией механизации обработки почвы в ВИМе, кандидат технических наук, открывает дверь, возле которой табличка «Почвенный канал». Посреди большого помещения действительно шел канал, заполненный землей, а над ним нависал плуг со множеством датчиков. Но Павел Николаевич подвел меня не к этому плугу, а к двум другим, что стоят сбоку, на стеллаже.

— Левый — старый, — сказал Павел Николаевич, — для работы на низких скоростях. Правый — скоростной.

Правый был меньше по размерам, угол между лемехом и предполагаемой осью движения тоже был меньше. Плуг с такой геометрией меньше отбрасывает почву на повышенных скоростях, и ее сопротивление не увеличивается от того, что машина движется быстрее. Но качество вспашки не страдает. Эрозия, распыление почвы при таком плуге нисколько не увеличивается, даже уменьшается. Если учесть, что пахота — самая энергоемкая операция во всем сельскохозяйственном производстве (на нее расходуется около 15 процентов добываемой в СССР нефти, объем пахотных работ составляет примерно 30—40 процентов всех сельскохозяйственных работ, выполняемых тракторами), то ясно станет, сколь большое значение имеет эта конструкция. Плуг внедрен очень широко, с ним работают скоростные трактора.

Другая работа отдела — комбинированный агрегат для предпосевной обработки почвы. Он за один проход по полю делает сразу четыре операции: рыхление, дробление комков, выравнивание и прикатывание. Впереди идут лапы культиватора, которые рыхлят почву. Если какая-нибудь глыба земли остается нераздробленной, то она попадает под идущие следом катки. Если и при этом она не дробится, а только вдавливаются в почву, то еще один ряд лап дробит ее обязательно. Поле теперь ровное, прикатанное; машины, идущие по нему на большой скорости, испытывают гораздо меньше толчков и вибраций. Эта конструкция уже внедряется и будет особенно полезна в Нечерноземной зоне.

Обрабатывая междурядья свекловичного поля на малых скоростях, тракторист успевает заметить, что машина его отклонилась в сторону от ряда растений, ровно за секунду. И в следующую секунду выправит курс. За то же время на большой скорости лапы культиватора могут повредить много растений. Отклонения свеклоуборочной машины должны исчисляться в миллиметрах, иначе выкапывающая вилка пройдет мимо свеклы. И чем выше скорость, тем больше корней останется в земле. Нужна автоматизация, за нее взялись Днепропетровский комбайновый завод, Кировоградский институт сельскохозяйственного машиностроения, Украинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (УкрНИИСХ), другие организации.

Свеклоуборочные комбайны снабдили шупами, которые идут вдоль ряда свеклы. Если машина чуть-чуть отклонилась в сторону, шупы подают команду на гидромеханическое устройство, и рама с рабочими органами принимает нужное положение.

А потом свеклоуборочные комбайны освободили от тягача, сделали самоходными. Днепропетровский и Тернопольский и другие заводы начали в последние годы выпускать серийно шестирядные скоростные машины «КС-6» и «РКС-6». Они дали возможность увеличить производительность свеклоуборочных работ.

Описание всех новшеств поневоле носит обрывочный, фрагментарный характер. Не-

удивительно: сколько страниц, например, понадобится, чтобы написать обо всем, что было связано в авиации с переходом от поршневого тяги к реактивной? В данном случае в сельскохозяйственном машиностроении произошли изменения не меньшего масштаба. Стало быть, есть возможность лишь обозначить отдельные направления.

Волгоградский тракторный завод совсем недавно создал первую в мире модель сельскохозяйственного гусеничного трактора с гидромеханической трансмиссией. Мощность от двигателя на гусеницу передается с помощью бесступенчатого гидравлического устройства — гидротрансформатора. Оно автоматически — в зависимости от нагрузки машины — выбирает скорость, сохраняя постоянным наиболее выгодный режим работы двигателя. Трактор тратит меньше времени на разгон и маневрирование. От этого и тракторист устает меньше, и производительность всегда наибольшая.

Обширны были исследования условий труда на повышенных скоростях. В них принимали участие ВИМ, Саратовский институт сельской гигиены, Московский научно-исследовательский институт гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана, тракторные заводы и множество других организаций. Поэтому, когда начался выпуск скоростных машин, их оснастили рядом новшеств, улучшающих условия труда. Упругая подвеска тракторных сидений позволила снизить уровень колебаний, в кабинах — системы отопления и вентиляции, звукопоглощающая облицовка.

Новые скорости предъявили новые требования к надежности машин. Повышен и срок их работы, множество конструктивных новшеств внесено в сельскохозяйственные орудия.

Но не только институты и заводы должны были совершенно по-новому подойти к решению технических проблем, а и вся служба эксплуатации и ремонта сельскохозяйственной техники. Ведь новые машины гораздо производительнее старых, значит, чаще повторяются и занимают относительно больше времени повороты, заправка, загрузка, выгрузка, очистка рабочих органов и прочие операции. Каждая минута простоя влечет относительно большую потерю производительности, чем прежде. Из всего этого вытекает, что и организация использования машин должна подняться на новый уровень, быть более четкой, слаженной. Над этим много потрудились, разрабатывая рекомендации, научно-исследовательские институты. И для механизаторов, инженеров сельскохозяйственного производства здесь — огромное поле деятельности.

В тракторном и сельскохозяйственном машиностроении в последние годы происходят коренные изменения. Группа ученых и инженеров, которая долгие годы занималась теоретическими и практическими изысканиями в области повышения скоростей машинно-тракторных агрегатов, удостоена в 1976 году Государственной премии СССР. Среди них — академик В. Болтинский, заведующий лабораторией ВИМа А. Поляк, многие другие.

И за рубежом начинают перенимать наш опыт. Повышение рабочих скоростей до 9—15 километров в час принято как основа в международной системе машин СЭВ. Советские специалисты, побывавшие в США, говорят, что и там заметной стала тенденция к повышению рабочих скоростей тракторов. Если несколько лет назад для американских тракторов самыми характерными были рабочие скорости 5—6 километров в час, то теперь — 8—10, а в ближайшее время они увеличатся до 12—15 километров в час. Американские специалисты прямо говорили советским: «Многое взято из ваших работ».



ИНФОРМАЦИЯ ИСПЫТАНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

На страницах 3, 4, 26, 31 читайте:

Самоход спускается под землю

Странное озеро Сарез

Сдуть яблочко

Зажечь нарисованный камин

Почувствовать магнитную бурю.

Сегодня материалы подготовили:

С. Жемайтис, Л. Жукова, В. Карминский,
Л. Родзинский, Э. Соркин.



Самоход спускается под землю

Чтобы подвести к дому, цеху завода коммуникации, обычно роют траншеи. Дело это трудное и дорогое: на пути траншеи встречаются железные дороги, шоссе, всевозможные постройки. И траншея, извиваясь как змея, огибает дома, вспарывает шоссе...

А нельзя ли в таких случаях обойтись без траншей? — над такой проблемой работает отдел бестраншейной прокладки коммуникаций треста «Киевортехстрой».

Дно котлована наполнено приглушенным гудом работающих механизмов. Бросается в глаза здоровенная труба, уложенная горизонтально в направлении к железнодорожному полотну. По обе стороны от нее — лебедки. И еще какая-то машина позади, тоже чем-то напоминающая лебедку. На хвостовой ее части вровень с дном заметен совок,

удивительно смахивающий на тот, которым дворники собирают мусор.

Труба слегка вибрирует. И очень медленно, но безостановочно скользит по направляющим, погружаясь в толщу земли. Непрерывно! Вот что меня поразило с первого взгляда! Конечно, движется она не сама по себе, а с помощью лебедок, связанных с ней системой блоков и тросов. Периодически в ее чреве скрывается совок, чтобы через пару минут вернуться уже заполненным грунтом.

«Я с любопытством всматриваюсь в темень трубопровода. Откуда-то из его глубин доносится странный шелестящий шорох, прерываемый резко диссонирующим скрежетом. Спустившийся вслед за мной оператор-машинист Олег Шитиков успокаивающе улыбается: ничего страшного, просто камень на зубок попал. Главное, — продолжает он, — теперь на том конце больше нет и не будет человека, его заменил механизм. Неожиданно нашу беседу прерывает сигнал подоспевшего самосвала. Оператор поспешно поднимается к своей будке, наверх, откуда он управляет скреперным подъемником, загружающим автомобиль. А я тем временем продолжаю наблюдать за происходящим. В памяти всплывает история, предшествующая этому изобретению, рассказанная Ильей Наумовичем Граммом, начальником отдела бестраншейной прокладки коммуникаций треста «Киевортехстрой».

Еще довоенные писатели-фантасты вооружили своих героев — путешественников в глубинах земной коры — машиной, схема перемещения которой была «взята на прокат» у обычного крота, который, как известно, большую часть жизни проводит под землей. Но такая машина оказалась сложной, малоэффективной.

А строителям требовалось устройство достаточно неприхотливое и одновременно не слишком сложное в эксплуатации. Илья Наумович и его сотрудники такой механизм нашли. Разработали его конструкцию и неустанно совершенствуют ее. Рабочий орган машины отдаленно напоминает пропеллер поршневого самолета. А по назначению — фрезу, способную прорезать почти любой грунт. Спасует она разве только перед вечной мерзлотой или твердой скалой. Зато под железной дорогой Житомир — Бердичев, грунты которой буквально лоснились от избытка влаги, новшество это, названное авторами режущей головкой, прошло, как нож по маслу. Интересно, помимо подкопа под железнодорожное полотно, произведенного на глубине в десятки метров, следовало «поднырнуть» еще и под обширный склад. Протяженность подземной трассы составила ни много ни мало почти 100 метров! Только один раз бригаде потребовалось приостановить работу из-за непредвиденного препятствия: режущая головка встретила на 55-метровой отметке своего пути кусок старой трубы.

Направление движения такого аппарата можно изменять в любой точке трассы: многочленистое тело трубы, отдельные участки которой сваривают в исходном котловане, в состоянии огибать даже солидные по размерам препятствия.

Ныне в городах и весях нашей страны уже трудится семейство машин, занятых на бестраншейной прокладке трубопроводов. Новейшие конструкции способны монтировать коллектор весьма солидных диаметров — от 800 до 1400 миллиметров. В недалеком будущем эти пределы будут раздвинуты еще шире. Пролодка станет возможной даже в мерзлых грунтах. И, что, пожалуй, самое интересное, менять направление режущей головки оператор будет дистанционно, не покидая кабины на поверхности земли.

Странное озеро Сарез

Топографическая экспедиция 1910 года зарегистрировала здесь глубокое ущелье, с трех сторон загороженное скалами. По дну его протекал Мургаб. Экспедиция 1911 года обнаружила уже

гигантское озеро, растущее буквально на глазах. Первоначальная глубина — 200 метров — увеличивалась с годами до 300, 400, 500 метров. Измерения последних лет показали: уровень воды остановился на отметке 500—505 метров.

Загадкой было внезапное рождение этого озера в горах Памира, загадкой — его сказочный рост и неожиданная остановка, загадкой — его дальнейшая судьба.

Первую и вторую загадки отгадать было сравнительно несложно.

В 1911 году в этих местах произошло сильное, девятибалльное землетрясение. Обрушенная громада скал загородила реку единственный выход из ущелья, выросла природная плотина — Усойский завал.

Плененная река собралась в озеро, но воды ее медленно точили Усой и наконец пробились через его поры ручейками. Слившись за Усом, они снова потекли дальше, в долину, рекой. В отличие от попавшей в капкан реки Мургаб назвали ее уже «Бартанг».

Но высокогорное озеро полукилометровой глубины внушало опасения. В этом районе часты землетрясения, с гор спускаются грязекаменные потоки — сели, снежные лавины. Не прорвется ли природная усойская плотина, не выплеснется ли озеро Сарез из своих берегов?

Ответили на этот вопрос инженеры-гидрологи Всесоюзного государственного института гидрогеологии и инженерной геологии Министерства геологии СССР и управления геологии Таджикской ССР.

Экспедиция лета 1975 года (научный руководитель — кандидат геолого-минералогических наук А. И. Шеко) провела тщательное исследование Сареза и Усойского завала.

Экспедиция доказала: состояние озера Сарез не внушает опасений. Уязвимыми можно считать сам Усойский завал и прибрежную скалу, изрезанную глубокими тектоническими складками. Не сползет ли она в озеро в случае землетрясения и не выплеснет ли его из каменной чаши?

Для устранения этой угрозы Союзводпроект сейчас готовит проект спуска части вод из Сареза по трубам для орошения хлопковых полей.

Многоводное Сарезское озеро — природное хранилище чистой пресной воды. Его нужно беречь. И гидрогеологи собираются в путь.

Новая экспедиция использует короткое горное лето 1976 года для детального изучения берегов Сареза и Усойского завала.



Ю. КОЛЕСОВ

«Радуга» над планетой

Сдутъ яблочко

Если из яблок нужно сварить варенье, джем или выжать сок, то лучше всего их не срывать с дерева, а просто стряхивать...

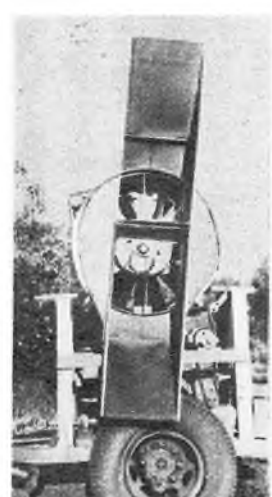
Хорошо в маленьком саду: потряс дерево — и яблочки на земле. А в больших колхозных садах, где тысячи, десятки тысяч яблонь? Здесь уже нужна особая техника.

Исследователи Саратовского института механизации сельского хозяйства имени М. И. Калинина создали оригинальную установку: она стряхивает яблоки воздушной струей. Но воздух может и сорвать листья, повредить ветви деревьев. Все дело здесь в силе и направлении воздушного потока.

Эксперименты, проведенные саратовскими учеными, показали, что воздушный поток должен быть особым — пульсирующим. И дуть ветер должен под углом в пятнадцать градусов к вертикальной плоскости ряда деревьев. При этом ветки яблонь начинают раскачиваться не плавно, а резко.

Установка состоит из простого вентилятора. Поток воздуха, идущий от вентилятора, разделяется вращающимся соплом на две струи. Сопло вращается, воздушные струи выводят из равновесия ветви яблонь. Причем частота вращения сопла равна частоте колебаний ветвей дерева! И каждый последующий толчок ветка получает, вернувшись в первоначальное положение. Так стряхнуть яблоки легче всего, да и ветви не ломаются, а энергия воздушного потока расходуеться по назначению.

Есть у новой установки еще одно достоинство: яблоки не отлетают далеко от стволов деревьев, а остаются под ветвями яблонь. За один час новая машина «сдувает» яблоки со ста деревьев.



«Знание — сила»,
февраль,
1977 год

4



Посреди светлого просторного зала возвышалась в человеческий рост густо начиненная приборами стойка. Разноцветные провода тянулись от нее к разложенным на столах панелям со всякой радиомелочью. Конденсаторы и сопротивления, аккуратно смонтированные среди тускло поблескивающих полосок печатного монтажа, ясно указывали на принадлежность всего этого конгломерата к электронике. Но посвященные знали — это фотоаппарат. В контрольно-испытательной станции Института космических исследований АН СССР заканчивалась проверка многозонального космического фотоаппарата, изготовленного знаменитым народным предприятием ГДР «Карл Цейс Йена» по техническому заданию советских специалистов. До старта космического корабля «Союз-22» оставались считанные недели.

Корабль вышел на орбиту 15 сентября. Его командиру Валерию Быковскому и бортинженеру Владимиру Аксенову предстояло испытать аппарат в полете и привезти на Землю кадры, снятые его шестью объективами с разными свето-

фильтрами. Такой набор изображений одних и тех же участков земной поверхности мог рассказать о них гораздо больше, чем обычные цветные или черно-белые фотографии.

В свое время кадры, снятые первыми космонавтами, поражали воображение. Но эмоции, вызванные изобразительным материалом, никак не влияли на его научную ценность, не увеличивают его информативности. На тех космических фотографиях среди лесов и полей нельзя было отличить массивы больных растений от здоровых, а сухую почву от влажной; на них отчетливо различались моря и реки, но отличить чистые воды от загрязненных или найти участки, богатые планктоном, было трудно или совсем невозможно. Снимки, снятые в разных лучах многоцветного спектра, в который разлагается отраженный от Земли солнечный свет, все это могут. И этим определяют ценность проведенного экипажем «Союза-22» эксперимента «Радуга» для науки и народного хозяйства.

На территории СССР и ГДР фотографировалось несколько специально выбранных полигонов. Подробно изученные на-

земными экспедициями, подвергнутые детальной аэрофото съемке, они позволяли по достоинству оценить новую методику исследования природных ресурсов из космоса.

Чтобы иметь возможность исключить потом возникающие в ходе эксперимента атмосферные помехи, одновременно с космической съемкой велось фотографирование тех же участков с меньших высот. Копия нового аппарата была установлена на самолете «АН-30» — летающей лаборатории Института космических исследований. «Дублер» синхронно с космонавтами снимал район Ферганской долины в СССР, а затем перелетел в ГДР.

Многозональным фотоаппаратом Быковский и Аксенов снимали и земной горизонт. Знать положение линии горизонта при различных условиях солнечного освещения нужно космическим навигаторам для точного определения координат корабля относительно Земли. По этим снимкам можно изучать и свойства верхней атмосферы нашей планеты.

Программа полета не исчерпывалась только фотографированием. Космонавты провели и серию биологических экспериментов. Кроме традиционных исследований влияния факторов космического полета на развитие микроорганизмов и низших позвоночных, на изменения генетического аппарата растений, был поставлен новый интересный эксперимент — «Гравитация». В нем сделана первая попытка прорастить семена растений в истинной, стопроцентной невесомости.

Известно, что во время полета космический корабль постоянно испытывает динамические возмущения. Различные маневры, для проведения которых включаются двигатели, даже перемещения космонавтов создают в корабле небольшие ускорения. Казалось бы, такая малость никак не должна влиять на развитие растений.

Однако доказано, что растения чрезвычайно чувствительны к гравитации и «ощущают» тяжесть, составляющую всего лишь тысячные доли обычной земной. Эксперимент «Гравитация» и должен выяснить, может ли растение нормально развиваться в условиях полного отсутствия веса.

Полет завершен. На Землю доставлено около 2500 снимков. С орбиты не было высказано ни одной претензии по поводу аппаратуры, изготовленной немецкими рабочими и инженерами. А специалисты из ГДР, в свою очередь, оценили работу экипажа как отличную.

Расширить изучение природных ресурсов Земли с помощью космических средств — одна из важнейших задач, поставленных XXV съездом КПСС перед советской наукой. Полет «Союза-22» убедительно доказал, что решается она успешно.



Поражает богатство красок и оттенков в космической панораме Земли. Но снимки эти ценны не только эстетически — фотографируя земной горизонт ночью (фото 1) и днем (фото 4), иначе говоря при различных условиях солнечного освещения, космонавты изучают свойства верхних слоев атмосферы.

Фото 2. Бортинженер космического корабля «Союз-22» Владимир Аксенов на связи с Центром управления полетом.

Фото 3. Командир «Союза-22» Валерий Быковский проводит киносъемку через иллюминатор орбитального модуля.

Слайды В. Быковского и В. Аксенова



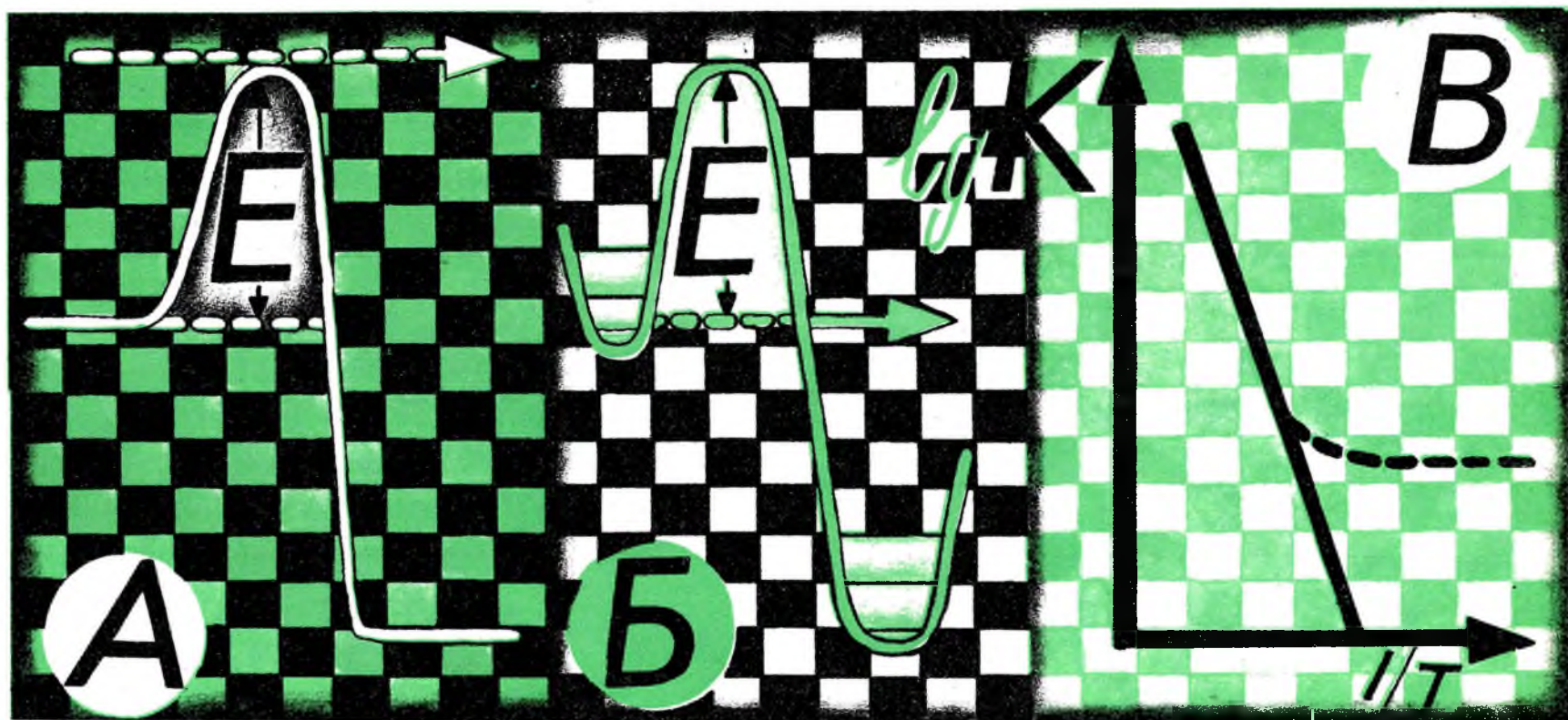
Химия: вопреки привычному



Космический холод — десять градусов по Кельвину. Температура продолжает падать. Четыре градуса — гелий превращается в жидкость, все живое превратилось в лед значительно раньше. Жизнь прекращается, химические процессы, протекающие в природе, замирают. Чтобы они начались, нужно живительное тепло. Вроде бы, с этим спорить невозможно.

Оказывается, не только возможно, но уже получены экспериментальные доказательства протекания химических реакций при температурах, близких к абсолютному нулю. Такие работы проведены в Научно-исследовательском физико-химическом институте имени Л. Я. Карпова и в Институте химической физики АН СССР. Об этом — интервью нашего корреспондента М. Курячей с одним из руководителей проведенных исследований, членом-корреспондентом АН СССР, заведующим сектором строения вещества Института химической физики В. И. ГОЛЬДАНСКИМ

1



— Виталий Иосифович, современная химия, как, впрочем, и многие другие отрасли науки, сделала в последние годы большой шаг вперед в изучении материи. Характерной чертой нынешнего периода, как полагают многие ученые, к числу которых принадлежите и Вы, является «слияние» интересов химии, физики и биологии, их взаимное обогащение идеями, методами и представлениями. Можно ли отнести Ваши последние исследования к числу тех примеров, которые подтверждают справедливость подобных высказываний?

— Несомненно, работы, которые в итоге привели к открытию низкотемпературного предела скорости химических реакций, относятся именно к разряду таких удачных примеров. Однако сначала мне бы хотелось рассказать, почему мы вообще стали заниматься этими исследованиями.

В 1959—1960 годах академик Н. Н. Семенов обратил внимание на интересные перспективы осуществления «энергетических» цепных реакций. Предполагалось, что в таких реакциях каждое новое звено обусловлено не образованием каких-то материальных «звеньев» цепи — атомов, радикалов и тому подобного, а использованием энергии, выделяющейся в предыдущем акте реакции. Николай Николаевич высказал мысль, что такие реакции могли бы наблюдаться на примере радиационной полимеризации (то есть в образовании высокомолекулярных соединений, начинаю-



Фото В. Бреля
Рисунок Т. Перской

Рис. 1. Согласно классической химической кинетике, молекула может вступать в реакцию только через потенциальный барьер, запасшись для этого энергией активации (а). Но оказалось, что молекула может «туннелировать» сквозь барьер, не обладая достаточной для преодоления барьера «через верх» энергией активации (б). В этом случае и наблюдается низкотемпературный предел скорости реакции (в) вместо линейного уменьшения ее до нуля.

щимся под действием ионизирующей радиации) при низких температурах.

Понятие «низкие температуры» довольно условно: в химии температуры ниже 77°K (жидкий азот) принято считать уже низкими или сверхнизкими. Любой мономер, из которого могла бы вырасти полимерная цепочка, при этой температуре оказывается «твердой фазой», проще говоря, замораживается. Отсюда и возник термин «твердофазная полимеризация».

По совету Николая Николаевича наша лаборатория занялась исследованием радиационной полимеризации в твердой фазе. И, как это часто случается в науке, хотя конечные результаты были совсем иными, чем предполагалось, сама область исследования оказалась, как этого и ожидал Н. Н. Семенов, чрезвычайно захватывающей. В конечном счете именно исследования радиационной твердофазной полимеризации привели к открытию низкотемпературного предела скорости химических реакций. Это явление мы трактуем как следствие молекулярного туннелирования — эффекта, присущего лишь квантовой, но не классической химической кинетике.

Теперь — непосредственно о самой работе. Одной из основ химической кинетики является известный закон Аррениуса, определяющий зависимость скорости химической реакции от температуры. Смысл его в том, что молекулы, вступающие в реакцию, должны обладать неким избытком

«Знание — сила»,
февраль,
1977 год

6

энергии по сравнению с остальными. Разность между средними значениями энергии реагирующих и всех исходных молекул называют энергией активации. Иначе ее можно определить как высоту потенциального барьера, который препятствует сближению вступающих в реакцию атомов и молекул. Лишь преодолев его, частицы могут вступить в химическое взаимодействие.

Согласно классическим представлениям химической кинетики скорость всех химических реакций по мере уменьшения температуры должна очень резко снижаться. А вблизи абсолютного нуля химическая активность любого вещества должна вовсе исчезать (молекулы лишаются источника дополнительной энергии, которым является обычно тепловая энергия системы). Закон Аррениуса подтверждался тысячами примеров в широком интервале температур. Чтобы вблизи абсолютного нуля испытала самопроизвольное химическое превращение хотя бы одна молекула, надо, казалось, ждать безмерно долго: даже времени жизни Вселенной — многих миллиардов лет — далеко не достаточно для такого превращения.

Однако проведенные в нашей стране исследования показали, что закон Аррениуса перестает действовать при очень низких температурах. Вместо быстрого убывания скорости реакции до бесконечно малых величин наблюдался низкотемпературный предел скорости реакции. Падение скорости постепенно замедлялось, а затем и вовсе прекращалось: скорость элементарного акта химической реакции становилась независимой от температуры!

Например, время, которое требуется для приращения одного звена цепи в твердофазной полимеризации формальдегида, при 10°K достигает 10^{-2} секунды и далее вообще перестает возрастать. Между тем, экстраполируя значение скорости реакции, полученное при 140°K, к очень низким температурам по закону Аррениуса, можно было ожидать невероятно больших значений: 10^{30} лет при 10°K и 10^{100} лет при 4°K!

— Но это не значит, что вблизи абсолютного нуля просто исчезает потенциальный барьер?

— Нет, это отнюдь не обязательно! Дело в том, что законы квантовой механики допускают вероятность процессов, немислимых с точки зрения классической химической кинетики. По Аррениусу, система может перейти из одного состояния в другое, отделенное от исходного потенциальным энергетическим барьером, только поверх этого барьера, то есть получив дополнительную энергию. Квантовая механика «позволяет» перейти не только поверх барьера, но и сквозь него — посредством туннелирования. Однако это вовсе не значит, что туннельный переход возможен абсолютно для всех химических превращений.

Представьте, что перед вами находится гора и надо попасть на другую ее сторону. Если конечная точка, где вы должны оказаться, будет ниже, чем первоначальная, то туннельный переход возможен, потому что вы осуществляете его с выигрышем энергии. Если же надо оказаться выше, чем вы были, то здесь никакой туннель не поможет. Есть два типа реакций: эндотермические, идущие с поглощением энергии, и экзотермические, в которых энергия выделяется. Так вот, эндотермическая реакция при очень низких температурах абсолютно запрещена. Мы же изучали реакции, относящиеся к классу экзотермических.

— Идея о туннелировании молекул как целого абсолютно новая и даже несколько непривычная. Возникла ли она в начале исследований и служила путеводной нитью или пришла потом, когда нужно было объяснить добытые факты?

— Явление туннелирования впервые было обнаружено в ядерной физике. С помощью теории туннельных переходов квантовая механика объяснила свойства радиоактивного альфа-распада, а позже и спонтанного деления ядер. В этом процессе (как и в альфа-распаде) между двумя одноименно заряженными ядрами возникает потенциальный барьер. Этот барьер препятствует как слиянию ядер в единое целое за счет ядерных сил притяжения (здесь мешает электростатическое отталкивание), так и делению тяжелых ядер на два более легких осколка (а этому препятствуют силы поверхностного натяжения). Однако и тот и другой процессы возможны за счет туннелирования ядер сквозь потенциальный барьер.

«Вторжение» представлений о квантовых туннельных переходах в химическую физику оказалось весьма успешным, однако этому успеху предшествовали длительные и кропотливые исследования. Квантовомеханические законы допускали в принципе возможность туннельного переноса отдельных частиц, например электронов, даже при самых низких температурах. Тем не менее априорно нельзя было утверждать, что вблизи абсолютного нуля могут протекать химические реакции, причем с заметной скоростью. Ответить на этот вопрос могли лишь эксперименты.

Однако когда мы начинали свои опыты по радиационной твердофазной полимеризации при низких температурах, то имели в виду отнюдь не явление туннелирования, а, как я уже говорил, поиски «энергетических» цепных реакций. Именно поэтому объектом исследования мы выбрали реакцию полимеризации.

За последние десять — пятнадцать лет довольно хорошо изучены явления, связанные с низкотемпературным туннелированием электронов. Однако надо подчеркнуть, что перенос электрона от одной частицы к другой вряд ли можно назвать «настоящей» химической реакцией. Химическая реакция обязательно включает в себя перегруппировку атомов или хотя бы изменение длин или углов валентных связей, то есть перемещение атомов в пространстве.

К числу примеров типичных химических реакций в полном смысле этого слова относятся реакции полимеризации. Реакции эти — цепные: после того, как под действием света, радиации или иного фактора, появляется первичный активный центр (этот акт зарождения цепи осуществляется с поглощением энергии), дальше уже спонтанно с выделением энергии происходит процесс роста цепи, завершающийся ее обрывом.

Неудивительно, что низкотемпературная твердофазная полимеризация, особенно радиационная (начинающаяся под действием проникающего излучения), привлекла внимание многих исследователей в разных странах — даже еще до появления гипотезы «энергетического» роста полимерных цепей. Особо важное место среди разных работ по этой проблеме занимают фундаментальные работы доктора химических наук А. Д. Абкина и его сотрудников из Физико-химического института имени Карпова, выполненные в конце шестидесятых годов. И вот почему.

Надо сказать, что в то время находились скептики, утверждавшие, что реакция твердофазной полимеризации вообще не может идти при низких температурах, даже под облучением. Считалось, что коль скоро химическая реакция связана с какой-то перегруппировкой молекул, то обязательным условием ее протекания является молекулярное движение, которое возникает, например, в областях фазовых переходов (в частности, при плавлении мономеров). Такое движение может, конечно,

иметь место при размораживании облученной системы. А поскольку ранние исследования основывались лишь на наблюдениях полимеризации в уже размороженном облученном мономере, это давало повод утверждать, что вне фазовых переходов система «мертва».

Поэтому очень важно было доказать, что образование полимера может происходить, действительно, даже при низких температурах. И вот опыты А. Д. Абкина и сотрудников, использовавших методы ЭПР, инфракрасной спектроскопии, радиотермолюминесценции (подробнее о методах ЭПР и радиотермолюминесценции читайте в журнале «Знание — сила», № 4, 5 за 1976 год), показали, что в акролеине и тетрафторэтилене полимер действительно получается — по крайней мере частично — в ходе облучения прямо при гелиевой температуре (4,2°K), а не после размораживания.

Так был установлен факт образования полимера непосредственно в ходе облучения при столь низкой температуре. В этом — непреходящее значение работ исследователей из Физико-химического института имени Карпова.

Вместе с тем по-прежнему оставался без ответа важнейший вопрос: является ли эта реакция полимеризации действительно самопроизвольным ростом цепи? Или каждый новый акт роста цепи надо заново подталкивать воздействием внешней радиации? Если бы излучение продолжало действовать и на стадии роста цепи, определяя этот рост, тогда вообще не было бы смысла говорить о температуре. Потому что при этом не тепловая энергия системы, а излучение обеспечивало бы ход реакции.

— Если Вы позволите прибегнуть к сравнению, вопрос, наверное, можно поставить так: способно ли, скажем, растение, будучи однажды посажено садовником в землю, дальше жить и развиваться самостоятельно? Или садовник должен каждый день приживлять к росточку листики и кусочки стебля, чтобы превратить его в дерево с ветвистой кроной?

— Я прибег бы, пожалуй, к другому сравнению. Полимеризацию, в которой только первичный акт осуществляется под действием излучения, а дальше цепь растет самопроизвольно, я уподобил бы полету космической ракеты. Покинув Землю, она не требует впоследствии никаких новых заправок топливом даже для самых продолжительных полетов. Если же полимерная цепь нуждается в постоянном подталкивании внешним излучением, ее можно сравнить с полетом обычного самолета, которому то и дело приходится вновь совершать посадку и пополнять запас топлива. О том, чтобы надолго растащить такому самолету с Землей, не может быть и речи!

Примером первой абсолютно убедительной демонстрации полимеризации именно по типу «космического полета», когда цепи безусловно растут самопроизвольно, оказалась изученная нами низкотемпературная полимеризация формальдегида.

Чтобы объяснить, почему именно здесь удалось с полной надежностью прийти к такому выводу, мне придется ввести в разговор специальный термин — «радиационно-химический выход реакции». Обычно этой характеристикой определяют число молекул, претерпевающих химическое превращение, на каждые 100 электрон-вольт поглощенной энергии излучения. Хорошо известно, что для нецепной реакции обычный радиационно-химический выход составляет примерно две-три молекулы. Но если каждый из созданных излучением активных центров проводит затем цепную реакцию, то фактический выход будет равен первичному выходу активных центров в две-три единицы, помноженному на

длину полимерной цепи. (И тогда он может достигать огромных величин.) В низкотемпературных экспериментах с акроленом и тетрафторэтиленом радиационно-химический выход полимера не превышал двух-четырёх молекул на 100 электрон-вольт — величин, типичных для нецепных реакций. Поэтому исследователи из Физико-химического института имени Карпова высказали естественное предположение, что в условиях их опытов рост полимерных цепей подталкивался энергией внешнего излучения.

В наших же экспериментах полимеризация кристаллического формальдегида под действием ионизирующего излучения происходила с очень большим, типично цепным радиационно-химическим выходом — при 4°K он достигает тысячи (а не двух-трех) молекул на каждые 100 электрон-вольт. Это было прямым доказательством того, что излучение здесь только начинает цепь, которая затем растёт самостоятельно. Если бы радиации приходилось не только начинать полимерную цепь, но и подталкивать ее на каждом новом звене, то тысячи бы никак не получилось. Вот тут-то и наблюдались бы эти две-три единицы.

Позже нам удалось экспериментально доказать, что после быстрого выключения гамма-излучения рост полимерной цепи при полимеризации формальдегида при 4°K продолжается и в отсутствие облучения, причем происходит он с той же скоростью, что и в поле облучения! Это лишний раз подтвердило, что радиация только начинает цепь, которая дальше уже «живет» сама по себе. (Ракета покинула Землю и находится в свободном космическом полете.)

— Пожалуй, этот опыт можно рассматривать как прямое доказательство самопроизвольного роста цепей при низкой температуре. Ну, а удалось ли обнаружить подобное явление при образовании других полимеров?

— Нет, пока ни для одного из прочих полимеров мы таких доказательств не получили. Я бы назвал формальдегид счастливой находкой в исследованиях низкотемпературной радиационной полимеризации. Он оказался весьма удачным модельным объектом исследования для квантовой химической кинетики реакций в твердой фазе — подобно, скажем, мушке дрозофиле для генетики или кишечной палочке для молекулярной биологии. Именно полимеризация формальдегида вблизи абсолютного нуля температуры натолкнула нас на мысль об истолковании подобных процессов как молекулярного туннелирования, как сугубо квантовых химических превращений.

Не прошло и двух лет, как выдвинутая нами концепция низкотемпературного молекулярного туннелирования нашла себе подтверждение на другом краю Земли и в совершенно другом классе химических превращений.

В этой связи хотелось бы рассказать о работе, проведенной в США Г. Фрауэнфельдером с сотрудниками. Они проводили исследования, которые относятся скорее к области молекулярной биологии, и изучали кинетику биохимических реакций.

С помощью короткой лазерной вспышки исследователи разрывали связь окиси углерода с железом гемоглобина и наблюдали затем скорость их воссоединения. (Эксперимент проводился в широком интервале температур — от 310°K до 2°K.) В 1975 году этому коллективу удалось наблюдать новый случай низкотемпературного предела скорости на примере этой реакции. В данном случае происходит встречное туннелирование и воссоединение молекул окиси углерода и атомов железа, входящих в гемоглобин, причем скорость реакции при температурах ниже

10°K не убывает до нуля, остается приблизительно постоянной. Объяснение своих результатов американские ученые целиком основывают на аналогии с нашими данными о полимеризации формальдегида, на картине молекулярного туннелирования в химических реакциях.

Таким образом, сейчас можно говорить уже не только о самом факте существования низкотемпературного предела скорости химических реакций, но и о его объяснении (по крайней мере, для ряда конкретных систем) с помощью концепции молекулярного туннелирования. А также о возникновении на этой основе квантовой химической кинетики твердофазных реакций, которая, несомненно, найдет широкое приложение, причем не только в химии, но и в других естественных науках. Здесь опять проявилось единство и неразрывность всего современного естествознания. Я уже говорил, что явление туннелирования в первую очередь было обнаружено в ядерной физике. Открытие явления молекулярного туннелирования послужило еще одним доказательством теснейшей взаимосвязи представлений о свойствах материи — от элементарных частиц до сложных молекул.

— Виталий Иосифович, один из лауреатов Нобелевской премии начал свою речь такими словами: «Существует три периода в истории каждого открытия. Когда о нем сообщается впервые, все думают, что это неправда; затем немного позже, когда его достоверность оказывается для них настолько явной, что ее нельзя более отрицать, ученые оценивают открытие как не очень важное. После этого, если его значимость становится совершенно очевидной, они говорят: «Во всяком случае, это не новость». Кажется, к открытию химической активности вещества вблизи абсолютного нуля температуры учеными наших двух ведущих физико-химических институтов эти слова не очень подходят. Известно высказывание академика Я. М. Колотыркина, считающего, что открытие протекания химических реакций при температурах, близких к абсолютному нулю, «следует считать одним из крупнейших открытий последних лет». Член-корреспондент АН СССР В. А. Кабанов уверен, что это «одно из самых выдающихся открытий советских ученых». А что Вы думаете по этому поводу?

— Наверное, в словах нобелевского лауреата, как и любой шутке, скрывается доля истины, против которой трудно спорить. Я лучше просто расскажу, какие следствия может иметь химическая активность вещества в условиях даже самого глубокого холода.

К примеру, то обстоятельство, что химические превращения возможны при сверхнизких температурах, заставляет очень серьезно задуматься над важной биологической проблемой. Можно ли будет вернуть к жизни организм, подвергшийся длительному замораживанию в условиях, когда не исключено действие внешних инициаторов химических реакций, — например, разных излучений?

Более того, квантовая химическая кинетика твердофазных превращений может найти прямое приложение к выяснению общей картины химической и биологической эволюции и описанию путей синтеза в естественных условиях сложных биомолекул. Дело в том, что до сих пор не вполне понятно, как могли образоваться сложные биомолекулы, например полипептиды, в условиях, известных нам как природные. В ряде модельных опытов с помощью радиации, тепла, разряда удавалось получить простые аминокислоты из молекул аммиака, углекислого газа и т. п. Но вопрос, как образуются полипептиды из таких аминокислот, остается неясным. (Полипептиды — необ-

ходимый этап в образовании еще более сложных веществ — белков.) Сопоставление того, что нам известно о синтезе этих молекул, с условиями, встречающимися в природе, оставляет определенное «белое пятно».

И здесь надо иметь в виду две стороны вопроса — термодинамику и кинетику. Реакция образования полипептидов из аминокислот — процесс в принципе обратимый. Законы термодинамики показывают, что в одних условиях равновесие может сдвигаться в сторону образования полипептидов, в других чаша весов склоняется в сторону их распада. При высоких температурах равновесие сдвигается в сторону распада полипептидов на исходные аминокислоты. А вот при низких температурах термодинамика способствует получению именно того, что хотелось бы, то есть более сложных соединений (в данном случае — синтез полипептидов) из более простых.

Но возникает вопрос: а как же с кинетикой? Ведь считалось, что вблизи абсолютного нуля химические превращения невозможны. Возможен ли какой-то реальный путь осуществления процесса, даже если он безусловно выгоден термодинамически, при температурах, близких к абсолютному нулю? И вот молекулярное туннелирование как раз и открывает этот путь. Правда, скорость реакций вблизи абсолютного нуля сильно снижена, но — применительно к процессам естественной эволюции — можно смело процитировать Маяковского: «У меня, да и у вас в запасе — вечность, что нам стоит потерять часок-другой?!»

Вполне возможно, что в условиях космического холода под действием космического излучения могут — хотя и весьма медленно, но верно — идти процессы образования даже самых сложных молекул, вплоть до белков. И медленные, но четко направленные в сторону наибольшего тепловыделения химические реакции могут играть определенную роль в процессах химической и биологической эволюции. Возникает возможность того, что я бы назвал «холодной предысторией жизни».

Когда нами впервые было высказано это предположение, мы еще не могли, конечно, знать, что всего несколько месяцев спустя в журнал «Nature» поступит статья английского астрофизика Н. Викрамасингхе. Изучая излучение, приходящее из межзвездного пространства, он пришел к выводу, что спектральный состав этого излучения в инфракрасной области лучше всего можно объяснить, предположив, что его источником служат молекулы полимеров формальдегида. При этом неизбежно возникает вопрос: а откуда в межзвездном пространстве вообще могли взяться молекулы полимеров формальдегида? Понятно, что если бы для образования каждого следующего звена в полимерной цепи требовалось попадание нового космического «снаряда» в ступок молекул мономера (например, на поверхность силикатных частиц межзвездных пылевых облаков, где конденсируются молекулы мономера) по соседству со старой «воронкой», то вероятность возникновения межзвездных полимеров формальдегида оказалась бы исчезающе малой. Поэтому не требуется специальных пояснений, чтобы понять — цепная полимеризация в таких условиях могла происходить лишь путем спонтанного низкотемпературного роста цепей, о котором мы говорили раньше.

Вот еще одно приложение квантовой химической кинетики — на этот раз в астрофизике. Еще одно подтверждение того, что, вопреки бытующим иногда мнениям, и в наши дни химия отнюдь не превратилась в служанку физики и биологии, но способна питать эти науки новыми основополагающими идеями.



Самая древняя трубка?

Во время раскопок на острове Кипр обнаружена трубка для курения — самая древняя из тех, что были до сих пор найдены в мире. Удивительно то, что ее возраст превышает 3 тысячи лет, а Европа ознакомилась с табаком только после открытия Америки, в конце XV века.

Бумага из пальмовых листьев

Иракские инженеры пришли к выводу, что листья финиковой пальмы вполне годятся для изготовления бумаги. А этого сырья в Ираке хватает. Бумажная фабрика в Басре уже изготовила из пальмовых листьев сто тонн бумажной массы. Эти многообещающие опыты могут привести к тому, что в будущем Ирак сможет покрывать свои потребности в бумаге собственным производством.



Великаны Амазонии?

Время от времени в печать проникают сообщения о загадочных светловолосых великанах, которых встречали в малодоступных областях Амазонии. Недавно поступило известие из Перу, что на северо-востоке департамента Сан-Мартин в совершенно недоступном тропическом лесу вновь видели этих великанов. По словам очевидцев, это были мужчины двухметрового роста с рыжеватыми вьющимися волосами и коричневатой кожей. Великаны были одеты в леопардовые шкуры и вооружены примитивным оружием: топорами и молотками. На шее они носили цепи из цветных камней, преимущественно зеленых. Этнографы и археологи Перу решили снарядить экспедицию, чтобы исследовать жизнь этого таинственного племени. Предполагают, что это то самое племя, о котором упоминают различные индейские сказания, — оно оказывало ожесточенное сопротивление как инкам, так и испанским завоевателям.

Подделка исключена

Есть немало методов, затрудняющих подделку документов и банковских чеков, но все они, увы, несовершенны. Голография позволяет свести все подделки к нулю. С документа снимается копия-голограмма, которую прочно соединяют с оригиналом. Так как даже кусочек голограммы при просвечивании ее лазерным лучом показывает полную картину, можно каждый раз при использовании документа отрывать от него кусочек голограммы и сверять копию с оригиналом. Это хитроумное новшество было предложено в ФРГ.

Рисунки В. Кафанова
Ю. Сарафанова,
Е. Шеффера



Болото — мореплавателям

Хроники испанских и английских мореплавателей XVI века сообщают, что, отправляясь в долгие путешествия, моряки запасались питьевой водой, взятой из болота, а не из рек. Ученые решили проверить эти сведения. Оказалось, что вода некоторых болот содержит антибиотики, которые препятствуют развитию микробов и микроводорослей, портящих вкус питьевой воды.

Полярный и подводный

Пятилетний труд большой группы норвежских инженеров закончился проектом полуподводного танкера-ледокола. Конструкция его весьма необычна. Корпус корабля китообразной формы и длиной 360 метров находится под водой на глубине примерно пяти метров. Над поверхностью воды остаются лишь две надстройки. Первая из них представляет собой массивный наклонный стальной нож, способный резать лед толщиной до 3,8 метра. Над этим устройством находится капитанский мостик и все средства навигации. Вторая надстройка предназначена для топлива и двигателей. Такой полуподводный танкер может перевозить 230 тысяч тонн нефти.

Бутылки из стали

В США выпущены необычные бутылки для пива, соков и фруктовых напитков — сделаны они из тонких листов нержавеющей стали. Но ведь такая тара несколько дороже алюминиевой или стеклянной? Дело в том, что соавторами этого новшества наряду с инженерами были еще и экономисты. Они подсчитали, что возможность многократного употребления новых бутылок в конечном счете оборачивается выгодой.



Насекомые, подскажите!

Насекомые обладают поразительной способностью превращать электромагнитное излучение, например видимый свет, в электрические импульсы. Это интересное открытие сделал американский энтомолог Филипп Каллаган.

Он установил, что насекомые используют электромагнитные волны, чтобы найти брачного партнера, место для кормления или просто для ориентировки. Частоты, на которые «запрограммированы» насекомые, широко распределены по всему электромагнитному спектру, а не только в полосе видимого света. Так что если удастся раскрыть механизм трансформации электромагнитного излучения в электричество у насекомых, то, возможно, удастся использовать это явление для создания эффективных солнечных батарей. Ведь известно, что современные солнечные батареи берут из широкого спектра электромагнитного излучения Солнца только незначительную часть видимого света. Если люди научатся использовать солнечную энергию так же полно, как это делают насекомые, они получат в свое распоряжение огромное количество энергии. Кроме того, точно зная длины волн, с помощью которых насекомые обмениваются информацией, можно заманивать их в ловушки.

Фабрика паутины

Тончайшая паутина необходима для астрономических и геодезических инструментов: из нее изготавливают перекрещивающиеся нити. Но где брать эту паутину? Сорокапятилетний американец Вейн Маккули из города Форт-Уортс научился получать эти нити от пауков вида «черная вдова». Каждый из этих пауков при соответствующем уходе поставляет ему тридцать нитей, которые Маккули бережно укладывает в специальные коробочки и продает оптическим фабрикам.



Новые частицы со все более загадочными свойствами появляются в поле зрения специалистов, заставляя задуматься над вопросом, есть ли конец у этой вереницы.

Очарованный микромир

Открыто не просто несколько новых элементарных частиц. Таких открытий было немало, им уже перестали удивляться и специалисты, и непосвященные.

Физики полагают, что открытие позволит нащупать какие-то глубинные связи, объединяющие разрозненные пока островки теорий и экспериментальных факторов. Есть надежда, что в недалеком будущем удастся ответить если не на вопрос почему, то хотя бы на вопрос, как устроен микромир — на том уровне, который доступен сейчас наблюдениям.

В ноябре 1974 года научный мир всколыхнуло чрезвычайное происшествие.

Автор этой статьи хорошо помнит, какое оживление охватило в то время физиков. Даже посторонний наблюдатель, случайно попав в те дни в один из научных центров, почувствовал бы, что происходит нечто необычное. Сплошные ученые толпились в вестибюле института и что-то возбужденно обсуждали, то почти срываясь на крик, то переходя на интимный шепот. Волнение охватило и «низшие чины» — молодых специалистов и даже студентов. На институтском семинаре, куда регулярно ходит десятка три теоретиков, на этот раз собрались почти все сотрудники института. Дело дошло до того, что мест в зале не хватило, и многим пришлось слушать доклад, стоя или сидя на полу.

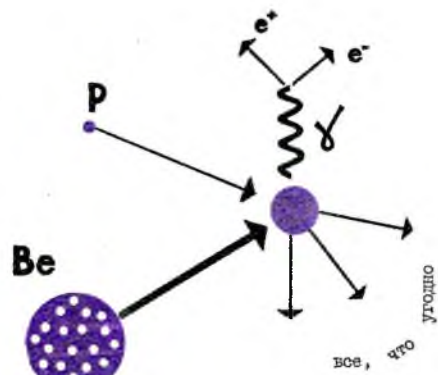
О ТОЧКЕ, ВЫПАВШЕЙ ИЗ ГРАФИКА

Статья построена по законам плохого детектива: на первой странице находят труп, а затем начинаются поиски убийцы. Правда, в отличие от детектива, в котором полиция и читатель, как правило, почти сразу выходят на след (пусть поначалу ложный), в нашем случае имя подозреваемого будет оглашено лишь где-то в середине статьи.

До той поры автор призывает читателя к терпению и вниманию.

Итак, история началась с того, что американский физик С. Тинг построил вместе со своими сотрудниками так называемый двухплечевой спектрометр для одновременной регистрации электронов и позитронов в реакции протон+мишень→электрон+позитрон+все что угодно. Спектрометр давал информацию об энергии и направлении движения электрона и позитрона, вылетающих из мишени. Отладив установку, Тинг, естественно, приступил к проведению эксперимента, взяв в качестве мишени бериллиевый образец.

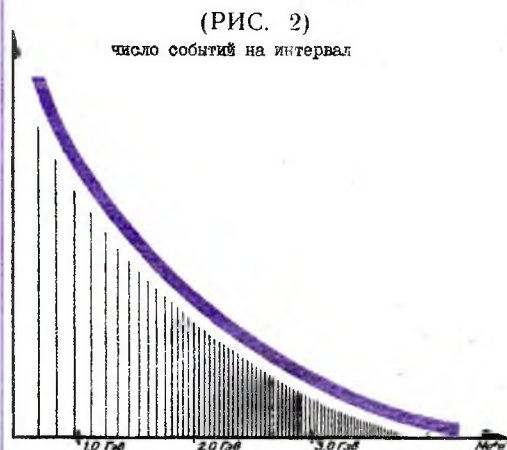
Ожидалось, что электроны и позитроны будут рождаться примерно так: из горячего сгустка ядерной материи, образовавшегося при столкновении налетающего протона с одним из нуклонов (протоном или нейтроном ядра), вылетает несколько нерегистрируемых частиц и виртуальный фотон, который разваливается на позитрон и электрон.



(РИС. 1)

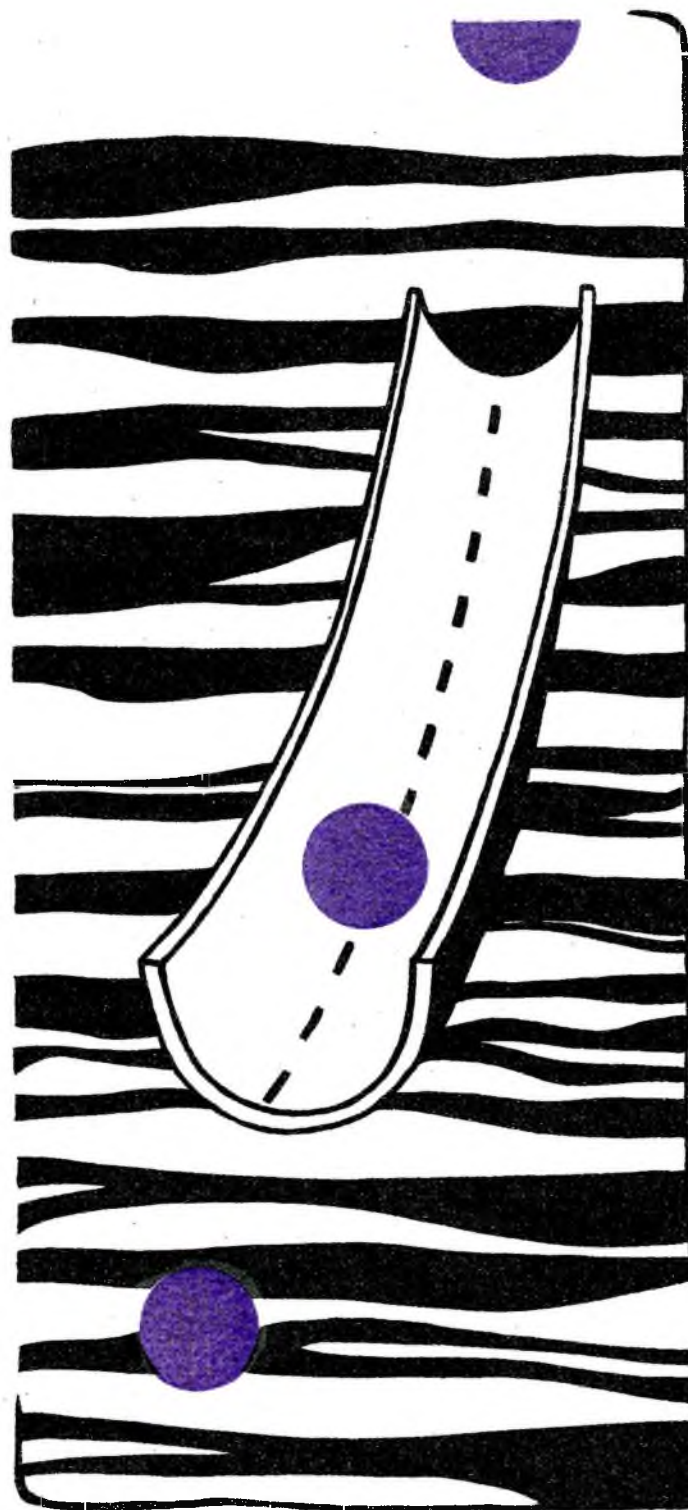
Фотон называется виртуальным именно потому, что наружу не вылетает, а ментально разваливается на другие частицы. Его масса в отличие от массы реального обыкновенного фотона нулю не равна и может принимать любое значение. Правда, чем больше масса виртуального фотона, тем реже идет процесс, изображенный на рис. 1.

Тинг как раз и хотел выяснить, как зависит вероятность (по-научному — сечение) процесса от массы виртуального фотона, которую легко определить по импульсам электрона и позитрона, измеряемым спектрометром. Эта величина называется еще инвариантной массой системы электрон — позитрон и имеет смысл суммарной энергии этих частиц в системе их центра масс. Тинг ожидал получить гладкую спадающую кривую наподобие той, что изображена на этом рисунке.



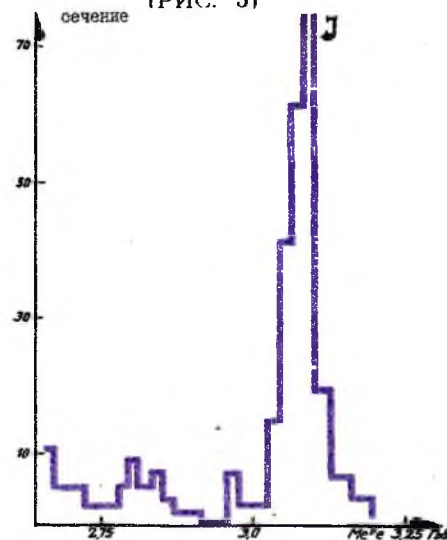
(РИС. 2)

число событий на интервал



Ожидал получить и получил. Только одна точка резко выпадала из общей картины. При величине инвариантной массы около 3100 Мэв число рождающихся электронно-позитронных пар возрастало настолько резко, что это нельзя было объяснить никакими статистическими или аппаратными ошибками.

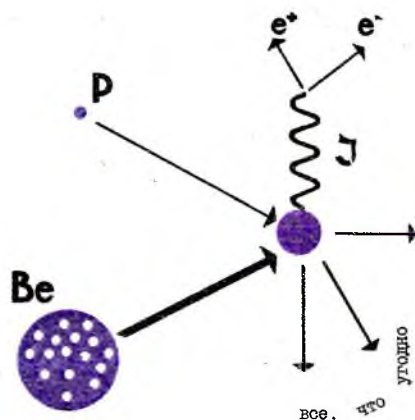
(РИС. 3)



«Знание —
сила».
Февраль,
1977 год

В этом и заключается новость. При одном взгляде на эту картинку Тингу, а скоро и всему ученому миру, стало ясно, что схема процесса, изображенная на рис. 1, неверна, и при энергиях около 3100 Мэв реакция идет не через виртуальный гамма-квант, а через новую, неизвестную ранее частицу, которую первооткрыватель обозначил латинской буквой J.

(РИС.4)



Но здесь пора на время остановиться и поговорить немного об одном из красивейших явлений в физике элементарных частиц, а именно...

...О РЕЗОНАНСАХ

Широко известен механический резонанс — с ним испокон веков сталкивались звонари и гитаристы. Любому человеку, хотя бы немного занимавшийся радио, знаком с явлением электрического резонанса. Менее известны такие вещи, как электронный парамагнитный или ядерный магнитный резонансы, широчайшим образом применяемые в физике.

При всем разнообразии этих явлений их объединяет один общий признак: при медленном непрерывном изменении одного параметра (в приведенных примерах — это частота внешней силы, радиоволны или поля «накачки») какой-либо другой параметр вдруг резко возрастает и затем не менее резко возвращается к прежнему значению.

Взгляните снова на рис. 3. Разве не ясно, что перед нами резонанс — мощный, яркий, который ни с чем спутать не возможно.

Оказывается, в значительной доле случаев электрон и позитрон, прежде чем вылететь наружу, некоторое время колеблются друг относительно друга, то исчезая, то появляясь вновь, образуя квазисвязанную систему или резонанс. «Квази» — потому что в конечном счете она все же распадается на электрон и позитрон. Либо еще на что-нибудь.

Первые частицы-резонансы были открыты около двадцати лет назад и произвели большое смущение среди физиков, ибо, как это ни странно, их появления никто не ждал. Сейчас их открыто великое множество, и они давно уже стали тривиальностью.

Важнейшей характеристикой любого резонанса является его ширина. Чем шире резонанс, тем существеннее процессы трения, диссипации, затухания, и наоборот, чем он уже, тем затухание меньше.

На языке элементарных частиц затухание означает распад. Если резонанс распадается быстро, то ширина его большая; если же резонанс живет долго, то он узок. Этот факт теснейшим образом связан со знаменитым принципом неопределенности — невозможно определить энергию (или массу, что одно и то же) системы и ее время жизни одновременно с большой точностью.

Так, один из самых короткоживущих дельта-резонанс с массой 1236 Мэв и временем жизни 5×10^{-24} секунды имеет ширину (неопределенность в массе) около 140 Мэв, а самая долгоживущая из нестабильных частиц нейтрон с временем жизни 17 минут — всего около 10^{-24} Мэв. Разумеется, такую ничтожную ширину нельзя заметить никакими приборами, поэтому слово «резонанс» в связи с нейтроном и другими долгоживущими частицами обычно не употребляется.

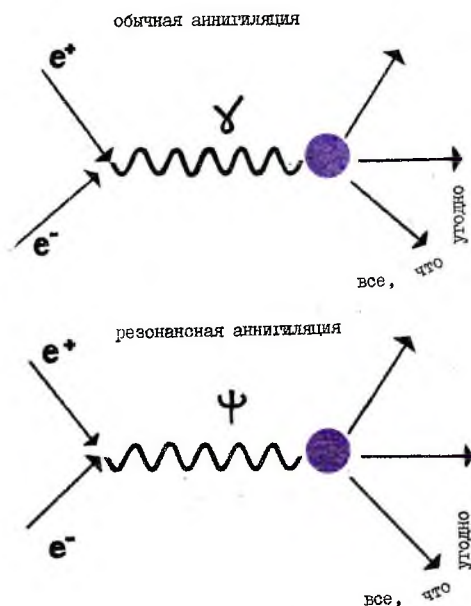
Забегая вперед, скажу, что ширина J составляет 0,07 Мэв, то есть много меньше ширины дельта- и других «обычных» резонансов. Как и следует из соотношения неопределенности, частица J является долгожителем по сравнению с резонансами.

ЕЩЕ НЕСКОЛЬКО ПОДРОБНОСТЕЙ

Одновременно с группой Тинга эта частица была открыта другой группой исследователей из Стэнфорда во главе с Б. Рихтером в совершенно ином эксперименте. Группа изучала аннигиляцию электронов и позитронов больших энергий. С ростом энергии частота актов аннигиляции падала обратно пропорционально ее квадрату. Причем кривая этой зависимости в интересующей нас области энергий была довольно гладкая.

Проницательный читатель, наверное, уже догадался, что эта гладкость нарушается при энергиях электрона и позитрона в 1,55 Гэв или суммарной энергии 3,1 Гэв. В этом месте вероятность аннигиляции резко подскакивает в полной аналогии с экспериментом Тинга. Это говорит о том, что при этой энергии аннигиляция идет не сразу, а в два этапа, с образованием новой частицы:

электрон + позитрон → новая частица → все что угодно.



(РИС. 5)

Первооткрыватели из Стэнфорда обозначили эту частицу греческой буквой ψ (пси).

Вопрос о наименовании этой частицы не решен до сих пор, и каждый волен выбирать ту букву, которая ему больше нравится. В советской литературе, однако, для новой частицы более принято название Ψ , и мы здесь будем его придерживаться.

С этим связан любопытный анекдот. Летом 1975 года в Стэнфорде состоялась конференция по свойствам новых частиц (конференция оказалась на редкость содержательной и интересной — многие результаты, о которых здесь говорится, были впервые доложены именно там).

Лето было жаркое, и участники конференции ходили в майках. На майках у хозяев конференции — сотрудников Стэнфорда — на спине была нарисована буква Ψ , на майках у гостей — экспериментаторов из группы Тинга — буква J, и лишь у теоретика Бьеркена (Bjorken) на майке красовались две буквы — BJ.

Впрочем, на майках у остальных участников конференции не было написано ничего.

ПОЧЕМУ ЭТО ИНТЕРЕСНО?

Итак, открыта новая частица. По нашим временам это не так уж удивительно. На сегодняшний день число известных частиц приближается к тысяче, и открытие еще одной такой частицы увеличило бы число слушателей на семинаре раза в два, не больше.

Но в том-то и дело, что пси-частица «не такая». Главной ее отличительной чертой является огромное время жизни — целых 10^{-20} секунды, тогда как время жизни обычных резонансов составляет всего 10^{-23} — 10^{-24} секунды.

Для сравнения заметим, что время жизни пси-частицы относится к времени жизни, например, ро-мезона примерно так же, как период существования вида Homo sapiens относится к продолжительности царствования Николая II.

Давайте на время оставим пси-частицу и отступим несколько назад, — скажем, в октябрь или сентябрь 1974 года, когда физики еще не подозревали о надвигающихся событиях. После небольшого экскурса в физику элементарных частиц мы вновь вернемся к теме нашей статьи.

В школьном курсе физики изучаются различные виды сил, — например, сила инерции, сила тяжести, сила трения, сила реакции опоры. В физике микромира (или, как ученые чаще говорят, взаимодействиях) значительно меньше, всего три: сильное, электромагнитное и слабое взаимодействия. Различаются они по свойствам и по интенсивности: электромагнитное взаимодействие слабее сильного примерно в тысячу раз, а слабое — примерно в 10^{12} раз (существует еще гравитационное взаимодействие, но при доступных энергиях интенсивность его настолько мала, что оно лежит далеко за пределами чувствительности приборов, изучающих свойства частиц).

Взаимодействия эти различаются также по месту в картине мира, которое они занимают. Сильное взаимодействие скрепляет нуклоны в ядрах и зажигает звезды. Электромагнитное взаимодействие связывает атомы и молекулы; все многообразие химических и биологических явлений покоится на законе Кулона. Слабое взаимодействие обеспечивает распад частиц, которые иначе были бы стабильны. Если бы не оно, наш мир был бы битком набит π - и K-мезонами, сигма-, кси- и другими гиперонами, которые в обычном веществе отсутствуют.

Четвертый вид сил — гравитационное взаимодействие — проявляется при скоплении больших масс вещества, таких как Земля, Солнечная система или Галактика. Не играя заметной роли на известном сейчас уровне микромира, оно становится сильным на чудовищно малых расстояниях порядка 10^{-33} сантиметра (это в 10^{20} раз меньше размеров ядра) и, возможно, играет существенную роль в глубокой структуре элементарных частиц. Но это пока — terra incognita.

Как уже говорилось, сейчас известно несколько сот частиц. Почти все они, за исключением фотона, электрона, мюона и двух сортов нейтрино, могут взаимодействовать сильно. Разработана весьма удов-



летворительная классификация этих частиц, объединенных общим названием **адроны** (от греческого слова «хадрос», означающего «крупный, массивный»). Классификация эта основана на кварковой гипотезе. Часть адронов — их называют еще барионами — можно построить из различных комбинаций трех кварков. Другую часть — из кварка и антикварка; такие частицы называют мезонами.

Кварки наделены дробным электрическим и барионным зарядом. Всего кварков три — два обычных (р- и п-кварки) и один (λ -кварк) обладает особым свойством — странностью. (В последнее время кварки стали различать еще и по «цвету», но это уже тонкость, в которую мы вдаваться не будем.) Странность частиц определяется алгебраической суммой входящих в ее состав λ -кварков, где антикваркам приписывается знак минус. Частицы сохраняют странность в сильных и электромагнитных взаимодействиях и не сохраняют ее в слабом взаимодействии, в котором, как полагают, λ -кварк превращается в обычный. Именно поэтому многие частицы становятся нестабильными только благодаря слабому взаимодействию.

Основные и возбужденные состояния, сделанные из трех кварков, образуют все многообразие «элементарных» частиц, так же, как основное и возбужденные состояния протона и электрона в атоме водорода образуют все многообразие его уровней. Возбужденные состояния живут очень мало — около 10^{-23} — 10^{-24} секунды — и распадаются благодаря сильному взаимодействию. Основные состояния распадаются посредством слабого и изредка электромагнитного взаимодействия. Исключение составляет протон, который стабилен, ибо распадаться ему не на что.

Куда же в свете всего вышесказанного отнести Ψ ? Это адрон (тому есть доказательства, речь о которых пойдет ниже). Возбужденным состоянием он быть не может — для этого он живет слишком долго. Основным состоянием он тоже быть не может — для этого его масса чересчур велика. К тому же все основные состояния уже давно известны, и соответствующие клетки в таблице элементарных частиц заняты.

Ответ на это может быть только один: трех кварков недостаточно для объяснения пси-частицы. Она является основным состоянием! Основным состоянием, образованным какими-то новыми кварками.

Физики, вообще говоря, давно уже подозревали, что картина мира, основанная на трех кварках, неполна. Теория трех кварков сталкивалась с серьезными трудностями при описании некоторых фактов. Так, например, вероятность распада K^0 -мезона на пару μ^+ и μ^- в теории трех кварков должна быть велика, а на опыте оказалась очень малой — в миллион раз меньше, чем ожидалось.

ЗАСЕДАНИЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

Несколько лет назад американские физики Глэшоу, Иллиопулос и Майани предложили добавить к трем «известным» кваркам четвертый — с-кварк. Этот кварк в их модели наделен новым специфическим свойством, как говорят, квантовым числом, названным английским словом *charm*, что на русский язык переводится как обаяние или очарование.

Очарование, странность, как и прочие квантовые числа, отражают многообразные свойства частиц, которыми определяется их поведение в микромире. Как и странность, очарование сохраняется сильными и электромагнитными взаимодействиями, но может изменяться в процессах слабого взаимодействия.

Модель Глэшоу, Иллиопулоса и Майани устраняет трудности трехкварковой теории.

К тому же она чрезвычайно красива, а красота, как известно, не последний критерий истины.

Пси-частица живет 10^{-20} секунды и распадается в основном на легкие π -мезоны, состоящие из обычных кварков. Это значит, что ее суммарное очарование равно нулю, иначе она распадалась бы только за счет слабого взаимодействия и гораздо быстрее — с характерным временем 10^{-13} — 10^{-14} секунды. Отсюда однозначно определяется структура Ψ — она состоит из с-кварка и его «антиколлеги». Система из с и $\bar{s}$ -кварков, которую физики называли шармонием, так же, как и система из протона и электрона, может образовывать множество (как говорят, спектр) различных состояний. Наряду с Ψ , должны существовать и другие состояния, скомпонованные из очарованных кварков. И такие состояния существуют.

Буквально через две недели после открытия Ψ , когда физики еще не успели осознать, что, собственно говоря, произошло, последовала новая сенсация. Говорят, что первым сообщением из которого советские ученые узнали об открытии, была телеграмма, пришедшая в Институт физических проблем АН СССР непосредственно из Стэнфорда. Текст ее в переводе с английского приблизительно таков: «Сегодня, в 3 часа 30 минут пополудни в e^+e^- аннигиляции был открыт второй узкий резонанс Ψ' с массой 3,7 ГэВ и шириной меньше 1 МэВ. Заседание продолжается». (Последняя фраза была составлена из русских слов, написанных латинскими буквами.)

Ψ' тесно связана с Ψ и обладает очень похожими свойствами: у нее те же квантовые числа и то же поразительно большое время жизни. Почти в половине случаев Ψ' распадается на Ψ и два пиона. Этот сильный распад явился одним из самых сильных аргументов в пользу адронной природы пси-частиц.

Летом 1975 года стало известно о новых открытиях. Группа из Стэнфорда изучала распады Ψ' с испусканием гамма-квантов и обнаружила, что эти распады идут в основном через какие-то промежуточные состояния.

(Как тут не вспомнить каскадные переходы в атоме водорода, когда высокие возбужденные уровни высвечиваются не сразу, а постепенно, через ряд промежуточных состояний, с последовательным испусканием нескольких световых квантов.) Только здесь и энергия побольше и излучается она в гамма-диапазоне.

В Стэнфордском эксперименте было открыто первоначально три новых состояния: χ (3.41), χ (3.50) и χ (3.55) (в скобках обозначена масса частицы в ГэВ). В апреле 1976 года последовало сообщение об открытии четвертого состояния — χ (3.455). Группа из Гамбурга сообщила об открытии еще одного резонанса χ (2.45). Все эти частицы, как и Ψ , предполагаются состоящими из очарованных кварка и антикварка.

Открытие ряда состояний с близкими свойствами, массы и времена жизни которых очень хорошо согласуются с любыми разумными предположениями о силах, связывающих кварки, явилось, пожалуй, наиболее сильным аргументом в пользу существования кварков.

К этому остается только добавить, что открытие Ψ -частиц признано крупнейшим достижением физики за последние годы, а авторы открытия С. Тинг и Б. Рихтер удостоены Нобелевской премии.

ШАРМ ИГРАЕТ В ПРЯТКИ

Полный шарм Ψ и Ψ' , χ и χ -мезонов равен нулю: все это частицы со скрытым очарованием. Однако, если гипотеза

о четвертом кварке верна, должны существовать и частицы, очарованные явно. В самом деле, ничто не мешает такому кварку соединиться с обычным антикварком и образовать очарованный мезон. Могли бы существовать также очарованные барионы.

Теоретикам такие частицы «известны» уже давно — это, например, D- и F-мезоны с кварковой структурой. Свойства этих частиц теоретикам также «известны» — их масса близка к 2 ГэВ, распадаются они предположительно за 10^{-13} — 10^{-14} секунды, причем среди продуктов их распада должны преобладать странные частицы. Пустые клетки в периодической таблице элементарных частиц были заготовлены уже давно, но заполнять их экспериментаторы не спешили.

Утверждают, что после открытия Ψ один из авторов гипотезы шарма Глэшоу побился об заклад, что он съест свою шляпу, если в течение года шарм не будет найден. Срок этот давно прошел, однако никакой информации об исполнении Глэшоу своего обещания не поступало.

К лету 1976 года ситуация сложилась следующая. Известно большое семейство новых частиц, открытых в e^+e^- аннигиляции. Единственным разумным объяснением факта существования этого семейства представляется гипотеза шарма.

Накопился ряд непонятных наблюдений в совершенно иной области, а именно в экспериментах по столкновению нейтрино больших энергий с веществом. Оказалось, что, начиная с некоторой энергии, сечение реакции «нейтрино + протон $\rightarrow$ мюон + все что угодно», ведет себя не так, как при низких энергиях. Более того, нейтрино больших энергий примерно в одном проценте случаев испытывают совершенно непонятное, с обычной точки зрения, превращение и дают два мюона в конечном состоянии вместо одного.

Чрезвычайно трудно объяснить все эти факты, не предполагая рождения очарованных частиц.

Все непосредственные поиски шарма давали отрицательный результат. Шарм искали везде — в адронных столкновениях, фоторождениях и целом ряде других реакций. Физики начали уже не на шутку беспокоиться, и в научных журналах стали появляться тревожные статьи с названиями типа «Куда же все-таки исчез шарм?»

В этот момент проблема шарма чрезвычайно напоминала проблему «снежного человека» — его следы были разбросаны повсюду, но сам он никак не попадался, несмотря на многочисленные и тщательные поиски.

И вот в мае 1976 года пришла наконец долгожданная весть:

ШАРМ НАЙДЕН!

Но здесь, прежде чем двигаться дальше, автор должен извиниться. Дело в том, что информация, содержащаяся в этой статье, как правило, чрезвычайно свежа — нередко она основана на результатах, добытых буквально в последние месяцы, — а следовательно, и довольно сырая.

Далеко не все утверждения, сделанные в статье, обладают стопроцентной степенью достоверности. Не вполне ясен пока вопрос о существовании резонанса χ (2.85), не подтверждено сообщение о резонансе χ (3.455). То же самое можно сказать о предполагаемом открытии шарма и о загадочных ипсилон-мезонах, речь о которых еще впереди. Это не относится, впрочем, к самому Ψ , существование которого на сегодняшний день почти столь же достоверно, как существование электро-

на. То же можно сказать о ψ^+ . Обеспечив таким образом тылы, я приступаю к рассказу об ошеломительном событии.

При суммарной энергии электрона и позитрона больше 3,9 Гэв в e^+e^- -аннигиляции было обнаружено рождение двух новых частиц, распадающихся по очень необычным (физики говорят — экзотическим) схемам. Есть подозрение, что в распадах этих частиц нарушается четность — квантовое число, которое никак не может нарушаться ни в сильных, ни в электромагнитных взаимодействиях. Следовательно, новые частицы распадаются за счет слабого взаимодействия. А это значит, что открытая частица обладает каким-то новым квантовым числом, сохраняющимся в сильных взаимодействиях, скорее всего шармом.

Прямого, бесспорного доказательства этого факта пока нет. Однако может статься, что к тому времени, когда эти строки дойдут до читателя, гипотеза о существовании очарованных частиц уже перестанет быть гипотезой.

Нельзя не упомянуть еще об одном пока неясном эксперименте. Американский физик Ледерман с сотрудниками изучал реакцию «протон + бериллий $\rightarrow$ электрон + позитрон + все что угодно» в области энергий от 4 до 8 Гэв (как вы помните, пионерский эксперимент Тинга ставился по такой же схеме, но в области меньших масс).

Ледерман обнаружил два пика: при 6 Гэв и менее четкий — при 7 Гэв. Гипотетическую частицу с массой 6 Гэв он назвал ипсилон-мезоном.

Исследователи из Стэнфорда, узнав об этом результате, предприняли интенсивные поиски этого мезона в эксперименте «электрон + позитрон $\rightarrow$ все что угодно»... и ничего не нашли.

Вопрос об ипсилон-мезоне остается пока открытым. Но если его существование подтвердится, это, по-видимому, будет означать, что и четырех кварков недостаточно для описания природы микрочастиц. Ведь похоже, что ипсилон-мезон является связанным состоянием двух кварков какого-то нового сорта, о наличии которых как будто говорят также некоторые данные в нейтринных экспериментах. (Впрочем, для защитников ипсилон-мезона сейчас настали тяжелые времена. Ведь даже «крестный отец» его, поставив новый эксперимент по несколько другой схеме, на одном из семинаров публично отказался от своего детища.)

* * *

Значение всех этих замечательных открытий для физики элементарных частиц трудно переоценить. Четверть века назад были открыты странные частицы. Это оказалось большой неожиданностью — тогда физики просто не могли понять, зачем нужны эти частицы. Чувство недоумения и растерянности, которое они испытывали в ту пору, отразилось в самом термине «странность».

Совсем другое дело — «шарм». Физикам он нужен, они ждали, искали его, и вот — хочется верить — нашли. «Шарм» играет сейчас роль маяка, вселяющего в ученых надежду, что они на правильном пути, что далекий призрачный берег — единая теория элементарных частиц, — может быть, и не так уж далек. И еще в нашем веке развитие физики завершится новым грандиозным обобщением?

Впрочем, до той поры еще много утечет энергии из обмоток магнитов гигантских ускорителей, еще много кусков мела будет искрошено о доску на шумных семинарах, еще много стопок испещренной формулами бумаги будет брошено во тьму мусоропроводов. Заседание продолжается!

А. КРЕНКЕ,
кандидат географических наук

«Знание — сила»,
февраль,
1977 год

13

УЧЕНЫЕ ОБСУЖДАЮТ

Горячие дискуссии вокруг холодных ледников

(Споры о прогнозах и прогнозах будущих споров)

В октябре 1976 года в Алматы из разных стран съехались гляциологи — специалисты по ледникам. Выбор теплой, зеленой Алма-Аты для международного семинара по проблемам льдов и ледников не случаен — это город, имеющий уже с начала века собственную школу гляциологов и расположенный ближе к ледникам, чем какой-либо другой город с почти миллионным населением.

Тема встречи-семинара была строго оговорена — механизм быстрых подвижек ледников. О загадке периодических быстрых подвижек (пульсаций) некоторых (не всех!) ледников, создающих угрозы долинам в горах, а возможно, играющих и игравших важную роль в жизни гигантских полярных ледниковых покровов, мы уже писали в нашем журнале («Знание — сила», № 6 за 1974 год). Во время подвижки ледники, обычно сползающие со скоростью 0,5—1,0 метра за сутки, ускоряют свое движение до 50—200 метров в сутки. Такое ускорение резко меняет механизм движения — растут напряжения, ледник дробится, отрывается сколами от дна и бортов долины. А ниже в долинах живут люди. Отсюда понятен практический интерес к проблеме. Не менее важна она и для теории, например для истолкования следов прошлых оледенений, восстановления по ним климата прошлого или для оценки устойчивых и неустойчивых состояний природной среды, такой важной при прогнозе последствий наших воздействий на нее. Мы писали, что все теории, объясняющие пульсации ледников, страдают одним недостатком: если они верны, непонятно, почему не все ледники пульсируют, а если неверны — почему же все-таки некоторые ледники пульсируют.

Но если задача семинара была поставлена четко, то подходы к решению проблемы никак не были ограничены, и это обеспечило встречу людей самой разной профессиональной подготовки — географов, геологов, математиков, геофизиков, геодезистов, физиков. Объединяет их и делает гляциологами объект исследований — ледники. Предметом изучения, а не методами исторически определялись границы гляциологии, а соответственно и круга ученых, связанных общими интересами. Тем более, что сам предмет изучения труден и требует определенных качеств от исследователей независимо от образования. А вот позиция в спорах задана, как правило, годами учебы: для математика самый весомый аргумент — ясная формула, для геолога — ясное согласие слоев льда. Разнообразие этих позиций, приложенных к одной задаче, и сделало увлекательными и острыми дискуссии на семинаре.

Интересно, и, может быть, не только для гляциологии,

сопоставить различные подходы к обсуждавшемуся вопросу, которые отразились в докладах, обсуждениях и репликах.

Первый, «экспериментальный» подход: понять, что происходит с ледником во время подвижки, почему она начинается и кончается, почему она бывает не на всех ледниках, можно только, наблюдая ледники в природе. На таких наблюдениях, а не на приближенных математических гипотезах, в какую бы изящную одежду из интегралов они ни были облачены, следует сосредоточить усилия. Эмпирические связи и географические аналогии — инструменты расчета и прогноза. Такова точка зрения эмпириков.

Противоположный, «теоретический» подход: быстрые подвижки — лишь один из видов колебаний ледников. Только полная замкнутая система уравнений, описывающая все процессы в леднике, позволит предсказывать и рассчитывать быстрые подвижки. До создания полной теории экспериментальные работы на таких ледниках не научны и являются не столько исследованиями, сколько своеобразным видом отдыха исследователей. Так, не без некоторой доли зависти высказывались теоретики.

Промежуточный, «модельный» подход: для объяснения и расчета подвижек следует создать математическую модель отдельного процесса, способного привести к пульсациям. Все остальные процессы учтутся подбором параметров такой модели.

Еще ступенька от теории к опыту — «статистический» подход: раз мы не знаем, какой именно процесс управляет подвижкой, давайте рассматривать ледник как «черный ящик» и по входным сигналам (внешним признакам) находить «выход» — тип ледника.

Наиболее строгий теоретический подход продемонстрирован в докладе советского гляциолога профессора П. А. Шумского, за сорок лет работы последовательно добивавшегося фундаментальных результатов в ролях сначала географа — исследователя конкретных ледников, потом физика — исследователя свойств и структуры ледниковых тел вообще, а теперь математика-механика, разрабатывающего системы уравнений, способных описать поведение этих тел. Неизменной оставалась его непримиримая убежденность в преимуществах разрабатываемого им подхода над другими. Неожиданные быстрые подвижки ледников поставили перед Шумским-механиком сложную задачу. Если раньше он писал, что «ледники представляют собой системы, описываемые восемнадцатью дифференциальными уравнениями с частными производными первого и второго порядка», то сейчас, определив эти подвижки как автоколеба-



1

ния, он говорит о них как о «необъяснимых таким образом явлениях». Теперь для их описания система уравнений сплошной среды должна быть дополнена учетом разрывов льда и каменных включений с меняющейся концентрацией, введением системы уравнений, описывающих движение воды в леднике, математическими моделями обтекания льдом неровностей дна и моделями, описывающими геологическую работу ледника — разрушение им ложа или, наоборот, отложения на нем каменного материала.

Потребовав построения столь сложной математической модели, П. А. Шумский, по мнению многих участников семинара, начертал над проблемой, как над вратами Дантова ада: «Оставь надежду, всяк сюда входящий». Действительно, даже упомянутые выше уравнения однородной сплошной среды (а она неоднородна!) в полной постановке задачи не решаются ни в общем виде, ни для конкретных случаев. Но только такая полная постановка позволит учесть все факторы, определяющие явление. На наш взгляд, главный смысл ее — напомнить экспериментаторам, за какими процессами необходимо наблюдать, какие характеристики измерять и какие параметры следует опробовать в эмпирических связях.

Гораздо опаснее, на наш взгляд, «простые» математические модели. Для них решающим является выделение ведущего процесса. Ошибка при этом бывает завуалирована путем подбора параметров так, чтобы обеспечить хорошее согласие с внешним видом уже наблюдавшегося процесса. Но если эта ошибка была сделана, она сразу же даст о себе знать при новом проявлении того же процесса на другом леднике. На наш взгляд, примером является модель австралийского гляциолога профессора Б. Бадда — участника многих антарктических экспедиций и руководителя большой программы расчета скоростей движения и температуры антарктического ледникового покрова. В этом покрове разрывы малы по сравнению со всей массой льда. Может быть, поэтому модель Бадда не учитывает того, что сплошное в спокойный период тело ледника в момент подвижки разрывается снизу и с бортов и трескается с поверхности. Его модель основана лишь на законах скольжения и деформации сплошного льда.

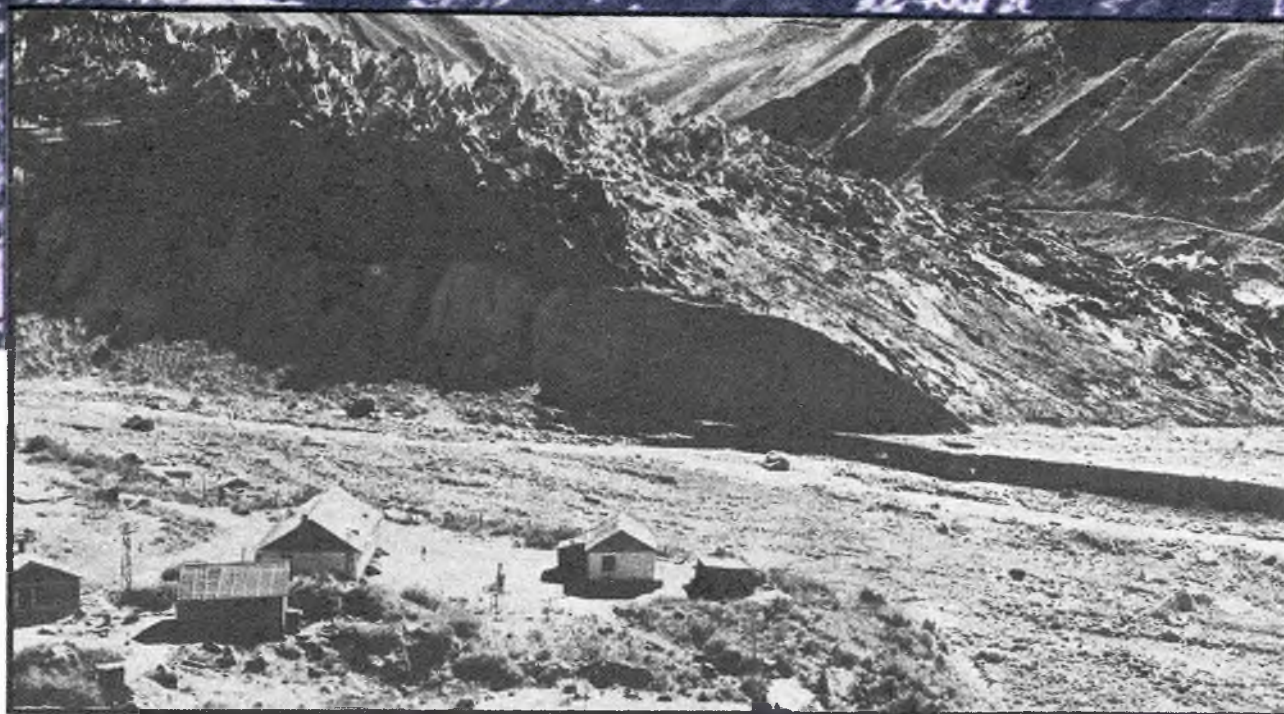
На семинаре критиковалось допущенное Б. Баддом предположение о постоянстве законов движения и свойств ледника во время бурных подвижек и между ними, и это заставило Б. Бадда сделать еще одно

спорное допущение. Свойства льда (вязкость, например) в разных пульсирующих ледниках, на которых проверялась, а точнее, к которым подгонялась модель, принимаются им совсем разными, а объяснение такой свободы действий отсутствует.

Остроумны модели, связывающие начало подвижки с разогревом ледника (С. Патерсон, Канада; А. Н. Божинский и С. С. Григорян, СССР). Разогрев — результат условий, при которых приток тепла от внутреннего трения при движении не компенсируется его оттоком. Возникает неустойчивость, подобная неустойчивости при взрывах. Однако большинство пульсирующих ледников все время находится при температуре вблизи 0° и тогда, когда никаких подвижек не происходит. Разогреваться выше 0° лед не может, он тает, а процессы таяния этими моделями не учитываются. Прочность льда и его разрывы учитывают модели К. Ф. Войтковского и С. С. Григоряна (СССР). Последняя модель описывает весь цикл пульсации, включающий в себя движение сплошного тела в спокойный период и раздробленного в бурный. Она, по-видимому, верно представляет механизм движения. Однако и в этой модели не определены условия перехода к быстрому

движению с точностью, которая позволила хотя бы грубо оценить возможность и время такого перехода на том или ином леднике. А это значит, что скорлупа, прикрывающая ядро проблемы, еще не разгрызена математическими зубами, хотя форма скорлупы уже математически описана.

С точки зрения прогнозов, больший успех достигнут статистическим подходом. Для опознания пульсирующего ледника среди прочих ташкентский гляциолог Г. Е. Глазырин использовал метод «распознавания образов» на специально обученных вычислительных машинах. Машина запоминает простые признаки пульсирующих и «нормальных» ледников и затем сравнивает, к какой группе ближе всего по своим простым характеристикам находится новый, предъявленный ей для опознания ледник. Результат — 75 процентов правильных ответов в ряду, состоящем из равных количеств обоих видов ледников. Неплохо по сравнению с математическими моделями, но вряд ли удовлетворит людей, живущих в долинах ниже ледников, входящих в неопознанную четверть. Представляется, что физический и статистический подходы могут и должны взаимно обогащать друг друга, указывая друг другу на важные параметры или признаки.



1. Памир. Быстрая подвижка ледника Медвежьего в июне 1973 года. На заднем плане в долине, перегороженной за несколько дней во время подвижки, накапливалась вода. Она потом прорвалась через ледник (следы выхода потока видны в левом нижнем углу снимка). Авторы моделей, связывающих механизм подвижек ледников с их дроблением, найдут опору своей теории в гигантском разломе вдоль борта ледника и в невиданном на «нормальном» леднике ледяном крошеве — каждый столб высотой в десятки метров; сторонники моделей вязко-пластичного движения укажут на плавную «текущую» форму ледника в целом и на упорядоченность вертикальных столбов, считая, что они, как ежовые иглы, торчат из сплошной массы в ядре потока. Эмпирики снимают этот ледник фототеодолитом, накапливая данные.

2. Фронт ледника Медвежьего. Вода из прорыва только что вычистила долину Ванча на сотню километров вниз и подмыла берега. Берег под домиками на переднем плане на этот раз устоял. Десять лет назад тот же поселок располагался ниже. От него тогда не осталось следа.

Пока наиболее надежны прогнозы, дающиеся на основании непосредственных наблюдений за внешним обликом и режимом ледников. Выделению пульсирующих ледников по их внешнему виду с земли, воздуха и из космоса была посвящена серия докладов (Р. Криммел и О. Пост из геологической службы США, Л. Майо из университета Аляски, С. Барановский из Польши, К. П. Рототаев из СССР, П. Кассер из Швейцарии). К. П. Рототаев обратил внимание на необходимость рассмотрения не отдельных пульсирующих ледников, а целых ледниковых систем, к которым они принадлежат. Ледники сливаются и распадаются, приостанавливаются и, наоборот, увлекают друг друга за собой.

Особое место занимали доклады Т. Хьюза и Д. Дентона (оба из США) и М. Г. Грос-

свальда (СССР) о большой роли быстрых подвижек в распаде ледниковых «сверхщитов», таких, как Антарктида или предполагаемый авторами арктический сверхщит площадью 36 миллионов квадратных километров, объединявший 18 000 лет назад ледниковые покровы Северной Америки, Восточной Европы, Сибири и плавучую ледяную плиту толщиной в километр в полярном океане. Эти подвижки вызывались разрушением шельфовых ледников. В результате каждой из подвижек в море сбрасывались сотни тысяч кубических километров льда за десятки лет. Это давало каждый раз существенное охлаждение климата и резко поднимало уровень океана. Подобное может произойти в будущем с ледниковым щитом Западной Антарктиды.

Доклады о режиме пульси-

рующих ледников за отдельные периоды между подвижками (два доклада Раймонда из США, доклад А. Б. Казанского из СССР) указывают на невозможность объяснить подвижки разогревом льда и на большую роль жидкой воды в изменении скоростей движения льда. Исключительным в группе докладов, посвященных режиму ледников, явился доклад сотрудников Института географии из Москвы — Л. Д. Долгушина и Г. Б. Осиповой. Тринадцатилетние наблюдения за ледником Медвежий на Памире, включающие две его быстрые подвижки в 1963 и 1973 годах, позволили по распространению воли скорости и прироста массы льда точно рассчитать время начала подвижки. Однако механизм начала подвижки по-прежнему неясен. Здесь важны признаки обнаруженных авторами крупных ско-

лов у ложа ледника. Для их изучения требуются геофизическое зондирование, бурение, анализ петрографии льда до, во время и после подвижки. Пробным камнем для многих теорий явилось бы описание начала подвижки и, в частности, фиксация места ее зарождения. До сих пор начало быстрой подвижки пропускалось исследователями. Может быть, теперь более наблюдательными окажутся телевизионные глаза спутников.

Семинар гляциологов в Алма-Ате, если и не разрешил тайны пульсирующих ледников, то, во всяком случае, позволил определить подходы к ее разгадке и оценить перспективы этих подходов.

«Знание —
сила».
февраль,
1977 год

15

«Цветок почвоведения», — так любовно определил свою науку доктор Сюта из Польши, и слова его встретили единодушное одобрение в зале заседаний Международного симпозиума по рекультивации. После ученых терминов — урбанизация, денатурализация, токсичность, оптимизация — и вдруг цветок! И в шутку, и вполне всерьез. А разговор шел очень серьезный: обсуждалось становление рекультивации как науки. К теме этой здесь возвращались постоянно, о чем бы ни заходила речь. Потому что рекультивация далеко уже вышла за пределы направления прикладного: рамки чисто технологических приемов стали ей тесны. Наступил тот естественный период, когда обилие накопленного материала делает неизбежным развитие теории, иначе невозможно уже разобраться во все разрастающемся научном багаже. Отсюда и не затихавшие во все дни симпозиума споры о терминологии, даже самый главный, давно уже укоренившийся термин «рекультивация» был поставлен под сомнение. Но не в словах суть. Налицо еще молодая, но при том весьма уже обширная и очень перспективная отрасль знаний со своим предметом и методом — неизменными атрибутами любой уважающей себя науки.

Хотя первые попытки восстановления нарушенных промышленными разработками земель делались еще в прошлом столетии, стремительное развитие рекультивации началось два-три десятилетия назад. Причиной тому — рождение новой мощной техники, позволившей добывать полезные ископаемые открытым методом с поистине фантастических глубин. Если прежде люди рылись в земле подобно кротам, подводя к подземным кладовым трудоемкие и дорогостоящие ходы, то теперь они получили возможность под открытым небом черпать земные дары со дна карьеров, с глубины в 200,

М. ЧЕРКАСОВА,
наш специальный корреспондент

Цветок почвоведения



1. Дикий лен и ковыль в Донецком ботаническом саду.
2, 4. Терриконы Донецка.

3. На рукотворном поле в бывшей балке Коваленков яр.

300, 500, даже тысячи метров! Эффективность открытых разработок обернулась, однако, дорогой ценой: гигантский объем земляных работ вызвал неслыханные доселе разрушения земной поверхности. Разрушениям подверглись все основные элементы ландшафта: геологический фундамент, почвы, растительность, живот-

«Знание — сила»,
февраль,
1977 год

16

ный мир. Миллионы тонн вынесенной на поверхность породы образовали высоченные горы, у подножия которых улеглись прямо-таки бездонные пропасти.

И все это — на огромных территориях. Так, в США только открытыми горными разработками повреждено 1,3 миллиона гектаров земли, а к 2000 году таких земель будет уже 2 миллиона. В ряде районов Англии с крупной добычей угля, железной руды и строительных материалов нарушенные территории составляют по площади почти 40 процентов. Более ста тысяч гектаров, ранее занятых полями и лесами, пострадало от разработок угля в ГДР, более тридцати тысяч — в ЧССР. В нашей стране площади нарушенных земель превышают миллион гектаров. В масштабе всей планеты такие земли составляют весьма ощутимую долю, и доля эта неуклонно возрастает.

Однако непосредственные разрушения — только лишь полбеды. Пропасти-карьеры стали наполняться водой, меняя гидрологический режим всей местности, — упала урожайность соседних полей, лугов и пастбищ. Из земных глубин часто извлекаются на поверхность токсичные породы или породы становятся токсичными под влиянием атмосферных условий. Так или иначе, но ядовитые вещества просачиваются в воды, разносятся ветром, загрязняют атмосферу. Отвалы (так называют горы породы) превращаются в источники заражения окрестных земель, площадь которых во много раз превышает размеры тех участков, где велись сами разработки...

Природные ландшафты, разрушенные или обезображенные до полной неузнаваемости, — ученые назвали их техногенными — и есть предмет рекультивации. И здесь нам придется не согласиться с доктором Сюта. Одним только почвоведением рекультиватору никак не обойтись. Ведь ему предстоит вернуть к жизни не одну лишь почву, а весь ландшафт в целом со всеми его многочисленными составляющими.

Проблема самая широкая, комплексная, вернее всего, географического порядка.

Впрочем, что значит «вернуть к жизни», к чему, собственно, стремится рекультиватор? Здесь как будто и нет вопроса: требуется снова вернуть землям продуктивность. Но что восстановить? В точности ли то, что было до нача-

ла промышленных разработок, или речь идет о чем-то новом? Строго говоря, восстановить «в точности то, что было» нельзя, можно лишь стараться к прежнему образцу приблизиться. Всегда ли только стоит это делать? К примеру, если поблизости город и велика потребность в местах для отдыха, можно приспособить карьеры на месте бывших сельскохозяйственных угодий под водоемы, запустить в них рыбу, построить лодочные станции и пляжи, а отвалы превратить в парк — волнистый рельеф в этом случае может даже оказаться очень кстати.

Словом, рекультиватор должен исходить из современных потребностей людей, интересов наиболее рациональной организации всего района в целом, перспектив его развития и, разумеется, из принципов охраны природы. Задачи рекультивации, таким образом, еще более расширяются. Это не просто восстановление земли, но восстановление ее в форме, наиболее выгодной обществу, конструирование нового ландшафта, где жить человеку удобно и приятно. Потому и привычный термин «рекультивация» оказался под ударом. Ныне, когда речь идет об оптимизации экологической среды в самом широком смысле слова, он сделался слишком узким.

Итак, современный рекультиватор приобрел еще одну специальность — ландшафтного архитектора, планировщика. А девиз его, провозглашенный на симпозиуме, — «делать лучше, чем было». Так чей же, в самом деле, цветок рекультивации?

И все же, наверное, прав доктор Сютя более чем наполовину. Ведь почвы — едва ли не самое главное во всем том хозяйстве, с которым имеет дело рекультиватор. Не будет почв — и ничего не будет: ни поля, ни леса, ни парка. Недаром признанная «королева» рекультивации Людмила Всеволодовна Моторина докладывала на симпозиуме о ландшафтно-экологических проблемах рекультивации, а «король» — доктор Конрад Вернер

СЭВ состоялся 15 лет назад. Нынешний, впервые собравшийся у нас в стране, здесь, в Донецке, — шестой по счету. Конечно, на таком большом собрании, каким явился симпозиум, очень многие впервые увидели друг друга. Ведь сюда съехались со всех концов нашей страны, из Венгрии, Болгарии, Польши, Румынии, ГДР, Чехословакии. Однако ядро собравшихся, будто магнитом притягивающее к себе всех остальных, состояло из людей,



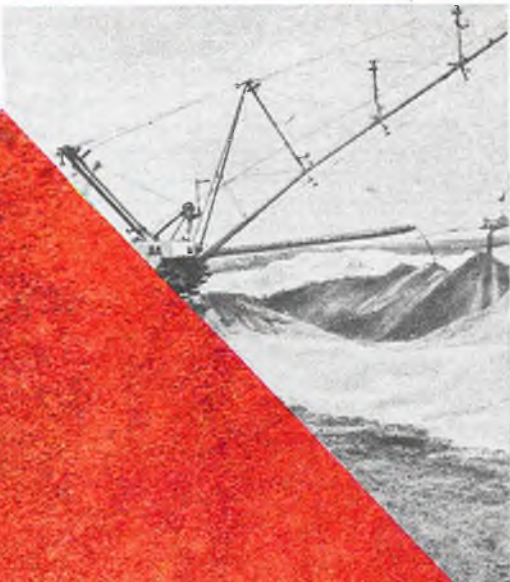
связанных давней и теплой дружбой. Отсюда и атмосфера деловой непринужденности и ценной всеми шуток, на что доктор Вернер, не раз председательствовавший на заседаниях симпозиума, великий мастер. А шуточные королевские титулы есть самое серьезное признание научных заслуг. В Институте ландшафтоведения и охраны природы Академии сельскохозяйственных наук ГДР, где доктор Вернер руко-

водит филиалом по рекультивации, восстановлением земли занимались значительно раньше, чем в других социалистических странах. Отсюда опыт распространился и к нам. Не раз на опытных полях в Дельците, где ведутся исследования, бывала и Людмила Всеволодовна Моторина, заведующая сектором рекультивации Центральной лаборатории охраны природы МСХ СССР (о его работах мы писали год назад).

Но вернемся к почвам. Восстановление их плодородия — дело в высшей степени тонкое, где особенно велика потребность в досконально разработанной научной стратегии. Просто насыпать сбереженную почву на разровненную поверхность — совершенно недостаточно. Слишком многое в ней сломано и безвозвратно утрачено — это уже не живая почва, а отдельные уцелевшие ее компоненты. Фактически же почвы приходится формировать заново — вот когда с полным основанием можно вспомнить о цветке почвоведения!

Доклад доктора Вернера и был посвящен стратегии почвообразования: как помочь микроорганизмам, почвенной флоре и фауне возобновить нормальную жизнедеятельность; как добиться оптимального содержания в почвах основных элементов — азота, фосфора, кальция, кислорода — и наладить в них нормальный обмен; какие севообороты применять, чтобы ускорить освоение растениями насыпанных почвенных слоев. Но это уже технологические тонкости, главное тут в том, чтобы специально подобранными мероприятиями отдельные компоненты почвы снова объединить в единое целое, заставив их слаженно работать, то есть добиться установления нового устойчивого биогеоценоза, работающего, как и прежний, по принципу саморегулирующейся системы. Как считает доктор Вернер, для установления такой системы при правильно разработанной тактике нужно 15—20 лет...

Заседания в уютном круглом зале пресс-центра гостиницы «Шахтер» были первой частью



5. Уголок степи на улице Артема.

6. Розовое поле, четыре года назад здесь был такой карьер — 7.

из ГДР — о проблемах почвообразования. Но тут, чтобы пояснить столь необычные титулы, мне придется отвлечься от сугубо теоретических вопросов, с которых начался мой рассказ, и остановиться на самом симпозиуме и царящей на нем атмосфере.

Первый симпозиум по рекультивации стран — членов

Фото автора и В. Бреля

«Знание — сила», февраль, 1977 год

17

симпозиума — теоретической, и из обсуждавшихся тут вопросов я выбрала наиболее общие, самые, на мой взгляд, интересные. Была еще и вторая часть, которую с полным правом можно назвать «большим практикумом». Начинался этот практикум с того самого момента, как участники симпозиума переступали порог аэро-

порта или железнодорожного вокзала, потому что сам Донецк, безусловно, был его объектом номер один.

РОЗЫ И ТЕРРИКОНЫ

— Вот уж никак не ожидал, что Донецк такой зеленый, такой красивый город! — обязательно восклицали попавшие в Донецк впервые.

Особенно красив центр Донецка — улица Артема и соседние с ней: высотные здания самой современной архитектуры, простор и масса зелени. По широком газонам привольно разбежались купы деревьев, а между ними красочная россыпь цветов — и каких! На улицах Донецка более миллиона кустов роз, ирисы, пионы — роскошные, породистые. Под стать цветам и деревья города. Удивительно хороши тут пирамидальные тополя, стройными рядами выстроившиеся вдоль улиц: ровный бархатистый ствол, густая безукоризненной формы крона. Это тополь Болле, родом из Туркестана, однако здесь так его научились выращивать, что приехавшие из Средней Азии лесоводы не смогли его узнать и попросили саженцев. А что за уютные уголки созданы руками городских озеленителей! И все это — в городе с высочайшей концентрацией промышленных производств, которому куда более пристали такие атрибуты, как заводские трубы, дым, копоть, пыль.

Есть все это и в Донецке в не меньших дозах, чем в любом индустриальном центре подобного масштаба. Более того, в Донецке есть такое, что встретишь далеко не всюду: уголь добывают тут прямо на улицах. Вернее, под улицами, но терриконы — громадные горы пустой породы — неременная принадлежность городского пейзажа. С верхнего этажа нашей гостиницы терриконы видны в полный рост и во всей своей красе. Одни ярко-рыжие, прямо-таки огненно-красные на закате, другие — серые, мышастые, третьи — пегие. Изредка на боку террикона можно заметить несмелые пятна зелени, но это — очень редко.

Возможно, терриконы даже красивы по-своему, и действительно можно сказать, что они определяют современное лицо Донецка, придавая ему своеобразный колорит, о чем с большим воодушевлением поведал нам городской экскурсовод. Только рекультиваторы смотрят на терриконы иными глазами — как на огромное зло. Террикон подобен затаившемуся вулкану. Внутри него колючет огненная масса, температура которой доходит до 600—700 градусов, горят мельчайшие кусочки угля.

К десяткам промышленных производств Донецка добавьте сотню с лишним терриконов, и станет ясно, сколь в нем напряженное положение с воздушным океаном. И, наверное, поначалу занялись здесь озеле-

нением не от хорошей жизни — вынудили обстоятельства. Не работай сейчас на полную мощность «зеленые легкие», город задохнулся бы от газов и пыли.

Площадь этих легких приближается сейчас к 20 тысячам гектаров, примерно 20 квадратных метров на одного жителя Донецка. А по санитарным нормам для города с миллионным населением положено 25. Донецк пока чуть не дотягивает, однако ни одному индустриальному городу мира не удалось подобраться к норме ближе. Но здесь не только поставили зеленый заслон дыму и копоти, полезное сумели сочетать с приятным: цветы возле самых шахт, на заводских дворах и в цехах, заводские и шахтные оранжереи, ежегодные цветочные выставки — цветы стали увлечением, гордостью горожан. Недаром решением Международного жюри ЮНЕСКО Донецк признан в 1970 году лучшим промышленным городом мира.

И все же нерешенных проблем тут хватает, и одна из самых главных — те же терриконы. Что с ними делать? Споры об этом не затихали все дни симпозиума. Какие только предложения тут ни обсуждались! Самое, наверное, радикальное состоит в том, чтобы оставлять пустую породу под землей. Такие опыты уже ведутся, в том числе и в самом Донецке. Однако тут требуется перевод всей угледобывающей промышленности на совершенно новую технологию, нужны большие средства и время. И пока терриконы продолжают вырастать.

Наверное, все идеи по поводу дальнейшей их судьбы можно свести к двум основным течениям. Сторонники первого предлагают вынести терриконы за пределы города, сторонники второго — обезвредить их на месте. В Донецке уже убран один террикон, а вместо него построены жилые дома. Обошлось все удовольствие примерно в миллион рублей — столько стоил вывоз породы. Можно, конечно, при разработке новых шахт сразу вывозить породу подальше от жилья. Но куда ее девать? Террикон — вещь, скажем прямо, немалая. Подыскать же надежные хранилища для миллиарда тонн породы — таков примерно на сегодняшний день объем всех полутора тысяч терриконов Донбасса — задача едва ли выполнимая.

Реальнее, пожалуй, обезвреживать их на месте. Самое лучшее, конечно, было бы засадить склоны террикона травой и деревьями. Получилась бы веселая зеленая гора, которая, и в самом деле, неплохо могла вписаться в городской пейзаж. Но не тут-то было! Недаром склоны большинства терриконов безжизненны, как лунная поверхность, — они одеты ядовитой коркой. А виной всему их горение. В породе большая примесь серы, и в

результате горения образуется серная кислота и токсичные для растений соли. Пока террикон горит, на нем не поселится ни одна зеленая былинка. Вот и выходит, что рекультиватор должен выбирать: либо ждать десятки лет, пока сам террикон потухнет, либо ему не остается ничего другого, как становиться пожарным.

И вот мы стоим на вершине террикона шахты 5—6. Под ногами — спекшиеся красные камни; теперь я знаю, что огненную окраску имеют терриконы, поверхность которых сложена перегоревшей породой. Сильный запах серы, волны горячего пара. Рядом в густых его облаках ревет бульдозер: идет тушение террикона по методике Макеевского НИИ горной промышленности. Пожар тут, у нас под ногами, — главный его очаг располагается в вершине конуса. Поэтому здесь монтируют гидромониторную установку, и струя воды под давлением подается в горящие слои. Когда температура слоя падает ниже 80°, его «размывают» по поверхности террикона — именно этим и занят сейчас бульдозер. И так слой за слоем. Террикон постепенно оседает, расплющивается во все стороны. Сейчас от 50 метров его первоначальной высоты осталось уже 30, но пока еще не ясно, сколько месяцев уйдет на тушение невидимого пожара, — ведь это первый опыт такого рода.

Следующий этап обезвреживания террикона — его озеленение — нам показали в другом месте, на давно уже угасшем терриконе шахты Центрально-Заводской, что высится над Донецким металлургическим заводом. Издали гора и впрямь выглядит зеленой — теперь на ней около 7 тысяч деревьев и кустарников. Однако Виталий Иванович Бакланов, научный сотрудник Донецкого ботанического сада, возглавляющий сейчас длинную колонну гостей, не склонен к особому оптимизму. Слишком крепким орешком продолжает оставаться террикон. Вблизи-то видно, что зеленый наряд горы весь в прорехах, а через них тут и там проглядывает ее мышасто-серое тело. Нет тут главного — сплошной зеленой кожи, которая закутала бы террикон с вершины до подножия, навеки законсервировав его под собой вместе со всем вредоносным содержимым.

Наиболее стойкими показывают себя тут в отчаянной борьбе за жизнь белая акация из деревьев, а из трав — костер и пырей. В следующем эшелоне идут вяз, ясень, ясенелистный клен, белый и черный тополя, желтая акация, шиповник и особенно поразивший меня дикий пятилистковый виноград. С невероятным упорством взбирается он все дальше вверх по осыпающейся серой поверхности, цепляясь изящными своими усиками за малейшую неровность. Были даже предложения сплошь заплетать ви-

ноградом поверхность террикона — не правда ли, неожиданная роль для этого солнечного растения?

Над озеленением терриконов бьются уже второй десяток лет: подбирают наиболее устойчивые растения, разрабатывают способы посадки и ухода, террасируют склоны, подают на них воду. Работают тут многие организации, производственные и научные: Донецкий городской трест зеленого строительства, Киевский институт леса, Украинская сельскохозяйственная академия, Донецкий лесхоз и, конечно, Донецкий ботанический сад Академии наук УССР.

СЕРЕБРЯНЫЕ ОСТРОВА

В практикуме участников симпозиума Донецкий ботанический сад сделан одним из основных объектов: несмотря на молодость — ему едва минуло десять лет, он исключительно интересен. Как и в других ботанических садах, здесь собирают коллекцию растений со всех концов света, выращивают цветы, выводят новые сорта, в том числе самыми современными методами — в саду работает группа мутагенеза. И хотя цветы тут дивные и коллекции уже богатейшие, не это показалось мне наиболее интересным, а то, что составляет примету именно Донецкого ботанического сада.

Вот, к примеру, отдел экологии и фитомелиорации, которым руководит Михаил Лукич Рева. Озеленением терриконов занимаются как раз в этом отделе, но терриконы — лишь один из многих разрабатываемых здесь вопросов промышленной ботаники, очень молодой и чрезвычайно популярной в Донбассе ветви ботанической науки. Главные эти вопросы директор сада Евгений Николаевич Кондратюк назвал в своем докладе, сделанном на последней, третьей киевской конференции «Растения и промышленная среда». Вот они: использование растений и их сообществ для борьбы с промышленными загрязнениями атмосферы, воды и почвы; разработка научных основ озеленения промышленных предприятий и индустриальных агломераций; моделирование устойчивых фитоценозов в условиях промышленной среды; разработка способов рекультивации земель, нарушенных промышленной деятельностью. В целом все эти вопросы можно свести к одной огромной проблеме всемерного оздоровления среды и создания наилучших антропогенных ландшафтов. И как видите, промышленная ботаника оказывается еще одним научным направлением, без которого никак не обойтись рекультиватору.

Но пройдем, наконец, по дорожкам Донецкого ботанического сада. Тут мне очень повезло: я была одна, а экскурсоводов сразу двое — заведую-

ший отделом природной флоры Дмитрий Сергеевич Ивашин и научный сотрудник отдела дендрологии Алексей Константинович Поляков. И я им очень благодарна: показывая мне свои владения, они не жалели ни времени, ни своих ботинок — дорожки после прошедшего недавно дождя раскисли до почти полной непроходимости. Асфальт остался позади вместе с великолепным разнообразием роз, ирисов, лилий, а эту часть сада, не пользующуюся особой популярностью у посетителей, пока не успели благоустроить. Но, по моему-то глубокому убеждению, главные сокровища сада находятся именно здесь, где собраны скромные представители местной флоры, совсем еще недавно самые обычные повсюду, а теперь перекочевавшие вдруг в разряд редких, вымирающих. Однако до сих пор это как-то не укладывается в сознании, и свое, родное, близкое часто продолжают считать чем-то второстепенным, не заслуживающим внимания. Да что говорить о непосвященных посетителях, если только в самое последнее время в ботанических садах начали создавать специальные экспозиции местных растений. Донецкий ботанический сад — пример в этом отношении исключительный.

Ковыль, типчак, перекати-поле — с самого детства растения эти врезались в память как типичнейшие представители степной растительности, так учили нас на уроках географии. Не знаю, сохранились ли эти растения в нынешних учебниках. Если да, значит, это еще одно из тех немногих мест, где они чудом уцелели. Потому что в природе они почти вовсе исчезли вместе с целинными украинскими степями, от которых дошли до наших дней лишь небольшие заповедные участки. Четыре вида ковыля уже занесены на страницы Красной книги СССР, другие ковыли, как и типчаки, и перекати-поле, — первые в нее кандидаты. А тут, можно сказать на улице Донецка, смотрю и не верю своим глазам: призрачная серебристо-сизая поверхность переливается передо мной прихотливыми волнами, сложенными, каждая, сотнями вспыхивающих на солнце пушистых нитей. Если присесть — так, чтобы были видны только ковыль и небо, — можно поверить, что волнуется серебряное море.

На делянках отдела природной флоры — около сорока видов ковылей, в том числе редчайшие. По соседству типчаки, а там высокие, по пояс, жирные сизые листья, что-то вроде капусты — это и есть перекати-поле, или катран. Всего же в отделе собрано около 350 видов степных растений, большей частью редких, исчезающих. Но здесь не только собирают отдельные растения, в саду пошли дальше — занялись моделированием местных степных ассоциаций. Растения или подбирают по одному, постепенно

добывая нужное сочетание, или привозят в сад живую дернину. И только благодаря труду группы энтузиастов можно здесь полюбоваться на призрачные ковыли или на такое чудо, как эта разнотравная степь. Чистейшей голубизны дикий лен, алые маки, стройные стрелки луков-эремурусов, васильки, шалфей, лобазник — каких только цветов тут нет! — и, не могу сдержать эмоций, весь этот восхитительный букет перевит серебряными нитями ковыля...

Но ковыль не только прекрасен, он показал себя отличным почвопокровным растением. Сейчас в Донецком ботаническом саду культура его освоена настолько, что передана в производство. Семенная база ковыля, наверняка единственная в мире, занимает тут площадь в 20 соток и ежегодно дает около центнера семян. Однако уже сейчас, чтобы удовлетворить все заявки, семян требуются тонны — в самом деле, что может быть лучше, чем превращать негодные пустыри в серебряные ковыльные острова.

По своим почвопокровным свойствам не отстает от ковыля и типчак. А перекати-поле вообще сущий клад: весной он первым отрастает листья, щедро снабжая всех нуждающихся свежей зеленью, полной витаминов и ценных аминокислот — лучшую витаминную подкормку для скота и придумать трудно. Из его листьев получается отличный силос, причем за лето он дает 3—4 урожая зеленой массы. К тому же катран — ценный медонос.

В саду разводят десятки исконных степных растений. «Защищая поверхность земли от водной и ветровой эрозии, они одновременно могут быть использованы как ценные кормовые, медо- и пергоносные, пищевые, витаминные, лекарственные, эфиромасличные, дубильные, древесинные и другие полезные растения» — это из доклада Дмитрия Сергеевича. Вот и получается, что рекультиватор кровно заинтересован в том, чтобы не было утрачено ни одно на свете растение, — даже самый злейший сорняк, который травят всеми возможными способами, может сослужить верную службу. Охрана растительного мира — еще одна молодая ветвь ботанической науки — органично укладывается в его багаже.

Есть тут и еще один момент, неразрывно связанный, по моему, с проблемой создания оптимальных антропогенных ландшафтов. На улице Артема я знаю один уголок сквера, где нет ни роз, ни пионов. И все-таки, да не обидится на меня искусные цветоводы, нет в городе уголка прекраснее. Огненно вспыхивают тут дикие маки, ясными голубыми глазами глядит дикий лен, снежно-белой ковровой дорожкой улеглись ясколки. Композиция целиком состоит из местных степных растений — это работа сотрудников Ботанического сада.

Степь, та самая степь, которая в окрестностях Донецка уже вымерла, воскресла вдруг на его улице, где проплывают троллейбусы и вспыхивают неоновые рекламы. И это замечательно, потому что розы и пионы могут украшать любой город, а такие вот степные островки пристали именно Донецку, городу, родившемуся в степи, они делают его лицо.

«ДЕЛАТЬ ЛУЧШЕ, ЧЕМ БЫЛО»

На последнюю экскурсию мы уезжаем далеко от Донецка. Автобус мчит по шоссе среди пшеничных полей, а на горизонте то тут, то там видны черные конусы терриконов или неожиданно вырастают меж полей заводские трубы и корпуса. Так уж распорядилась природа, что под щедрым слоем драгоценного чернозема оказались запрятанными не менее ценные сокровища. Донбасс промышленный и Донбасс хлебный вынуждены уживаться на одной земле, и это, ох, как не просто: потянешься за одним, теряешь другое. Только лишь за десятилетие с 1961 по 1971 год на Украине под открытые разработки полезных ископаемых было изъято 355 тысяч гектаров пашни. И хотя после принятия закона об охране почв ежегодные площади отводов продуктивных земель снизились в восемь-девять раз, в республике накопилось много земель, нуждающихся в заботе рекультиватора.

В Дружковке, где добывают высококачественные огнеупорные глины, в рудоуправлении нас уже ждут. В автобус поднимается очередной наш экскурсовод — Николай Семенович Отришко, сотрудник рекультивационного опорного пункта Донецкого горнорудного института. И снова поля за окном, только желто-зеленый цвет поспевающего хлеба они меняют на густой розовый — цветет кормовая культура эспарцет. Автобусы останавливаются среди розового поля. Поле как поле — звенят жаворонки, суетятся пчелы на цветах. И тут выясняется, что полю этому пошел всего четвертый год от роду, а перед тем тут был карьер около тридцати метров глубиной и высились горы отвалов той же примерно высоты. «Даже старожилы говорят, что все тут — в точности как и было, — добавляет довольный эффектом Николай Семенович, — кто уезжал, даже не верит, что велись разработки».

Конечно, на этом поле еще не пшеница, как прежде, до нее очередь еще не дошла. Здесь сейчас в действии та самая стратегия почвообразования, о которой говорил на симпозиуме доктор Вернер. И безусловно, главнейшей специалист по этой стратегии в условиях Донбасса Лина Васильевна Егерева из Украинского НИИ почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского.

Дружковский рудник — производственная база института, а поле это — живая иллюстрация к тому докладу, что Лина Васильевна делала на симпозиуме и очень волновалась тогда, как понравится ее поле. Но успех полный, и свидетельством тому — окружившее ее плотное кольцо внимательных слушателей.

А потом нам показали еще одно поле — поистине уникальное и в полном смысле слова рукотворное, потому что прежде поля тут и не было, а была глубокая балка Коваленков яр, не доставлявшая колхозу ничего, кроме неприятностей. И вот при разработке нового карьера, чтобы обойтись без злобных гор отвалов, придумали сразу возить вынутый грунт сюда, в балку. Прежде же чем начать балку засыпать, решили посмотреть, нет ли в ней чернозема. Снимать его перед началом земляных работ здесь уже сделалось законом. Посмотрели и ахнули — такого склада чернозема, намытого за сотни лет с соседних земель, видеть еще не приходилось. 240 тысяч кубометров чернозема вынули из балки, большая его часть до сих пор лежит в буртах, обрамляя ее. Впрочем, балки-то уже нет: ее засыпали, заровняли, нанесли сверху положенный слой того самого чернозема, и еще про запас осталось. Получилось сто гектаров отличного поля, уже переданного колхозу.

Вот почему, как нигде, шелкали фотоаппараты и гудели кинокамеры: налицо тот самый случай, когда выполнен был девиз рекультиваторов — «делать лучше, чем было». Тот исключительный и такой желанный случай, когда горные разработки пошли не во вред земле, а на пользу. Сейчас по просьбе колхоза засыпается еще одна балка.

На обратном пути автобус наш гудит, как растревоженный улей. Ни одного незаинтересованного лица.

— Да, им-то хорошо тут живется, чернозема — завались, целых два метра, тут можно поля делать. А нам как быть? У нас всего тридцать сантиметров плодородного слоя, его и снять как следует нельзя, а носить и вовсе нечего, — в голосе женщины почти слезы.

А там, возле окна, я вижу свою соседку по номеру Раису Александровну Маракину. Ее не узнать — довольная, разговорчивая, наготове у нее бесконечное количество вопросов. А приехала в самом унылом настроении: у них в Целинограде только-только начинают заниматься рекультивацией, опыта никакого, а проект на рудник не утверждают до тех пор, пока не будет составлен план рекультивационных работ, которым ей и надлежит заниматься. Что делать совершенно неизвестно. Нет, теперь-то она уже так не думает, теперь — совсем другое настроение, своими глазами видела: делать можно.

«Знание — сила»,
февраль,
1977 год

19

Г. БЕЛЬСКАЯ

Цвет, закаленный в огне

Создание сульфидно-цинковых стекол — одно из самых интересных открытий в стеклоделении за последнее десятилетие.

Родившись в печи технолога, новые стекла совершили подлинный переворот в декоративно-прикладном искусстве.

Художники первыми сумели оценить те почти неограниченные возможности, которые давал им новый материал. И родилось новое искусство — искусство многокрасочных стекол.

Найдя природный или создав искусственно новый материал, человек начинает для него поиски наилучших форм. Увы, поиски обременяет багаж традиций: для многих других, предшествующих материалов уже были найдены и тысячекратно с успехом повторены свои линии, пропорции, фактуры. Прибегнуть к уже известному так заманчиво! И так бесперспективно. Живой тому пример — пластмассы. Изделия из них старательно, весьма старательно подделывали под мрамор, бронзу, дерево, чугун, стекло, керамику, даже под плетение из солом. Но естество всегда выходило наружу, сбрасывая со своих холодных, но по-своему прекрасных плеч маскировочный халат малоуместных подделок.

Иногда через тысячелетия форма приносит воспоминания о том материале, для которого она была естественна и вместе с которым она родилась. Каменные (или кирпично-штукатурные) колонны современных торжественных построек нет-нет да и украсят желобки — каннелюры. Но ведь это тысячи лет назад в безлесных краях подпирали крышу колоннами — подпорами из связок тростника. И желобки на подпорах получались тогда сами собой. От стволов деревьев и связок тростника, через мрамор и гранит, к бетону, кирпичу и штукатурке, через сотни абсолютно несхожих материалов проходит форма, на удивление несменяемая.

Но есть такой материал, который являет нам нечто прямо противоположное. Тысячекратно изменяя форму, назначение, фактуру, цвет, способы производства, он остается материалом, который невозможно не узнать в любом облике. От вазы ассирийского царя Саргона и уникальных изделий Причерноморья до стеклянных колонн Ленинградского метрополитена и зеркальных витрин нового Арбата — многоликий и всегда узнаваемый материал, стекло.

Наша коллекция рассказывает об одном из последних

открытий в стеклоделении — создании сульфидно-цинковых стекол.

Вот оно, это стекло, перед вами. Оно уже превратилось в произведения искусства и стало украшением музеев мира. А начиналось все буднично, без предвидений и предчувствий открытий и успехов.

В 1950 году на Ленинградский завод художественного стекла поступила инженер-технолог Евгения Александровна Иванова и стала заниматься протравой. Протрава — окрашивание стекла с поверхности какими-нибудь солями. Паста с солями, скажем, серебра или меди при определенной температуре вводится в стекло с поверхности, и стекло окрашивается на глубину в доли миллиметра. По такой цветной поверхности можно дать резьбу, нанести рисунок. Это древний способ получения декоративных стекол. В средневековье для витражей делали цветное стекло именно таким способом. И сейчас в Чехословакии, например, этот процесс распространен, и мастера-виртуозы добиваются результатов удивительных.

Но процесс протравления сложный, очень трудоемкий, стекло нужно нагревать раз три, есть много тонкостей, которые делают протраву непомерно дорогой, неэкономичной.

И поначалу мысли нового технолога были заняты тем, как удешевить и упростить этот процесс. Ее душе было близко декоративное стекло. Но стекло не яркое, не резкое, чисто красное или чисто синее, а «неправильное», как она говорит, то есть приглушенных, мягких тонов, с богатством полутонов и оттенков. Словом, такое, какого и не было вовсе. Чтобы в одной вазе были все цвета осени и иней первых заморозков. Или цвет зари и искрящаяся роса на траве, и не в рисунке, а в самом стекле, в его многоцветье. Именно такое стекло она придумывала, воображала, и что бы ни делала, мысли о нем каким-то образом влияли на ход работы. Так и

с протравой — она пыталась упростить производство, но в то же время выбирала путь, который давал хоть малую надежду на создание «своих» стекол.

В это время в литературе уже описывались способы получения рубинового стекла в результате однократного обжига. Для этого необходимо было вводить в стекло вещества, которые тут же восстанавливали бы ионную медь. В качестве таких веществ рекомендовали сульфиды — соединения серы. Евгения Александровна для своих исследований выбрала цинковое стекло, а не известково-натриевое потому, что в нем не возникали «мутности», и принялась за эксперименты

1. В. Шевченко, завод «Красный Май», вазы «Слияние».

2. В. Шевченко, завод «Красный Май», ваза «Весенний луг».

3. Л. Кучинская, завод «Красный Май», вазы «Подснежники».

4. В. Шевченко, завод «Красный Май», ваза «Гнездо».

5. В. Шевченко, завод «Красный Май», ваза «Новолуние».

6. С. Коноплев, завод «Красный Май», ваза «Фантазия».

7. А. Новиков, завод «Красный Май», ваза «Ветка».



И в том, что она выбрала именно цинковое стекло, и в том, как повела свои опыты, были причины успеха.

Что будет, если выйти за пределы рекомендуемых режимов и дозировок? Она экспериментировала до тех пор, пока добавка становилась абсурдной, но благодаря именно такому стилю работы она хорошо узнавала стекло, подмечала множество его свойств, капризов и возможностей. И настал момент, когда, давно выйдя за все допустимые преде-

лы добавок, она вдруг получила стекло, в торце которого были видны три слоя — с внешних сторон мутное, совершенно непрозрачное, а посередине яркое темно-красное и прозрачное. Это на одном стекле,

и глухим, а чуть прозрачным, лишь немного притушенным, словно акварельным.

Реакцией окрашивания сульфидно-цинковых стекол, где каждый компонент становился и активным красителем и активным глушителем, появилась возможность управлять. Можно было добиваться самых фантастических сочетаний — от прозрачных, светло-янтарных



до полностью глухих, черных тонов.

В один прекрасный день в ее руки попал брак — светло-глухие пятна, почти белые, и к тому же местами с опаловой пленкой. Это случилось, когда в стекло ввели цинк для улучшения прозрачности и блеска, но под действием тепла и дыма от непрогоревшего угля результат получился совсем неожиданный — обратный. В эту минуту и родилась идея «опала», великолепной голубовато-белой дымки, что украшает сейчас лучшие произведения из сульфидно-цинкового стекла.

В тех вовсе непредусмотренных белых пятнах она вдруг

при одной добавке, при одном обжиге, и вдруг — рисунок, многоцветье! Не начало ли это «ее» стекло?

Уже через очень короткое время она могла воспроизводить бесчисленное число раз заданный — именно заданный — цвет и рисунок. Более того, внешний слой стал не мутным

увидела изморозь на осенней листве, белый морозный узор, словом, «свое» стекло, и ухватилась за этот брак, как за что-то долгожданное.

Чем сильнее и дольше грели стекло, тем более оно мутнело. Выяснилась четкая закономерность, и родилось открытие, результатом которого явился один из самых эффектных и в то же время самых простых методов художественного оформления стекла — метод термического декора. Не обязательно греть все изделие — можно рисовать жаром по стеклу, и рисунок получится вполне зримым, но вовсе не жарким, красным, а морозным, белым.

И еще одно открытие было сделано Е. А. Ивановой — самый лучший опал, по красоте и чистоте почти как драгоценный, можно получить на изделии, выработанном не целиком из сульфидного стекла, а лишь на сульфидной «затравке», на которую затем набирается бесцветное стекло. Так комбинация из двух простых стекол, найденная путем бесчисленных проб и проверок, стала в стеклоделении одной из самых знаменитых, ибо она давала «лунный камень», во все времена считавшийся вершиной стекловарения.

Для его получения итальянские мастера применяли сложные соединения фтора, фосфора, олова, мышьяка, цинка, прибегали к поистине хитроумной технологии. «Лунный камень» потому и был баснословен дорог. Теперь легендарный опал получен простейшей комбинацией двух стекол. Опал любого цвета. На красном стекле он мог быть сиреневым, фиолетовым, розовым, золотистым. На голубом — зеленым и желтым. Более того, в отраженном свете цвет был одним, а в проходящем, пронизывающем — совсем иным. Вещь приобретала необыкновенную привлекательность, мягкость, обаяние переменчивости, жизни, и возможности художника стали почти безграничными: одно стекло, одна вещь могла быть сколь угодно многокрасочна.

И если раньше художественное стекло оценивали по цвету, его интенсивности и прозрачности, теперь новое стекло можно оценивать по гамме цветов, по изысканности многоцветья, по мягкости переходов, по прозрачности опала и его «глухости».

Ну, а если на сульфидную «затравку» набрать не простое стекло, а хрусталь? Или комбинировать сульфидные стекла с цветными? Получится вообще никому не известное ранее такое дымчатое стекло, в котором свинец образует мельчайшие темные кристаллы, дающие неуловимые переходы от золотистого-бурого до черного цвета. И стекла с великолепной, словно излучающей свет фактурой. Такие простые драгоценные стекла!

Стекло — всегда изменчиво, всегда по-новому прекрасно.



Поиски энергии продолжаются

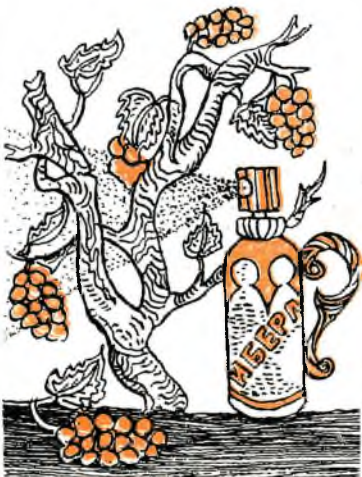
В связи с энергетическим кризисом в капиталистических странах ведутся лихорадочные поиски новых видов энергии. Если прочесть десяток-другой журнальных статей, посвященных этому вопросу, то может сложиться впечатление, что лет через двадцать уголь и нефть уже не понадобятся, их заменят другие источники энергии. Но вот недавно английские специалисты трезво подсчитали возможности своей страны в этом отношении и пришли к неутешительному выводу, что к 2000 году использование энергии Солнца, земного тепла, ветра, приливов и морских волн сможет обеспечить Англии всего лишь 6—8 процентов потребности.

Урожай растут...

Индийские ботаники из университета Нью-Дели научились менять пол цветов

некоторых растений. Новый метод основан на гормональных превращениях. Так называемые гиббереллины — виды растительных гормонов — используют для превращения женских плодов в мужские, а гормон этефон приводит к противоположным результатам. Этот метод уже успешно применяют для увеличения урожая кокосовых орехов, папайи, шелковицы.

Рисунки Т. Беляевой



Встреча в джунглях

С американским путешественником Гарольдом Стефенсом и его спутниками произошел невероятный случай: в джунглях северных районов Малайзии они встретили семейство белых двурогих носорогов. Стефенс категорически отказался сообщить местопребывание этих зверей, которые до сих пор считались исчезнувшими. Причина такого поступка очевидна: Стефенс боится, что оружие браконьеров, туристы, любители острых ощущений могут лишить нас последних представителей этого вида животных.

Курица с корнями или гриб с крыльями?

Английским биологам удалось объединить клетки курицы с клетками гриба. Пока эта экстравагантная идея воплощена лишь на клеточном уровне, и будущее ее предвидеть невозможно. Что будет на конечном этапе? — курица с корнями или гриб с крыльями?

Однако авторы эксперимента все же проникли за барьер, разделяющий растительный и животный мир. Известно, что растительные клетки окружены пектоцеллюлозной оболочкой, которой нет у животных клеток. Для разрушения этой оболочки ученые использовали энзимы, продуцируемые грибом микроспоретнем верукария, а также другие вещества, в частности полиэтиленгликоль. Соединив клетки красных кровяных шариков, взятых от курицы, и клетки пивных дрожжей — грибов, биологи получили так называемые гетерокарионы — клетки с двумя ядрами. Правда, пока еще не удалось заставить эти ядра делиться, но в будущем красные кровяные шарики ученые предполагают заменить быстро делящимися клетками животного происхождения.

Уже сейчас эти эксперименты представляют огромный практический интерес. Создание и культивирование в больших масштабах гибридных тканей* позволит использовать их как корм для животных. Можно получить гибриды, использующие процесс фотосинтеза благодаря прямому усвоению солнечной энергии для создания различных нужных человеку веществ. Кроме того, с помощью таких гибридов можно организовать дешевое производство водорода, который, по мнению многих ученых, имеет все шансы стать горючим будущего.

Слышу лишь то, что хочу

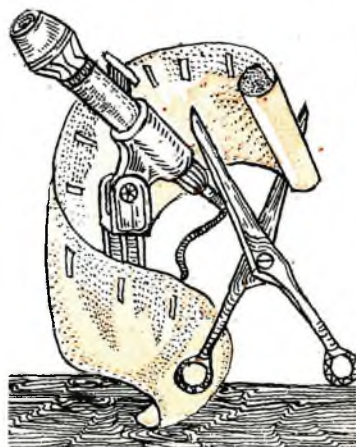
Если мы говорим по телефону из заводского цеха, машинописного бюро или просто из комнаты, где разгулялась веселая компания, все посторонние звуки ухитряются проникнуть в микрофон. И наш собеседник вынужден постоянно переспрашивать нас, что беседе не очень-то способствует.

Японская фирма «Ниппон телефон-телеграф» разработала аппарат, который «слышит» и передает только информацию, но не помехи. Этот телефон содержит в себе два небольших цилиндрических электрода, один внутри другого, причем они взаимно изолированы. Стоит абоненту прижать аппарат к лицу, как аппарат становится конденсатором, между электродами которого — диэлектрик в виде кожи. Во время речи кожа вибрирует, а стало быть, меняется ее электроемкость. Эти изменения регистрируются и превращаются в электрические импульсы, обычным путем летящие по проводу, на противоположном конце которого их можно превратить в звуковую волну.

В результате атмосферные помехи от окружающей абонента среды в телефон не попадают, и при любом шуме ваш собеседник слышит только вас. Интересно, что новинкой заинтересовались фирмы, поставляющие приборы быта для инвалидов. Дело в том, что при некотором усовершенствовании такой телефон может помочь общаться людям, страдающим расстройством речи.

Новый диктофон...

...появился во Франции. Вместо обычной магнитофонной ленты в нем используется бумажная лента с магнитным покрытием. На ролик шириной 12 сантиметров и длиной 30 метров можно записать несколько сот страниц текста. Преимущества нового устройства: во-первых на бумажной ленте можно делать письменные заметки, а во-вторых, ленту можно разрезать на страницы и хранить в обыкновенных папках.



Человек вызвал землетрясение

7 июня 1974 года вблизи городка Уаппинджер-Фоллс, что в штате Нью-Йорк, произошло землетрясение. Толчок был несильным, и ни жертв, ни разрушений он не вызвал. На следующей неделе последовали повторные толчки. Их было более сотни. Причем 42 из них оказались достаточно сильными, так что их сумели записать разбросанные по всей стране сейсмические станции. Однако и они были совершенно безвредны.

Что же привлекло интерес ученых к этим, в общем-то, заурядным событиям? Дело в том, что, изучив записи сейсмологических приборов, Пол Помрой из Геологического управления штата Нью-Йорк в соавторстве с Марком Л. Сбаром из Ламонтской геологической обсерватории пришли к выводу, что это землетрясение было вызвано человеческой деятельностью. Оказалось, что все повторные толчки происходили или внутри огромной толщи доломитовых известняков, в которых находилась давно и интенсивно разрабатываемая каменоломня, или непосредственно под ней. И глубина фокуса землетрясения была необычно мала — от нуля до полутора километров, то есть тоже почти на поверхности, с сейсмологической точки зрения.

Рассмотрев эти факты, а также плоскость разлома земной коры, связанного с землетрясением, объем выделявшейся при этом энергии и прочие обстоятельства, исследователи пришли к заключению, которое они изложили в своем докладе на Годичной конференции Американского геологического союза в Солт-Лейк-Сити: «Подземный толчок 7 июня 1974 года в районе Уаппинджер-Фоллс был несомненно вызван разгрузкой напряжения в земной коре, связанной с добычей камня в здешних штольнях».

А. ШУМИЛОВ

Раздумья об океане

Окружающий нас мир устроен не так уж плохо. Чем глубже мы познаем его, тем лучше видим сложность его устройства и тем больше ей удивляемся. И тем чаще задумываемся, в чем причина окружающей нас гармонии.

Сто с лишним лет прошло после того, как Дарвин создал свою теорию эволюции. Роль естественного отбора в формировании окружающего нас органического мира живой природы общепризнана. Целесообразность его устройства уже не кажется нам необъяснимой.

В меньшей мере задумываемся мы о гармонии мира неорганического. Но оказывается, что и океан, и атмосфера, вся земля в целом реагируют на воздействия извне. Причем реакция эта не случайна.

Впрочем, судите сами.

Вы помните: Лем — мыслящий океан планеты Солярис.

Океан делает то, чего не умеют (даже в том фантастическом будущем) люди. Солярис вращается вокруг двух солнц, его орбита должна непрерывно изменяться из-за непостоянства сил притяжения. Однако этого не происходит: океан-мозг стабилизирует орбиту! Он управляет гравитационным полем!

Что, кажется, может быть фантастичней картины, нарисованной польским писателем?

«Для меня важно было... показать. Неизвестное, — писал Станислав Лем в предисловии к своей книге. — Я хотел за этой повестью, что в космосе нас наверняка подстерегают неожиданности. Думаю, что дорога к звездам обитателям будет не так долгой и трудной, но и насыщенной многочисленными явлениями, которые не имеют никакой аналогии с нашей земной действительностью».

Ничего похожего на земную действительность?

Вовсе нет! Земной океан действует иногда удивительным образом. Его реакция на внешние воздействия, его способность регулировать процессы, происходящие не только «внутри», но и «вне» его, например в атмосфере, поразительны.

ОКЕАН ПРОТИВ СОЛНЦА

Давайте, например, посмотрим, что происходит, когда Солнце нагревает океан. Кстати, солнечная радиация приносит 95—99 процентов всего поступающего в океан тепла — это основной источник энергии всех процессов, происходящих в океане.

Сразу надо заметить, что «солнечный нагреватель» расположен очень неудобно — сверху. «Почему неудобно?» — спросите вы. Вспомните: радиатор отопления укреплен в вашей комнате внизу. Воздух, нагревшись у радиатора, становится более легким и поднимается вверх, постепенно распространяясь по всей комнате. А понизу к радиатору подтекают все новые и новые порции холодного воздуха. Таким образом, прогревается весь воздух, возникающее перемешивание создает однородную температуру во всей комнате.

Если бы радиатор отопления был укреплен на потолке, то он нагревал бы только слой воздуха, непосредственно прилегающий к нему. Этот теплый (более легкий) воздух оставался бы наверху.

Но ведь именно такая ситуация, казалось бы, возникает в океане. Верхний слой воды толщиной всего один метр поглощает 95—99 процентов солнечной радиации. Этот тонкий слой — 60 сантиметров. Это количество тепла достаточно, чтобы подогреть слой толщиной всего за сутки на 50—60 градусов. Через два дня поверхность океана должна закипеть. Океан испарится?

Нет, этого не происходит. Океан сам охлаждает свою поверхность.

Во-первых, океан стремится отдать тепло назад, в атмосферу. Как и любое тело, температура которого выше абсолютного нуля (-273.16°C), океан излучает, причем тем больше, чем выше температура его поверхности. Количество

тепла, затрачиваемое на собственное излучение, пропорционально температуре в четвертой степени. При этом излучение охлаждает очень тонкий слой воды — миллионные доли сантиметра.

Но собственного излучения было бы недостаточно (вспомните: песок в пустыне днем нагревается до $70-80^{\circ}$, хотя и он излучает). Океан еще и испаряет, а испаряя — охлаждается. Чтобы понять, почему при испарении происходит охлаждение, нужно вспомнить молекулярный механизм этого процесса.

В воде отдельные молекулы связаны силами взаимного притяжения. Это не мешает им постоянно хаотически перемешиваться, причем отдельные молекулы движутся с различной скоростью — одни быстрее, другие медленнее. Для того чтобы «испариться», вылететь через поверхность воды, молекула должна разорвать межмолекулярные связи. Понятно, что это могут сделать лишь самые «быстрые», обладающие наибольшей кинетической энергией молекулы. Постепенно в воде останутся лишь «медленные» молекулы, а «медленный» в этом случае синоним слова «холодный». Ведь температура тела есть мера кинетической энергии его молекул — температура зависит от скорости молекул.

Поэтому при испарении и понижается температура поверхностного слоя океана. Толщина охлаждающегося слоя не больше расстояния, которое молекула может пролететь без столкновения с другими молекулами. Это расстояние называется длиной свободного пробега молекулы — оно не превышает сотысячной доли сантиметра.

Таким образом, океан постоянно охлаждает себя. Очень важно заметить, что чем больше тепла получает океан, тем выше его температура, тем больше тепла он и отдает. В самом деле, собственное излучение, как мы видели, прямо пропорционально температуре. С ростом температуры увеличивается и испарение: ведь скорость молекул при этом возрастает, им легче разорвать межмолекулярные связи. Да и силы притяжения между молекулами ослабевают при увеличении температуры.

Если океан получает немного тепла (например, рано утром), то он успевает возратить все тепло в атмосферу. Однако, если поступление тепла увеличивается, наступает момент, когда океан уже не в состоянии полностью возратить тепло. Океан начинает нагреваться. В этом случае «включаются» механизмы перераспределения тепла, и нагревание замедляется.

Какие же это механизмы?

Мы видели, что непосредственная отдача тепла происходит на самой поверхности. Поэтому температура тонкого поверхностного слоя становится на несколько десятых градуса

«Знание —
сила»,
февраль,
1977 год

или даже на целые градусы ниже, чем температура подстилающей воды. Как говорят океанологи, возникает холодная пленка. Ее толщина обычно не превышает 2—3 мм. Плотность воды в пленке из-за перепада температуры больше плотности нижележащего слоя. До какого-то момента времени неустойчивое равновесие может сохраниться, но затем возникает микроконвекция, холодная пленка обрушивается вниз. При этом температура в некотором слое выравнивается.

Обратите внимание: чем больше тепла поступает, чем выше становится температура океана, тем больше тепла океан отдает, тем ниже температура холодной пленки, тем чаще возникает микроконвекция и, следовательно, тем меньше повышается температура в поверхностном слое.

Однако микроконвекция не очень эффективный, маломощный механизм перемешивания. Если поступление тепла продолжает увеличиваться, а температура океана, следовательно, продолжает повышаться, то «включаются» новые, более эффективные механизмы перемешивания, самый совершенный из которых — вихри Ленгмюра. Микроконвекция выравнивает температуру в слое до 20—30 см, а вихри Ленгмюра обеспечивают перемешивание в слое толщиной до нескольких десятков метров. Частица воды при этом совершает спиралеобразное вихревое движение — горизонтальный штопор.

Но для возникновения вихрей Ленгмюра необходим ветер.

И океан сам создает ветер!

Дело в том, что если какая-то часть океана прогрелась, она, естественно, нагревает и соприкасающийся с ней слой воздуха. Этот воздух становится легче и поднимается вверх (как у радиатора отопления в вашей комнате), а из соседних, более холодных частей океана подтекают новые порции воздуха. Так и возникает ветер, усиливающий перемешивание.

Конечно, не все так просто, здесь есть тонкости, на которых я не останавливаюсь. Но важно отметить постоянное сопротивление океана внешнему воздействию. Увеличивается нагрев — увеличивается теплоотдача. Мало этого — возникает микроконвекция. Опять недостаточно — возникают движения воздуха, образуются вихри Ленгмюра. В результате температура поверхности океана повышается медленно.

Мы рассмотрели с вами только случай, когда океан нагревается. Однако точно так же океан будет сопротивляться и любому другому внешнему воздействию. И тут можно увидеть проявление некоторого общего закона.

На иллюстрациях на фоне океанских волн отражены те процессы, о которых и повествуется в статье.



ПРИНЦИП ЛЕ-ШАТЕЛЬЕ

Еще в 1884 году французский химик Ле-Шателье сформулировал этот общий закон. Впрочем, по-видимому, самому Ле-Шателье не были до конца ясны границы применимости «принципа». Во всяком случае, формулировка закона постепенно изменялась, обретая все более всеобъемлющий характер.

Мы можем сформулировать принцип Ле-Шателье так:

«Всякое внешнее воздействие на систему стимулирует развитие процессов, стремящихся ослабить внешнее воздействие, свести к минимуму отклонение системы от состояния равновесия».

Здесь необходимо заметить, что зачастую система пытается ослабить внешнее воздействие очень «хитрым», косвенным образом, так сказать обходным маневром. Если, например, мы подвергнем некоторый объем воды действию давления, то увеличится... температура воды. Все в согласии с принципом Ле-Шателье! Ведь под воздействием давления вода будет сжиматься. Но при увеличении температуры вода, как известно, расширяется. Поэтому температура и будет возрастать, чтобы хоть отчасти компенсировать сжатие.

Океанологам хорошо известно это явление — у дна океана температура немного повышается.

Надо сказать, что иногда нам совсем не понятен механизм действия принципа Ле-Шателье. Мы видим, что океан успешно сопротивляется тому или иному внешнему воздействию, но не понимаем, как это происходит.

Ветер, например, передает механическую энергию океану. Под воздействием ветра на поверхности океана возникают течения, образуются волны. При этом эффективность передачи энергии определяется некоторым параметром, который океанологи называют «шероховатостью». Чем больше шероховатость, тем больше скорость возникающих течений, тем выше волны.

Но из опытов, проводимых с твердыми поверхностями, известно, что шероховатость зависит от высоты неровностей поверхности. Например, шероховатость зеркального льда значительно меньше, чем шероховатость песка или травяного газона. Поэтому, казалось бы, шероховатость будет возрастать с увеличением высоты волны.

Ситуация вроде бы опять складывается очень неблагоприятно. Ведь с увеличением скорости ветра высота волн увеличивается. Если бы при этом возрастала и шероховатость, то все больше бы энергии ветра передавалось волнам. Их высота неудержимо возрастала бы.

Но система эта не так проста.

В отличие от твердой поверхности шероховатость океана, наоборот, уменьшается с рос-



том высоты волн, внешнее воздействие ослабляется, уменьшается передача энергии ветра. Волны увеличиваются, а в аэродинамическом смысле океан становится все более «гладким» — шероховатость уменьшается.

Не правда ли, парадоксально? Высота волн достигает 10—12 метров, а ветер скользит над поверхностью, как будто она зеркально гладкая!

Конечно, действие принципа Ле-Шателье проявляется в этом случае очень эффективно. Но как океан добивается такой удивительной «гладкости», остается непонятным.

Впрочем, мы, пожалуй, углубились в слишком специальные вопросы. Давайте лучше посмотрим, как работает вся система взаимосвязей различных процессов на земном шаре.

ОКЕАН В СИСТЕМЕ ПРОЦЕССОВ НА ЗЕМНОМ ШАРЕ

Известно шутовское рассуждение Дарвина о том, как зависит урожай клевера на пригородных полях от количества старых дев в Лондоне: клевер из-за строения его цветка могут опылять только шмели, имеющие очень длинный хоботок. Стало быть, чем больше шмелей, тем больше клевера. Но шмели часто живут в норках мышей-полевков, которые, естественно, часто уничтожают незваных гостей. Значит, чем меньше мышей, тем больше шмелей. Мышей меньше, если больше кошек. — это утверждение пояснять не надо. Но всем известна любовь одиноких женщин к домашним кошкам. И стало быть, чем больше старых дев, тем больше кошек.

Всякое изменение в одном из звеньев системы сказывается на всей системе в целом и может приводить к самым удивительным последствиям.

Рассмотрим еще один пример. В геологической истории земного шара, как известно, было несколько великих оледенений. Ученые до сих пор не пришли к единому мнению даже по вопросу о том, сколько же их было. Наверное, семь; но нас сейчас интересует другое: почему они возникли? Почему поверхность нашей планеты неожиданно покрывалась толщей льда?

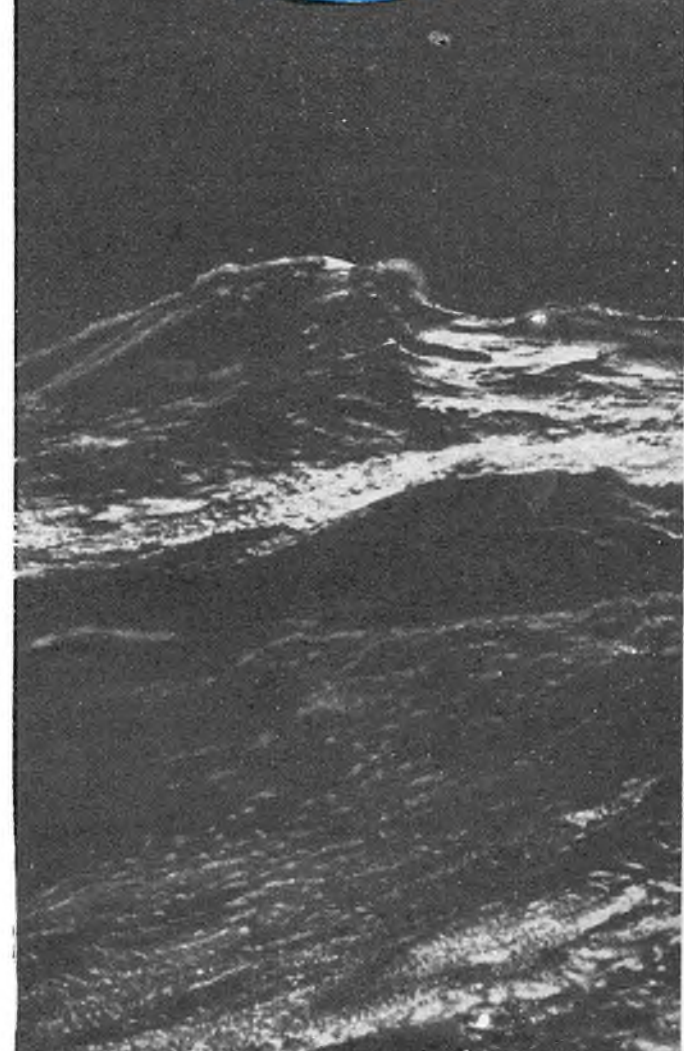
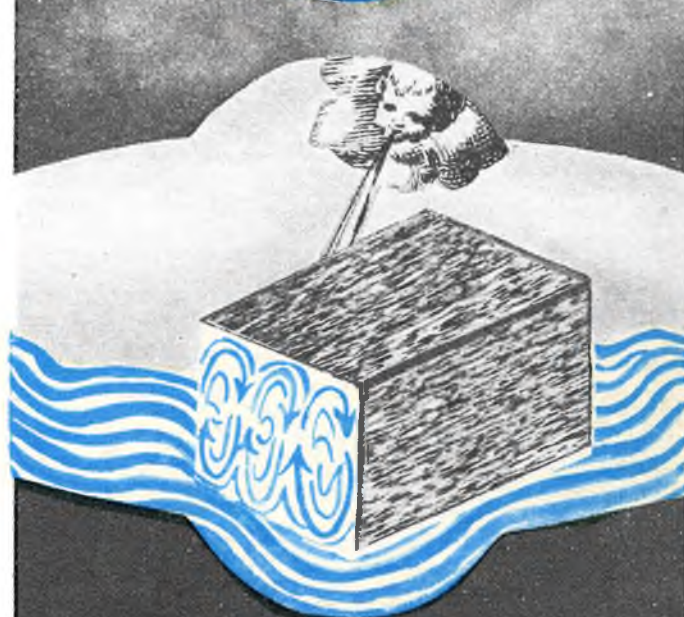
Вопрос этот имеет не только исторический интерес — человечеству важно знать и климат будущего.

Для объяснения определений выдвинуто по крайней мере 30 различных теорий.

Изменения состава земной атмосферы. (Уменьшение количества углекислого газа.)

Изменения формы земной поверхности (например, дрейф континентов).

Изменения элементов земной орбиты (эксцентриситета, наклона земной оси к плоскости эклиптики и т. д.).



Изменение количества солнечной радиации, достигающей поверхности земного шара (если Земля, например, проходит через туманность).

Изменение светимости Солнца.

Этот список можно было бы и продолжить, но мне хочется остановиться на одной теории, которая не предполагает никаких «космических» изменений. Оказывается, оледенения могут быть вызваны и внутренними, земными факторами.

Что нужно для того, чтобы площадь ледника начала увеличиваться? Понятно, что выпадение снежных осадков за год должно превышать таяние. Именно поэтому ледники и существуют в горных районах, где среднегодовые температуры ниже. Значит, чтобы ледник начал расти, должно произойти одно из двух событий: либо должна увеличиться годовая сумма осадков, либо понизиться среднегодовая температура.

Пусть по какой-то причине площадь материкового оледенения увеличилась. Давайте посмотрим цепочку явлений, взаимосвязанных с этим.

Во-первых, общее поступление солнечного тепла на поверхность Земли уменьшится — лед отражает большую часть приходящей радиации. Во-вторых, ледники охлаждают атмосферу. В-третьих, холодная вода с ледников вливается в реки и охлаждает поверхностные слои океана.

Возможно, в результате всего этого условия в полярных районах окажутся подходящими для образования морского льда. Но так или иначе температура океана понизится, а следовательно, уменьшится и испарение. Значит, уменьшится и количество осадков, выпадающих на всем земном шаре. Значит, климат станет более сухим. Значит, ледники будут постепенно уменьшаться.

Земля станет получать и сохранять больше тепла. Речные воды будут становиться теплее, постепенно увеличится и температура поверхности океана.

Тогда опять возрастет испарение, опять увеличится количество осадков, опять возникнут благоприятные условия для возрождения ледников.

Процесс периодически повторяется: ледники — понижение температуры поверхности океана — уменьшение испарения — уменьшение осадков — таяние ледников — повышение температуры поверхности океана — увеличение испарения — увеличение осадков — рост ледников.

Возникает автоколебательная система, замкнутый цикл. Без преувеличения можно сказать, что внешнее воздействие сказывается в той или иной мере на всей жизни земного шара. Но где основное звено этой системы? Как разорвать этот замкнутый круг, как отделить причину от следствия?

ОКЕАН КАК РЕГУЛЯТОР

Помните:

«Не было гвоздя — подкова пропала. Не было подковы — лошадь захромала. Лошадь захромала — командир убит.

Конница разбита — армия бежит. Враг вступает в город, пленных не щадя, оттого, что в кузнице не было гвоздя».

Отделить причину от следствия в этом случае легко. Здесь нет обратных взаимосвязей. Если, например, лошадь командира потеряет подкову, то это не значит, что в кузнице исчезнут гвозди. Связь однозначна, работает в одном направлении.

В природе же процессы **взаимосвязаны**. Но можно утверждать, что именно океан — основное звено системы. Океан регулирует процессы, происходящие на земном шаре.

Такое «особое» положение океана объясняется тем, что он получает и аккумулирует большую часть солнечной энергии, поступающей на Землю. И этой энергией океан «распоряжается» по своему усмотрению.

Но почему именно океан аккумулирует солнечное тепло? А атмосфера, а материки?

Атмосфера фактически прозрачна для лучей Солнца. Она вообще не нагревается прямой радиацией. Лишь водяные пары в атмосфере задерживают незначительную часть тепла. В основном солнечная радиация доходит до поверхности Земли без изменений.

Здесь отнюдь не все тепло задерживается и аккумулируется. Часть радиации отражается и вновь уходит в атмосферу и в космическое пространство. Долю отраженной радиации ученые называют «альбедо». Например, альбедо льда и снега около 90 процентов. Это значит, что лед и снег забирают лишь 10 процентов пришедшего солнечного тепла, остальное бесполезно рассеивается в пространстве.

Чем меньше альбедо, тем больше тепла подстилающая поверхность может забрать и аккумулировать. В этом смысле и океан и земля находятся почти в одинаково выгодном положении. Их альбедо приблизительно одинаково — 10—20 процентов, то есть они задерживают 80—90 процентов тепла. Но есть и различия.

Во-первых, теплоемкость воды значительно выше, чем у почвы (теплоемкость воды вообще больше, чем у любого другого вещества в природе, за исключением аммиака). Можно не давать определение

понятия «теплоемкость». Отметим только, что высокая теплоемкость означает способность тела принять большое количество тепла, почти не изменяя температуры, почти не нагреваясь. Если, например, мы будем одинаково нагревать 1 кг железа и 1 кг воды, то за определенное время железо нагреется, допустим, на 50°, а вода лишь на 5°. Теплоемкость воды в 10 раз больше!

Поэтому суша нагревается быстро, а океан медленно. Но, нагревшись, суша начинает отдавать тепло — помните, затраты тепла на собственное излучение прямо пропорциональны температуре. Быстро нагревшись (днем или летом), суша быстро остывает (ночью или зимой). А океан копит тепло.

Здесь необходимо отметить еще одно очень важное обстоятельство. В почве перенос тепла осуществляется очень медленно, лишь молекулярными процессами. Поэтому солнечное тепло прогревает лишь несколько десятков сантиметров. В океане же, как мы видели, перемешивание значительно более эффективно. Конвективные и турбулентные процессы переносят тепло на глубины в несколько десятков метров. Поступающее на поверхность тепло постоянно отводится и надежно «прячется», аккумулируется.

Конечно, надо помнить и то, что поверхность океана в 2,5 раза больше поверхности суши. Следовательно, и тепла в океан попадает больше.

Вот по этим причинам океан и сосредоточивает в себе основную часть солнечной энергии. Можно думать, что, обладая «монопольно» энергией, он и управляет всей сложной системой взаимосвязанных процессов на земном шаре. И управляет, как мы видели, мудро, стараясь избежать крайностей, стараясь сохранить равновесие.

Мы пока только начинаем понимать процессы, происходящие в океане. Многого мы не знаем, о многом только догадываемся. Но, по моему, уже того, что мы знаем, достаточно, чтобы удивиться. А удивившись, мы постараемся разобраться, в чем дело.

В чем причина «мудрости» океана? Почему и неорганический мир устроен целесообразно? Пока мы не можем полностью ответить на эти вопросы. Но можно думать, что и здесь сыграл свою роль естественный отбор.

Например, ландшафты, в том виде как они существуют, вероятно, потому и «дожили» до нашего времени, что устроены целесообразно. Другие ландшафты исчезли, а «наши» — остались.

Прапра... океан тоже был совсем не такой, как нынешний. Менялись внешние условия, менялся и океан: его химический состав, его температура и т. д. «Наш» океан — результат изменений, которые продолжались миллионы лет.



**ИНФОРМАЦИЯ
ИСПЫТАНИЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ
ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Зажечь нарисованный камин...



Рисунок Т. Гинсюк

Если в квартире холодно, мы включаем батареи отопления, электрические обогреватели, растапливаем печку или камин. На такие приборы расходуют довольно много энергии, особенно электрической.

Недавно московские инженеры В. Д. Прут и другие разработали и применили нагреватель из композиционного графито-силикатного материала. Это, попросту говоря, обыкновенная густая краска или паста. Впрочем, она все-таки не обыкновенная, поскольку может достаточно хорошо проводить электрический ток. И не просто проводить, но и довольно сильно нагревать окружающий воздух. Эта паста частично состоит из токопроводящего материала — искусственного графита или графитированного нефтяного кокса, а остальное — прочная диэлектрическая связка — калиевое или натриевое стекло. Перемешав эти компоненты, получают однородную массу, которая и ток пропускает, и выделяет тепло.

Содержание в пасте графита и силиката определяет ее электропроводные и теплоэнергетические свойства. А кроме того, важно, чтобы паста отвердевала достаточно быстро и становилась прочной. Все это пришлось исследовать, провести эксперименты, дать точные рекомендации по выбору компонентов.

Выяснили при испытаниях достоинства такого нагревателя — краска создает равномерное температурное поле на всей поверхности, надежность в работе, простота, доступность и дешевизна исходных материалов. А работать с этим нагревателем чрезвычайно просто: взял кисть, распылитель или валик — и наноси пасту на любую стену, потолок, дверь. Можно даже «нарисовать» на стене красивый и прекрасно греющий камин.

А электрическое напряжение подводят к таким нарисованным каминам или греющим стенкам и потолкам по специальным электродам. Их можно просто привинтить или приклеить к стене. Останется включить напряжение, и «зажжется» нарисованный камин.

«Знание —
сила»,
февраль,
1977 год

ГОРОД, УЛИЦА, ДОМ

Рисунок В. Плотнова

Автомат следит за чистотой

Недавно польский порт Гданьск стал первым городом на территории Европы, где начала функционировать сеть автоматов, контролирующих загрязнение воздуха и сигнализирующих о случаях, когда оно превышает санитарные нормы. В первую очередь автоматы установили на территории завода по очистке нефти.

Столица про запас

Как мы уже писали в одном из номеров нашего журнала, угроза катастрофического землетрясения, которое ожидается в ближайшем будущем, беспокоит многих японцев. По поручению японского правительства разработан план возведения сейсмоустойчивой «запасной» столицы в пятистах километрах от Токио, которая будет построена до 1990 года.

На волнах... мостовой

Высланная камнем мостовая на площади Герхарта Гаупманна в Гамбурге опускается и поднимается, словно морская волна. Такая необычная форма мостовой вызвана отнюдь не небрежностью строителей. Городские власти решили, что это самый лучший способ вынудить водителей отказаться от проезда по площади. Действительно, ни один автомобилист не рискует проехать по этим «волнам», и воздух в этой части города больше не загрязняют выхлопные газы. Особенно довольны мостовой дети, для которых прогулки по ней — бесплатное и интересное развлечение.

Армия против крыс

В Венесуэле живет 16 миллионов человек и 18 миллионов крыс. В Каракасе, столице Венесуэлы, крысы расплодись настолько, что правительство вынуждено было бросить против них войска. 500 солдат, вооруженных газометами, начали прочесывать кварталы, населенные городской беднотой.

Он не только вечный, но и шумный

Новые исследования итальянских специалистов показали, что отнюдь не индустриальные центры на севере страны, а именно Рим — самый шумный город в Италии. Между восьмью часами утра и полночью шум в Риме достигает сотни децибелов. А сто децибелов — это шум мотоцикла, промчавшегося на расстоянии в один метр. Трудно живется людям в таком городе.

Наравне с небоскребами

Супердеревья, появившиеся недавно в американских городах, уступают по высоте только самым высоким небоскреbam. Сосны-гиганты, выведенные посредством специальной селекции самых крупных деревьев и искусственного опыления, растут в два раза быстрее обычных. Особенно важен уход за саженцами таких деревьев, которые в течение нескольких лет находятся под навесами, где регулируется температура и влажность. Гигантские сосны обладают ценной твердой древесиной.

Дом набок

«Давление бездушной урбанизированной среды на современного человека совершенно невыносимо», — заявил голландский архитектор Пит Блом. — В стремлении преодолеть это стандартное безумие, охватившее мир, я предлагаю новый путь — ставить дома набок». И зодчий-энтузиаст не ограничился общими рассуждениями, а построил несколько таких домов в городе Хелмонде. Правда, желающих поселиться в них он пока еще не нашел, однако уповает на существующую в Нидерландах нехватку жилья...

Архитекторы строят развалины

Издали эти огромные дома с разрушенными, облупленными фасадами и зазубренными стенами выглядят, как после бомбардировки. Но это отнюдь не развалины, а только что построенные здания, причем построенные по принципам новейшего направления в архитектуре, получившего название «разруха». Первой воспользовалась этим течением американская фирма «Бест продактс энд компани», заказав два новых здания в стиле «разруха» — одно в Хьюстоне другое в Ричмонде.

«Поскольку в мире царит полная неразбериха, почему бы этому явлению не отразиться и в архитектуре?» — считают некоторые нью-йоркские архитекторы.



Рикша в Мюнхене

Что сделать, если ты получил высшее образование, но не можешь найти работу? Одному бывшему мюнхенскому студенту пришла в голову оригинальная идея. Он нашел на чердаке старую тележку, которую его дед привез в качестве сувенира из Азии, сумел зарегистрировать ее в управлении автотранспортом как транспортное средство и с тех пор регулярно перевозит пассажиров через пешеходные зоны Мюнхена — там, где запрещено движение легковых машин.

Его величество пешеход

Новая улица, предназначенная исключительно для пешеходов, была недавно торжественно открыта на окраине Копенгагена. Под звуки военного оркестра по трассе прошел самый маленький пешеход. Все собравшиеся на открытие пожелали ему, чтобы его никогда не угнетали автомобили.

Не грызи ногти!

Неизвестно почему власти Западного Берлина решили истратить 30 тысяч западногерманских марок на эту скульптуру, установленную у одной из школ города. Как видно на снимке, она представляет собой огромную руку с часами. Маленькие ученики долго удивлялись необычному украшению своей школы, но постепенно привыкли к нему и даже придумали ему свое название: «Не грызи ногти!»



В. ЛАРИЧЕВ,
доктор исторических наук

Охотники, художники, рудознаты

К одной из самых сложных проблем ранней истории Азии относится проблема освоения человеком Сибири. Интереснейшее из археологических открытий сделано совсем недавно в Хакасии, у восточных отрогов Кузнецкого Алатау, на берегу речки Белый Июс, около деревни Малая Сыя. Открытие это позволило восполнить существенный пробел в нашем знании истории края во времена верхнего палеолита, 30—40 тысяч лет назад.

О раскопках, их результатах рассказывает руководитель экспедиции, доктор исторических наук В. Ларичев.

I. ФАНТАЗИЯ И РЕАЛЬНОСТЬ

Уже более ста лет Сибирь занимает особое место в изучении проблемы первоначального освоения человеком северных районов Евразии. Дело в том, что многие западные исследователи представляют Сибирь краем, мало пригодным для жилья, глухой медвежьей тайгой, краем с заснеженными равнинами и заледенелыми горами.

Можно ли говорить о значительной древности культуры людей каменного века на севере Азии, если даже современный человек, защищенный достижениями цивилизации, с трудом выдерживает испытания сибирской природой? Но еще в прошлом веке И. Д. Черскому и Т. Т. Савенкову удалось открыть памятники, возраст которых был около 20 000 лет. И кроме того, чем внимательнее изучали археологи каменный инструментарий древних обитателей Сибири, тем необычнее картина открывалась перед ними.

Невероятный парадокс: в непосредственном соседстве с предельно примитивными расколотыми гальками залегают тончайшие, изящнейшие и высокосовременные каменные изделия. Они как небо от земли отличались друг от друга.

Контраст был разителен, и первое объяснение такого странного феномена культуры казалось вполне естественным: изделия эти не могли изготовляться мастерами, придерживающимися одной технической традиции. В каменной индустрии первых обитателей Сибири отчетливо проступали два культурных пласта (в одном пласте Земли!) — архангелский, наследник древнейших эпох, и высокоразвитый, прогрессивный, не отличающийся, в сущности, от поздних культур древнекаменного века Европы и севера Африки.

Быть может, в этом феномене культуры кроется причина необычности древнекаменного века Сибири? Так, во всяком случае, поставил вопрос и попытался ответить на него польский археолог Людвиг Савицкий. В отличие от французских археологов, которые выдвинули гипотезу о заселении Европы из Сибири, он представлял себе маршруты «бродяг каменного века» направленными в прямо противоположную сторону — из района Средиземноморья на восток, в пределы азиатского севера, в Сибирь! Правда, и времена его волновали другие, когда на Земле исчезли обезьянолюди и появился «человек разумный».

Людвиг Савицкий совсем не представлял Сибирь 20—30 тысяч лет назад безлюдной пустыней. Однако, по его мнению,

неблагоприятные условия жизни здесь и, кроме того, оторванность этого края от передовых центров палеолитических культур (вроде благодатного Средиземноморья) привели к тому, что сибирский древнекаменный век оказался как бы законсервированным на десятки тысячелетий в некогда сложившемся архаическом виде. Коренные обитатели Сибири, считал он, до появления в их среде эмигрантов с запада обходились в своем хозяйстве рубилообразными галечными орудиями, скреблами и примитивными наконечниками копий, от которых уже более 100 000 лет назад отказались в Европе, на Ближнем Востоке и в Северной Африке вследствие перехода к новым, несравненно более совершенным орудиям. Встреча «средиземноморцев» и «сибиряков» в древнекаменном веке, если судить по выводам гипотезы Людвиг Савицкого, окончилась мирным образом — они жили на одних и тех же стойбищах, обрабатывая, каждый по-своему, камни. Вот почему так несхожи между собой два комплекса инструментов сибирского палеолита — примитивных и высокосовременных.

При всей фантастичности и неправдоподобности этой картины гипотеза Людвиг Савицкого и теперь, по прошествии полувека со времени, когда он высказал ее впервые, находит своих приверженцев. О том свидетельствует, в частности, удивительная живучесть попыток объяснить изменения в культуре Сибири «вторжениями» нового населения «с далекого Запада», а также стремления представить культуру из-за ее изолированности отсталой, консервативной, стремления доказать, что развивалась она медленно и явно не синхронно с культурами палеолита Европы.

Но если Людвиг Савицкий прав и переселенцы из Европы действительно застали Сибирь заселенной человеком, то все-таки когда и откуда появились первые люди в Сибири и почему нет памятников культуры «аборигенов» того, более раннего времени, когда они еще не вступали в контакт с пришельцами из Европы?

Сибирские археологи, которые, безусловно, лучше всех остальных знают особенности самых ранних культур каменного века севера Азии, в большинстве своем не примкнули к сторонникам гипотезы Савицкого. В Иркутске профессор университета Б. Э. Петри, впервые обобщивший все известное к началу двадцатых годов о палеолите Сибири, пришел к заключению, что главные этапы эволюции местной культуры соответствуют стадиям, выделенным в Европе. В его теории ключевое место заняла мысль о неотвратимости действия общих закономерностей развития

первобытного общества, когда сходные условия существования предопределяли формирование поразительно единообразных черт в материальной культуре, в частности в наборе одинаковых по типу каменных инструментов охотников на мамонтов и носорогов. При такой точке зрения ни о каком отставании «аборигенов Сибири» древнекаменного века от уровня культуры, достигнутого палеолитическим населением Европы, не могло быть и речи. Правда, Б. Э. Петри заметил, что в одной весьма существенной своей особенности культура древнекаменного века севера Азии отличалась от европейской — сибиряки представлялись ему людьми, начисто лишенными чувства прекрасного, или, как он писал, «художественной одаренности».

Дело в том, что среди древнейших находок не было предметов искусства.

Такой общий, я бы сказал, усредняющий взгляд на историю палеолита упрощал картину. Не принималось во внимание своеобразие и огромное разнообразие каменных и костяных орудий, которые использовали в своем труде древние сибиряки. По этому поводу великий русский археолог А. А. Спицын, раздумывая о возможном ходе событий в культурной истории Восточной Европы и Сибири в древнекаменном веке, писал: «Русский палеолит не может быть простым повторением французского... Не может быть одного и того же на Роне и на Амуре. У нас должны быть и свои разновидности (орудий) и свои типы (их)».

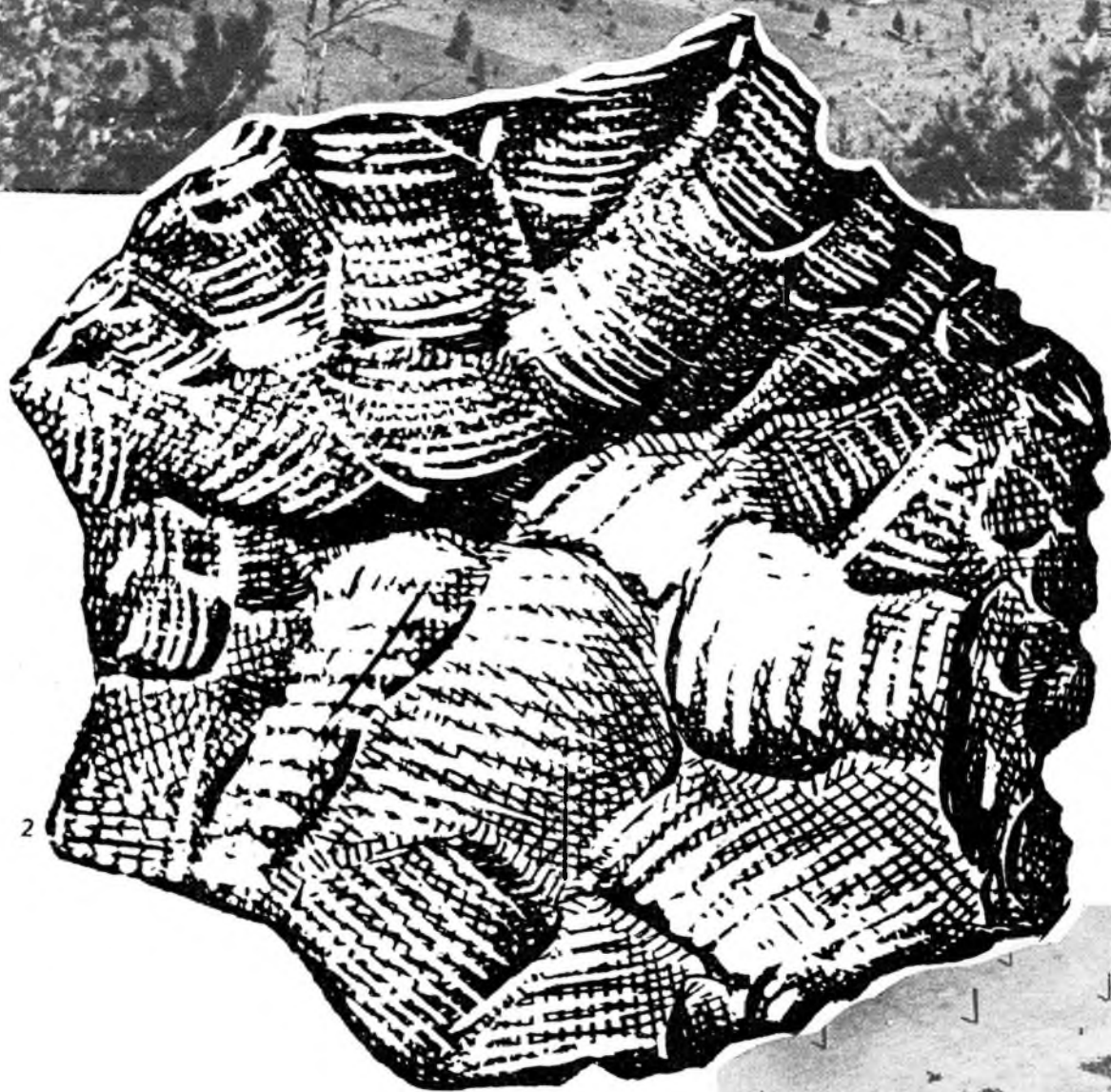
Неудивительно поэтому, что новое поколение сибирских археологов, ученики Б. Э. Петри Г. П. Сосновский и М. М. Герасимов, а в Красноярске Н. К. Ауэрбах, развивало иные идеи. Суть их сводилась к тому, что в Сибири около 20 000 лет назад сформировалась особая культурная провинция, резко отличная по характерным особенностям от всего известного к западу от Уральского хребта. Но откуда происходило заселение Сибири человеком? По их представлениям, это были просторы Центральной Азии. Отсюда, следуя естественным трассами — речными долинами великих сибирских рек, неудержимо шли на север первопроходцы каменного века. Сравнение инструментов из камня, найденных в Сибири, с орудиями, открытыми французскими археологами П. Тейяр де Шарденом и Э. Лисаном на крайнем востоке Центральной Азии, в пустынном Ордосе, кажется, подтверждало новую гипотезу.

Последующие открытия заставили внести в нее существенные изменения. Выяснилось, в частности, что древний человек проникал в Сибирь также и со стороны Казахстана и что освоение южных районов севера Азии начали неандертальцы, которые жили на земле 40—150 тысяч лет назад.

Так неожиданно приоткрылась завеса над событиями, которые предшествовали появлению «человека разумного» в пределах Сибири. Однако по-прежнему неразрешимой загадкой оставалась проблема истоков его культуры. Ведь обезьянолюди могли приходить сюда эпизодически, в периоды кратковременных потеплений в суровом крае, а затем уходить из этих мест, как только здесь вновь начинали свирепствовать жестокие морозы и снежные ураганы. Невероятным представлялось присоединить Сибирь к тем местам земли, где происходило превращение обезьянолюдей в человека современного типа — Homo sapiens, «человека разумного», лишенного тех черт, из-за которых неандертальцам так долго и несправедливо отказывали в чести считаться членами сообщества первобытных людей. Следовательно, истоки древнейшей культуры каменного века Сибири нужно искать вне границ ее, на юге или на западе.



1. Малая Сяя. Здесь располагалось стойбище первых «людей разумных» Сибири.
2, 3. Скульптурное изображение черепахи.
4. Сюда, в дом людей древнекаменного века, через 34 000 лет вошли археологи...



Такое заключение, однако вновь отбрасывающее археологов к исходным позициям спора, казалось тем не менее оправданным. Дело в том, что между самыми древними памятниками палеолита Сибири (если даже их оставили позднейшие из неандертальцев около 40—50 тысяч лет назад) и наиболее ранними из известных стоянок «человека разумного», датированных 24 тысячами лет, был таинственный разрыв в два десятка тысячелетий. И значит, выходило, что в это время человек на севере Азии отсутствовал.

Во всяком случае, археологам до сих пор не удавалось обнаружить культурные

«Знание —
сила»,
февраль,
1977 год

29



остатки, связывающие эти эпохи каменного века, представленные двумя совершенно различными культурами и двумя физическими типами древнего человека — «примитивного» и «разумного». Создавалось впечатление, что истинный Ното появился в Сибири, если можно так сказать, «в готовом виде», то есть сформировавшимся где-то на стороне и в несравненно более поздние времена, чем на Западе.

Вывод этот считался вполне правдоподобным особенно после открытия в бассейне Ангары стоянки Мальта, возраст которой составлял 24 тысячи лет. Высокосовершенные реалистические образы искусства, скульптура и гравюра, представшие перед глазами археологов, выглядели настолько ослепительно на фоне известных ранее находок с поселений «лишенных художественной одаренности», что соблазн оценивать этот феномен в духе идей Людвига Савицкого был очень велик. Вот почему мальтинцев иногда представляют как эмигрантов, своего рода «палеолитических колонистов», переселившихся в Сибирь с далекого Запада и сохранивших в своей культуре блестящие традиции искусства палеолита Европы, неведомые Азии.

Так ли было на самом деле? Решить это могли лишь успех или неудача поисков недостающих звеньев культуры древнекаменного века на территории Сибири, той исчезнувшей навсегда эпохи, которая охватывала ни много ни мало 20 тысяч лет и играла в истории эволюции, по-видимому, очень важную роль. Именно такой промежуток времени отделял мальтинцев от самых поздних обываюлюдей, неандертальцев. И существо проблемы, таким образом, сводилось к на редкость конкретной и «простой» задаче — нужно было или подтвердить европейские истоки мальтинской культуры в Сибири или выявить местные ее корни...

II. ПЕРВЫЕ РУДОЗНАТЦЫ И ХУДОЖНИКИ СИБИРИ

Раскопки подвигались к концу — оставалось разобрать всего около метра узкой контрольной бровки, по стенке которой последовательно прослеживались культурные пласты поселения Малая Сыя, открытого в Северной Хакасии на берегу бурной речки Белый Июс. У археологов есть давнее поверье, что лучшие из находок всегда располагаются в таких бровках. Вот почему я около часа назад, полушутя-полусерьезно сказал моим помощникам: «А теперь мы приступим к самому интересному, и поэтому будьте в особенности внимательны и осторожны. Помните, наиболее удивительное всегда открывают в бровке...»

Но вот уже большая часть ее раскопана и — ничего экстраординарного, чтобы оправдать мое самонадеянное пророчество. И вдруг в это самое время Андрей Высеков равнодушно говорит: «Отщеп», давая знать тому, кто старательно отмечал на чертежах местоположение каждой из находок, чтобы поставили соответствующий значок. Никто на его слова не обратил внимания: ведь отщеп — простой скол с камня, самая заурядная находка, какую только можно вообразить! Уж не знаю почему — вот уж, поистине его величество Случай! — сказал ребятам: «А ну, покажите...»

Теперь, когда я убежден, что этот «отщеп» будут долго и пристально изучать археологи, мне становится страшно, что его могли случайно просмотреть, не заметить среди стольких тысяч ошупанных и осмотренных на Малой Сые. Этот «отщеп», по моему мнению, скульптурное изображение черепахи — первый образец искусства на Малой Сые.

Около месяца продолжались раскопки в этой удивительно красивой горной котловине Кузнецкого Алатау, ее можно сравнить разве что с знаменитыми Швейцарскими Альпами. Всего месяц, но мне кажется — давным-давно: так много нового и неожиданного встретили мы здесь!

Поселение занимало огромную площадь — один за другим забивались контрольные шурфы в поиске его границ, и каждый из них сигнализировал — нет, здесь не граница. На пространстве, охватывающем несколько тысяч квадратных метров, прослеживались следы обитания людей древнекаменного века! Удивительными казались не только размеры поселения первобытных, но и его характер. Это было не временное стойбище бродячих охотников с насупом, на день-два возведенными шалашиками и чумами, укрывающими от непогоды, а существовавшие многие годы капитальные землянки. При осмотре поселения удалось обнаружить руины почти десятка наполовину углубленных в глину построек и раскопать остатки нескольких из них.

Если застройка и дальше будет идти с такой же частотой, можно будет сделать вывод, что на Малой Сые открыто одно из редчайших для Азии поселений каменного века. Ведь плотность населения Сибири в ту отдаленную эпоху была небольшой, и такое густо застроенное жилищами стойбище охотников древнекаменного века мало назвать крупным поселком. По палеолитическим масштабам — это подлинный «город», своеобразный культурный центр в благодатной Алтае-Саянской горной стране.

Раскопки в Малой Сые позволили представить себе, в каких жилищах обитали люди ледниковой эпохи Сибири. Они были явно незаурядными строителями. Сначала выкапывался округлый котлован землянки. Наиболее углубленная часть его располагалась в центре, а менее глубокая полоса, шириной 1,5—2 м, образовывала уступ, или, как его называют иначе, «плечики». Они шли по кругу центральной части котлована и представляли собой нечто вроде «лежанок», где проводили большую часть времени обитатели дома. В этих «лежанках» на равном расстоянии друг от друга выкапывались ямки для очагов, по-видимому, для каждого семейства свои собственные. Около горящих костров выполнялась самая разнообразная работа — здесь, судя по костям, хозяйки готовили еду, охотники кололи камень, резали кость и рог, кроили шкуры. Недаром большая часть самых интересных находок, в том числе ножи, скребки, скребла, шилья, резцы, наконечники копий, иглы, заготовки инструментов, концентрировались главным образом на этих «лежанках», прилегающих к очагам.

Наиболее трудная задача для строителей заключалась, по-видимому, в перекрытии котлована, площадь которого составляла около 50 м². При раскопах не удалось проследить следы опорных конструкций крыши, очевидно, она была земляной, куполообразной. Вход в землянку располагался, по-видимому, наверху, в центральной части крыши, где оставалось круглое отверстие, через которое опускалась лестница.

О планировке поселка в целом пока судить невозможно, но жилища тесно лепились друг к другу, образуя порой нечто вроде ячеек пчелиных сот.

Реконструировать общий вид палеолитического «города» сложно — по многим данным, постройки производились не в одно и то же время.

Наша Малая Сыя в древности представляла собой, по-видимому, охотничий рай. Зверей здесь было в изобилии. И сейчас по соседству с древним поселением по распадам между скалами и их склонам про-

ходят миграционные пути диких обитателей Кузнецкого Алатау. Весной они уходят к границам степной зоны Хакасии, а осенью возвращаются назад. Возможно, на тех же каменистых тропах десятки тысячелетий назад устраивали свои засады древние охотники. А для удачного промысла местоположение Малой Сые просто редкое — оно окружено отвесными, до 100—150 м высотой, обрывами, а это при облавной охоте ставило в безвыходное положение даже самого дерзко-отчаянного горного барана.

Охота на крупных животных обеспечивала относительно спокойное существование обитателей поселка каменного века на протяжении нескольких недель, а возможно, и месяцев. И, судя по всему, здесь жили умелые охотники. На каких только зверей тут не охотились! Чьих только костей не находят археологи! В особенности часто жертвами облав и походов в скалистые распадки становились северные олени и горные бараны — их костей особенно много. В большом количестве оленьих кололи, вероятно, во время перекожев животных на зимние пастбища, у переправ через речку или в узких теснинах горной страны. Такие «покологии» — их еще совсем недавно устраивали коренные обитатели Сибири — позволяли делать большие запасы на случай охотничьих неудач в будущем.

Разнообразные приемы требовались при охоте на таких разных обитателей каменистых склонов, как осторожный и стремительный в беге горный баран, козорог, и сайгак, лошадь и бизон, благородный олень и мамонт, лисица, заяц и сурок. А все эти животные между тем составляли меню охотников Малой Сые. И значит, древние люди обладали хорошей охотничьей выучкой.

Интересно, что нами были найдены и кости носорога. Они никогда ранее не встречались на поселениях древнекаменного века в бассейнах Енисея и Оби. Кости носорога, который исчез на юге Западной Сибири около 20 тысяч лет назад, особенно нас взволновали. Это значило, что даже если основываться при определении возраста нашей Малой Сые только на особенностях фауны, она становилась древнейшей палеолитической стоянкой, то есть по времени не уступала знаменитой Мальте, самому раннему из известных прежде верхнепалеолитических памятников Сибири...

Итак, успешная и разнообразная охота, оседлость жизни, сооружение крупных, капитальных по конструкции домов для нескольких семейств — все это позволяет представить культуру обитателей Малой Сые относительно развитой и достаточно сложной. Этот вывод подтверждается и особенностями каменных, костяных и роговых орудий, представленных здесь в изобилии.

Раскопки жилищ Малой Сые дали в наше распоряжение отборные, замечательные по полноте и разнообразию прямые серии изделий, которыми повседневно пользовались палеолитические охотники. Рассматривая коллекции находок с Белого Июса, трудно отделаться от впечатления, что оценка культур древнекаменного века Сибири как периферийных и отсталых связана главным образом со скудостью и случайностью материала, который раньше привлекался для изучения. И другой не менее серьезный просчет — пренебрежительное отношение к типологии изделий: часто грубые, лишь слегка оформленные заготовки и случайно оббитые речные гальки, поднятые при торопливых поверхностных сборах, выдавались за первозданные инструменты человечества — «арханские скребла», сечковидные инструменты, чопперы и чоппинги. Трудно удержаться от повторения прописной ис-

тины, что лишь систематические раскопки на широких площадях и скрупулезное изучение всех составных частей коллекций могут раскрыть истинное существо характера культуры.

Малая Сяя, при бесспорном своеобразии ее инструментария, не отличалась от соответствующих по времени памятников палеолита Европы и Африки и техникой отделки. Охотники Кузнецкого Алатау умели скалывать с кремнистых желваков крупные, а если требовалось, и миниатюрные ножевидные пластины. Превосходная тонкая ретушь, нанесенная по краю их или на конце, превращала пластины в скребки, скребла, ножи и резцы.

Наконечники копий и дротиков на Малой Сые предпочитали изготавливать из кости и рога. Часть инструментов использовалась при работе со специальными вырезанными из рога рукоятками — муфтами. С ювелирной тонкостью и совершенством отделывали здесь рабочие края и плоскости орудий, и в этом помогал большой набор костяных и роговых отжимников. Мастера по изготовлению всевозможных инструментов работали на специальных наковальнях — их находили в жилищах около очагов. Что касается «примитивных галечных скребел», то они при ближайшем рассмотрении оказывались заготовками крупных, типологически развитых торцовых нуклеусов, с которых скалывали узкие и длинные ножевидные пластины.

Но есть и еще одна важная сторона сравнительной оценки североазиатских и европейских культур — «степень художественной одаренности» их носителей. Были ли художественно одарены люди, жившие здесь? От ответа на этот вопрос во многом зависит решение проблемы происхождения и эволюции первобытного искусства, и в частности не менее сложная проблема истоков сибирской верхнепалеолитической культуры. Мне кажется, результаты раскопок в Малой Сые дают прекрасный материал исследователям этих проблем.

Уже в самом начале работ при расчистке культурных комплексов мы обратили внимание на мелкие многоцветные частицы краски. Чем более расширялся раскоп, тем богаче становилась палитра — красная, желтая, малиновая, черная, зеленая, фиолетовая... На окраине одной из землянок мы нашли даже целый ком желтой охры, явно запасенной впрок. Вскоре стало ясно, из какого сырья изготавливалась краска — среди обломков камней стали попадаться необычайно тяжелые образцы. Последующий анализ их в лаборатории Института геологии и геофизики СО АН СССР привел к ошеломляющему выводу — охотники древнекаменного века Малой Сии открыли в горах Кузнецкого Алатау и начали разработку гематитовых и магнетитовых железных руд, а также залежей малахита с вкраплениями медной руды! Речь, разумеется, идет не об использовании руд для выплавки металла и изготовления из него орудий — человечеству еще предстояло три десятка тысячелетий идти к этому! — но не сделало ли оно первый шаг в эпохе металла именно тогда, когда «первые геологи», охотники на мамонтов и носорогов, начали выламывать из горных пластов куски гематитовых и малахитовых руд, чтобы приготовить из них краску! И случайно ли, что именно Хакассия во II тысячелетии до нашей эры стала одним из крупнейших в Азии центров культуры эпохи бронзы?

Как бы то ни было, но в землянках на Малой Сые с помощью каменных отбойников руда дробилась на мелкие кусочки, а затем растиралась специальными терочниками. Полученный таким образом порошок оставалось лишь смешать с живот-

ным жиром, и разноцветные минеральные краски были готовы к употреблению.

Можно лишь догадываться, как они использовались. Судя по обилию рудного сырья, краска применялась часто и много. По-видимому, ею на время торжественных церемоний расписывались лицо и тело, украшалась узором одежда, раскрашивались рукоятки и древки орудий, а возможно, и деревянные конструкции жилищ. Быть может, существовало и орнаментальное искусство? А следовательно, и «художественная одаренность» тех, кто столь прилежно изготовлял краску? Эти выводы еще нужно подтвердить, но основания для них есть уже сейчас.

И наконец, скульптурное изображение черепахи. Даже из простой прорисовки ее видны превосходные художественные способности палеолитического обитателя Малой Сии, который смог виртуозно преодолеть сложности обработки такого необычного для скульпторов материала, как кремнистая порода.

Но духовная культура охотников с берегов Белого Июса не ограничивалась лишь умением рисовать и высекать из камня. В одной землянке мы нашли то, что можно назвать первым духовым музыкальным инструментом: из округлого кусочка железной руды, гематита, охотник древнекаменного века изготовил нечто вроде свистка или наконечника простейшей флейты. Когда я показал находку местному охотнику, его ничуть это не удивило. Он сказал: «Это напоминает мне мянок. Такие свистульки используют при охоте для подманивания рябчиков и тетеревов...»

Но и на этом не закончились сюрпризы. Все, о чем говорилось, приобрело особый смысл и значение после радиоуглеродного анализа находок: Малая Сяя датировалась временем около 34 000 лет! «Город» древнекаменного века превзошел по древности Мальту, самое раннее из открытых прежде верхнепалеолитических памятников Сибири, на 10 000 лет! От времени самых поздних обезьянолюдей, неандертальцев, строителей землянок на Малой Сые отделяло всего 6000 лет. И значит, охотники с берегов Белого Июса представляли собой одну из первых групп «людей разумных», которые приступили к освоению Сибири...

Многое еще придется уточнять в ходе последующей работы, но уже сейчас понятно важное значение нового памятника для решения самых принципиальных проблем древнейшей истории Сибири. К ним, в частности, относятся и такие проблемы: можно ли включать южные окраины азиатской части нашей страны в зону становления людей современного типа? Можно ли включать также в эту зону и местные истоки верхнего палеолита Сибири с его изначально высоким культурным статусом? Думаю, что на последний вопрос уже получен положительный ответ, не связанный с приходом в Сибирь «варягов» древнекаменного века.

Разумеется, такой вывод может вызвать резонное возражение — пока в Сибири не найдены памятники, которые связали бы в неразрывную цепь ее мустьерскую культуру (представленную стойбищами типа Усть-Канской пещеры и грота Двуглазка) и верхнепалеолитическую культуру Малой Сии. Ведь вполне возможно, что носители культуры Малой Сии вошли в пределы Северной Азии откуда-то со стороны, например из Средней Азии или с территории центральноазиатского плато. Конечно, подобная возможность полностью не исключена, и все же слишком явственны в каменной индустрии Белого Июса черты мустье. Именно поэтому я считаю, что пришло время ставить на очередь дня интереснейшую проблему зарождения и формирования верхнепалеолитической культуры Сибири в ее границах.



**ИНФОРМАЦИЯ
ИСПЫТАНИЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ
ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Почувствовать магнитную бурю

Мы живем в мире, неотъемлемой частью которого являются электромагнитные поля (ЭМП). Для всего живого на Земле они так же важны, как воздух, вода, свет, тепло... Теперь считается доказанным, что изменения в естественных ЭМП, вызванные, например, солнечными вспышками, заметно влияют на биосферу.

Вот почему такой широкий интерес научно-технической общественности вызвал всесоюзный симпозиум в Ялте «Физико-математические и биологические проблемы действия электромагнитных полей и ионизации воздуха», проведенный ВСНТО совместно с АН СССР, Госкомитетом СМ СССР по науке и технике, Министерством здравоохранения СССР, Академией медицинских наук СССР, Центральным советом по управлению курортами профсоюзам.

В одном из докладов на ялтинском симпозиуме говорилось, что горные породы под действием различных факторов — механической нагрузки, нагревания — испускают импульсное электромагнитное излучение. Очевидно, поэтому многие животные чувствуют приближение землетрясения и проявляют беспокойство, покидают опасные районы. Если бы люди могли почувствовать изменение электромагнитных полей, если бы выбежали они из своих домов до первого страшного толчка!.. Но нет, далеко ушел «царь природы» от своих диких предков, утратил за ненадобностью многое из того, что есть у наших «братьев» меньших. И все же хоть не чувствительны мы, к сожалению, к излучениям — предвестникам землетрясений, но это вовсе не значит, что электромагнитные поля на нас никак не влияют.

До сих пор еще никто как будто не пытался имитировать изменение геофизических полей, сопровождающее сильные землетрясения,

для того, чтобы посмотреть, как это скажется на подопытных животных. Но вот магнитные бури ученые моделировали. Об этом сообщалось в докладе У. Ахмедова из Казанского университета. Здесь был поставлен эксперимент по изучению воздействия на человека искусственной «магнитной бури», близкой по интенсивности к естественной. И что же оказалось? У всех испытуемых во время опыта происходило уменьшение частоты сердечных сокращений приблизительно на 5 процентов!

В некоторых докладах на симпозиуме были затронуты довольно необычные аспекты воздействия магнитных полей. Например, в сообщении В. Аброськина (Воронежский сельскохозяйственный институт) рассматривалось влияние магнитного поля Земли на соотношение числа рождающихся мальчиков и девочек. Автор исходит из предположения, что, в то время, когда у человеческого эмбриона происходит формирование первичных половых признаков (на 4—7 неделе утробного развития), для него безразлична ориентация относительно магнитных полюсов Земли.

В. Чернилевский (Институт эволюционной морфологии и экологии животных АН СССР) указал, что магнитные поля оказывают более сильное действие на детенышей животных, чем на взрослые особи. Причем действие это может быть двоякого рода: положительное и отрицательное. Первое проявляется в том, что у подопытных животных замедляется старение! Когда 70-дневных мышей помещали в магнитное поле, то в возрасте 400 дней, то есть в глубокой «старости», они выглядели значительно моложе контрольных и подопытных. Но этот эффект не наблюдался, если опыт проводился с более «взрослыми» мышами.

Биология, медицина, геофизика, биохимия, астрономия, другие науки, многие технические дисциплины оказались «в одной упряжке» при решении многоотраслевой проблемы действия ЭМП на биосферу, на человека. На ялтинском симпозиуме было принято решение углубить и расширить исследования в этом направлении.



КНИЖНЫЙ МАГАЗИН

Д. ТУМАРКИН,
доктор
исторических
наук

Коллективный натуралист в тропических морях

Книга А. А. Аксенова и И. М. Белоусова о необычайном рейсе «Дмитрия Менделеева» к берегам далекой Океании читается залпом, с огромным интересом.

А. А. Аксенов и И. М. Белоусов решили вместе создать книгу, распределив между собой главы и темы. Но Игорь Михайлович — талантливый ученый и остроумный рассказчик — скоропостижно скончался в июле 1972 года, собираясь в новое плавание. Он успел подготовить только «Вместо предисловия» и главу «Экспедиция началась». Поэтому почти всю книгу пришлось написать А. А. Аксенову.

Я принимал участие в этом рейсе и хорошо помню динамизм А. А. Аксенова, его железную волю в сочетании с мягким юмором, его стремление вникнуть во все детали работы экспедиционных отрядов и помочь добрым советом новичкам, его беседы с участниками плавания. Эти качества А. А. Аксенова в полной мере проявились и в рассматриваемой книге.

Перед нами увлекательный рассказ о путешествии «коллективного натуралиста» к берегам далекой Океании.* Пе-

ред читателем возникают многокилометровые причалы Сингапура; новогвинейская деревня Бонгу, где жил и работал Миклухо-Маклай; мини-государство Науру, жители которого богатеют на добыче фосфоритов, но при этом буквально проедают свой маленький остров; Гибискус-фестиваль в фиджийском городе Сува, дом-музей Р. Стивенсона, автора «Острова сокровищ», в столице Западного Самоа; незабываемый праздник в честь советских гостей на атолле Фунафути... Но этим красочным калейдоскопом отнюдь не исчерпывается содержание книги. Она содержит богатую и разнообразную информацию о природе и людях океанийского островного мира, о посещенных странах и народах. Причем превосходно показан тот нелегкий, порой весьма опасный, но полный высокой романтики труд, который и позволил экспедиции внести свой вклад в расшифровку загадок Океании. Читатель, не участвовавший в таких предприятиях, впервые получает прекрасное представление о работе комплексных морских экспедиций Академии наук СССР в тропических морях.

Мне как этнографу особенно приятно, что значительное место в книге отведено этнографическому отряду. Это был первый выезд этнографов нашей страны на острова Океании со времен Миклухо-Маклая. Легко понять, как мы волновались, какие надежды связывали с этим рейсом. А. А. Аксенов не только подробно рассказывает о работе отряда, но и тонко передает чувства этнографов, наш, если можно так выразиться, психологический настрой.

Литературные достоинства книги, простота и ясность изложения делают ее интересной не только для взрослого читателя, но и для школьника-подростка: она учит тактично, ненавязчиво. Успеху книги способствуют удачно подобранные цветные и черно-белые иллюстрации.

В докладе на XXV съезде КПСС Л. И. Брежнев отметил, что «новые возможности для плодотворных исследований как общетеоретического, фундаментального, так и прикладного характера открываются на стыке различных наук, в частности — естественных и общественных». Описываемая в книге экспедиция — пример успешной совместной работы ученых — естественников и обществоведов. И это заставляет задуматься о дальнейших комплексных экспедициях в Океанию.

Теперь уже вряд ли можно спорить о целесообразности рейсов научно-исследовательских судов в тропические моря с участием этнографов и других гуманитариев. Скептикам достаточно ознакомиться с книгой А. А. Аксенова и И. М. Белоусова и с многочисленными научными публикациями, появившимися в результате ше-

стого рейса «Дмитрия Менделеева». Вот почему хочется верить, что этот удачный эксперимент превратится в добрую традицию. Более того, по-видимому, настало время переходить от сотрудничества ученых-естественников и обществоведов в отдельных морских экспедициях к совместному осуществлению долговременных научных программ — таких, как комплексное изучение природы и населения коралловых островов или исследование экологических проблем Океании.

Прочитав книгу «Загадки Океании» я как бы снова побывал на борту «Дмитрия Менделеева» в южных морях, еще раз пережил все перипетии экспедиции. И читателю от души желаю того же.

А. ВОЙСКУНСКИЙ

Библиотека- архив

М. В. Ломоносова

Опечатание кабинета члена трех академий, знаменитого поэта и придворного историкографа М. В. Ломоносова никого не удивило: не иначе как покойный имел касательство к государственному бумагам. Но напрасно современники искали секреты там, где их не было. Просто хозяин кабинета еще при жизни продал его содержимое в посмертное владение своему покровителю графу Г. Г. Орлову. Оба владельца — и старый, и новый — действовали вполне в духе времени. Именно так, например, Екатерина II купила библиотеку французского просветителя Д. Дидро.

Всесильный фаворит старался не отставать от императрицы: в доме Г. Г. Орлова хранился архив Петра I, имелись картинная и шпалерная галереи, минеральный кабинет, были выставлены собрание медалей и монет, «натуральная» коллекция (животные, птицы, растения, монстры). Библиотека тоже была приобретена «для парада», а не для чтения. Щедрый граф охотно раздаривал свои сокровища. Конечно, ему не приходило в голову, что книги с пометами Ломоносова принадлежат истории русской культуры. Еще меньше Г. Г. Орлов заботился о сохранности архива гениального ученого. Правда, некоторым бумагам он дал ход (например, проекту реорганизации академии), остальные же его не интересовали.

Впрочем, этот вельможа — не исключение. Не было при жизни Ломоносова той общественной среды, которая бы в полной мере поняла, оценила и сберегла его работы. Не было ее и долгое время после его смерти. А когда спохватились и кинулись изучать, оказалось, архив Ломоносова не сохранился. Удалось найти лишь небольшую часть документов, оставшихся у его родственников.

Особенно оживились поиски неизданных сочинений Ломоносова к столетней годовщине его смерти. Но почему-то никто всерьез не искал библиотеку. Невдомек было историкам, что заметки на принадлежавших Ломоносову книгах — это тоже часть его архива. Разными были эти заметки — от краткого «дурак» напротив того места, где утверждалось, что бог-де «старание имел о Пруссии», до целых листов, исписанных ученым и вpletенных в книгу или рукопись. В XVIII веке библиотека и архив не были так разделены, как сейчас, — очень часто замечания по поводу прочитанной книги набрасывались прямо на ее полях, так что книга превращалась в черновик научной работы. Иногда такие черновые заметки позволяют прояснить неясные места в опубликованных сочинениях ученых того времени или даже предположить, что существовала не известная нам рукопись.

Кажется, ясно: библиотека и архив ученого должны изучаться во взаимосвязи, а расхождение книговедения и архивоведения — историческая случайность. В рецензируемой книге* сделана попытка синтеза этих двух направлений. И попытка эта оказалась на редкость удачной. Ведь совсем недавно были известны всего три книги, принадлежащие Ломоносову. Теперь к ним удалось добавить еще 47 изданий. Как же нашли такое богатство? Для этого пришлось проследить судьбу библиотеки Г. Г. Орлова. Не до книг было графу, и он оставил их новому владельцу дома, один из наследников которого, совсем уже не зная, что делать с библиотекой, передал ее в Гельсингфорский и Дерптский университеты. Почти полтора века никто не знал, что в Хельсинки и в Тарту хранятся книги, которые держал в руках Ломоносов. Теперь об этом напомнили Е. С. Кулябко и Е. Б. Бешенковский. И вот уже закипела работа в книгохранилищах. Надо полагать, что скоро будут найдены новые фоллянты, принадлежавшие великому основоположнику отечественной науки. Изучение библиотеки-архива М. В. Ломоносова только начинается...

* А. А. Аксенов, И. М. Белоусов. Загадки Океании. Экспедиция на научно-исследовательском судне «Дмитрий Менделеев». Москва, издательство «Мысль», 1975 год. В нашем журнале уже рассказывалось о самой экспедиции. Читайте в № 6 за 1972 год статью Д. Тумаркина и Г. Бельской «О тамо, кайе!».

* Е. С. Кулябко, Е. Б. Бешенковский. Судьба библиотеки и архива М. В. Ломоносова. Ленинград, издательство «Наука», 1975 год.

Далекие близкие

Говорят, что история — это география во времени, как география — это история в пространстве. Но истории мало одного только времени, а географии — одного пространства, две науки глубоко проникают друг в друга, и такое взаимопроникновение закономерность, а не частный случай.

Изучая историю, нельзя забывать о роли в ней географического фактора, географической среды. То, что эта роль в прошлом резко преувеличивалась буржуазными учеными, не должно заставить нас выплеснуть из ванны вместе с водой и ребенка. Напомню слова Фридриха Энгельса о том, что история природы и история людей взаимно обуславливают друг друга.

Марксизм-ленинизм убедительно показал, что решающую роль в истории играют социальные процессы. Однако, по Марксу, «бесконечные градации и вариации одного и того же экономического базиса» могут возникнуть «благодаря бесконечно различным эмпирическим обстоятельствам», среди которых первым Маркс называет «естественные условия».

О важности изучения их роли для исторического процесса так говорил в начале шестидесятых годов в одном из своих выступлений академик Б. А. Рыбаков: «У нас, как мне кажется, существует некоторая боязнь географического фактора, его значение в теоретическом плане надо как-то переосмыслить, потому что эта боязнь может явиться серьезной помехой в нашей работе. Применительно к XX в. географический фактор учитывается достаточно хорошо и полно, но как только мы обращаемся к более ранним эпохам, начинается эта робость, опасение обвинений в переоценке географического фактора. Хотя на самом деле отрыв от географического фактора — это отход от реализма, изучение общества вне той среды, которая влияла на его формирование».

Есть в современной этнографии проблема, решение которой возможно только при точном учете географической среды. И в то же время само изучение советскими учеными этой проблемы показывает, что и здесь первостепенное значение имеют законы социального развития. Я говорю о проблеме так называемых хозяйственно-культурных типов.

Швейцарец из горных Альп, индеец-кечуа, живущий в перуанских Андах в Америке, тибетец, обитатель высочайшего плоскогорья Азии, — что, кажется, общего можно найти между ними? Ничего общего нет между их языками. Швейцарцы — давние христиане, тибетцы исповедуют буддизм и так называемую «черную религию «бон». Индейцы были насильственно крещены испанскими завоевателями, но сохраняют немало древних поверий, ничуть, естественно, не связанных с поверьями тибетцев и швейцарцев.

На высокогорных альпийских лугах пасутся мирные коровы, из молока которых изготавливают знаменитый швейцарский сыр.

Свиные яки — горбатые быки, покрытые длинной шерстью, выгребают из-под снега пучки травы в поднебесном Тибете.

Индеец-кечуа гонит перед собой стада диких животных и для европейца и для азиатского животного, кротких длинношеих лам — дальних родственников верблюда.

Чем же похожи между собой эти швейцарец с альпийских лугов, скотовод-кечуа и тибетец? Образом жизни! Все они — горные пастухи.

И это сходство проявляется во многих чертах быта. И у швейцарца, и у тибетца национальный головной убор — фетровая шляпа, причем шляпы обоих похожи, — очевидно, потому, что им одинаково приходится защищать головы и от снега и от лучей горного солнца. Индеец-кечуа не носит фетровой шляпы. Зато она остается привычным головным убором подруги его жизни.

Есть немало и других сходных черт в быте и обычаях трех разделенных тысячами километров групп людей, вплоть до того, что этнографы видят общие детали в том, как выючат грузы — индейцы-кечуа на лам, тибетцы — на яков.

Можно привлечь еще для сравнения быт и обычаи таджиков Припамирья, части жителей горного Дагестана, обитателей горного Тироля, расположенного в Австрии и Италии, пиренейских басков и некоторых других горных народов.

Черты их сходства в несхожем, разумеется, не случайны.

Природные условия задали обитателям большинства гор и высоких долин сходные задачи, и в ответах, которые нашли разные человеческие общества, решая эти задачи, тоже оказалось много общего.

В 1955 году в журнале «Советская этнография» была опубликована статья «Хозяйственно-культурные типы и историко-этнографические области» — одна из тех работ, какие создают новые направления в науке. Ее авторами были доктора исторических наук М. Г. Левин и Н. Н. Чебоксаров.

«Вопрос о причинах сходства и различия в культуре разных народов, стоящих на более или менее одинаковом уровне социально-экономического развития, — писали ученые, — всегда составлял одну из центральных тем этнографической науки. Давно уже обращали на себя внимание исследователей такие требующие объяснения факты, как значительное в ряде случаев сходство в культуре народов, говорящих на различных языках, и, напротив, большое культурное разнообразие среди народов, говорящих на родственных языках».

Левин и Чебоксаров подчеркнули, что не случайно называли предложенные ими

типы не хозяйственными, а именно хозяйственно-культурными — «направление хозяйства и географическая среда в очень значительной степени определяют особенности материальной культуры народов — типы поселений и жилища, средства передвижения, пищу и утварь, одежду и т. д.»

Каждый хозяйственно-культурный тип и подтип связан с определенным уровнем социально-экономического развития. Но при одном и том же уровне такого развития разные подтипы могут демонстрировать поразительное разнообразие культур, подтверждая уже цитировавшиеся слова Маркса о том, как по-разному выглядит один и тот же социально-экономический базис в зависимости от конкретных условий.

Словом, сходные природные условия заставляют людей разных стран независимо друг от друга вырабатывать сходные условия ведения хозяйства. Появляются чрезвычайно похожие приемы заботы о пище, навыки приспособления к географической среде. А бытие, как известно, определяет сознание, — и вслед за похожими процессами труда вырабатываются поразительно порою совпадающие обычаи.

Разумеется, ни обычаи, ни сами процессы труда, ни способы ведения хозяйства не совпадают непременно всегда и всюду. Человеческое общество умеет в высокой степени быть независимым от среды. Но почти всюду, где живут скотоводы-горцы, они строят свои дома на высоких фундаментах, и эти дома нередко двухэтажные, причем первый этаж часто используется как помещение для загоняемого скота. Одежду горцы делают из шерсти, кож и шкур — что может быть естественнее? Прославленный в стихах кавказский башлык имеет немало общих черт с плащами и накидками, «модными» в других горных районах.

Хозяйственно-культурных типов на земле этнографы насчитывают несколько десятков. Точную цифру не назову хотя бы потому, что разные ученые кладут в основу своей классификации разные принципы и потому получают отличные друг от друга цифры.

Но главных подразделений на такие типы всего три. Вот они, три рубрики, под которые «подведено» человечество.

1. Охотники, рыболовы, собиратели.
2. Ручные земледельцы и скотоводы (ряд специалистов полагает, однако, что этот тип следует разбить на два и рассматривать ручных земледельцев и скотоводов отдельно друг от друга).
3. Пашенные земледельцы (пашенное земледелие использует рабочий скот; это по существу синтез земледелия и скотоводства).

К первому типу принадлежат и принадлежали те, кто еще не научился ни возделывать культурные растения, ни ухаживать за домашними животными. Их кормит дикая природа тем, что свободно растет в степях и лесах.

Но одно дело собственно охотники и собиратели, другое — рыболовы; охотники, настаивающие антилоп в жарких полупустынях, и арктические преследователи морского зверя живут по-разному. Ясно, что они попадают в разные подтипы. А такие внешне несхожие меж собой племена, как ботокуды Южной Америки, аборигены Австралии и бушмены Южной Африки, ведут сходный образ жизни, и хотя пути этих племен не сходились вместе и даже не пересекались на протяжении многих тысяч лет, они попадают у ученых в одну и ту же рубрику.

Большая часть населения нашей страны и всех экономически развитых стран живет в городах. Однако нас по-прежнему кормит поле, по которому идет плуг, раз-

валивая почвенный пласт. Современная цивилизация возникла на основе хозяйственно-культурного типа пашенных земледельцев.

Но промышленно-техническая революция уже давно нивелирует прежние различия между областями и господствующими в них культурами, в результате складываются очень сложные (и пока совсем мало изученные этнографами и культурологами) региональные культурно-бытовые комплексы.

Составляя хозяйственно-культурную карту мира, Б. В. Андрианов и Н. Н. Чебоксаров выделили на ней три десятка типов, сведенные в восемь групп.

Первыми появились на земле хозяйственно-культурные типы, основанные на присваивающей экономике. Тип охотников и собирателей тропического пояса, например, намного древнее, чем даже вид *Homo sapiens*. Охотниками и собирателями наши предки были до того, как стали людьми разумными.

В мезолите возникли группы рыболовов-собирателей.

С неолитической революцией появились ручные (палочно-мотыжные) земледельцы и скотоводы.

Когда при обработке земли научились использовать быков и лошадей, появилось пашенное земледелие. И так далее. Вряд ли стоит здесь подробно перечислять все тридцать подразделений, отмеченных учеными. О некоторых из них — более подробно чуть дальше.

На своей карте, составленной примерно для рубежа XIX—XX веков, Андрианов и Чебоксаров выделяют, уже в качестве восьмой группы, обширные «зоны нового времени», возникшие после разрушения традиционных хозяйственно-культурных типов. Но в комментариях указывают, что и сегодня на нашей земле с традиционными типами связано около миллиарда трехсот миллионов людей (прежде всего в странах Азии, Африки, Латинской Америки), ведущих полунатуральное аграрное хозяйство.

Надо добавить, что многие хозяйственно-культурные типы представляют собой сегодня одновременно и результат приспособления общества к конкретной географической среде, и результат довольно далеко зашедшего разделения труда, в том числе географического.

Сегодняшние бушмены и пигмеи получают от своих соседей-земледельцев в обмен на шкуры зверей металлические орудия и продовольствие. Между отдельными племенами пигмеев-охотников и негров-земледельцев существует порой столь сильная взаимная зависимость, что эти племена даже проводят вместе обряды инициации, знаменующие превращение юношей во взрослых мужчин.

Сотрудничество между собой групп, принадлежащих к разным хозяйственно-культурным типам, скорее правило, чем исключение.

Кочевники обычно не могут жить без земледельцев, нуждаются в постоянном обмене с ними — впрочем, в таком обмене, естественно, заинтересованы и земледельцы. Среди чукчей, например, были «оленьи», занимавшиеся скотоводством, и охотники на морского зверя, постоянно обменивавшиеся между собой продуктами труда и добычей. Рыболовы обменивают рыбу на хлеб и мясо, и так далее.

Географическое разделение труда возникло очень давно. Именно оно прежде всего остального создало основу и возможности для обмена продуктами труда между общинами — потому что сама разница в продуктах у находившихся на ранней стадии развития обществ могла возникнуть только из-за различий в природ-

ных условиях мест их обитания. Усиление обмена (уже чисто социальный процесс) позволило людям в каждой природной полосе лучше приспособиться к ее условиям, заниматься наиболее выгодным в этих условиях делом, отказавшись от многосторонности ранних собирателей.

В книге «Цивилизации Африки южнее Сахары» бельгийский ученый Жан Маке выделяет шесть разновидностей африканских «цивилизаций». Вот что он говорит о принципах своей классификации.

«...культура — это социальное наследие. С другой стороны, это система приспособления группы к окружающей среде. Представим себе, что в результате некоей случайности какое-то поколение не передает своим преемникам эту совокупность навыков приспособления к окружающей среде: общество тогда погибнет. Самая необходимая адаптация состоит в том, чтобы извлечь из естественной среды то, без чего не могут жить люди. Вот почему производство материальных благ является основой всякой культуры. Оно зависит от природных ресурсов в месте расселения общества и от практических способов их использования, которыми общество располагает. Остальные стороны культуры — экономическая организация, политические институты, мировоззрение, искусство и т. д. — развиваются исключительно в границах, определенных производством. Эта зависимость всей совокупности культуры от комплекса «среда — техника» особенно заметна в обществах самообеспечения».

Ж. Маке выделяет в современной Африке такие типы «цивилизаций»:

цивилизация лука,
цивилизация леса,
цивилизация зернохранилищ,
цивилизация копья,
цивилизация городов,
промышленная цивилизация.

Член-корреспондент АН СССР Д. А. Ольдерогге, автор послесловия к книге Маке, справедливо замечает: «Сравнивая «цивилизации» Маке с хозяйственно-культурными типами, мы видим, что цивилизация лука по существу не что иное как хозяйственно-культурный тип охотников и собирателей. Два варианта хозяйственно-культурного типа: охотники и собиратели тропического леса — пигмеи, и охотники и собиратели полупустыни и засушливых саванн — бушмены. Точно так же два варианта хозяйственно-культурного типа мотыжных* земледельцев представляют цивилизация леса и цивилизация зернохранилищ. Первый из них дает нам лесной вариант, второй — зоны саванн... Цивилизация копья дает нам пример хозяйственно-культурного типа скотоводов крупного рогатого скота с их характерными обычаями и общественным устройством».

Две же последние «цивилизации Маке» уже не укладываются в систему хозяйственно-культурных типов. Народы, создавшие эти «цивилизации», уже ушли от прежней строгой связи хозяйства и географической среды.

Маке дает прекрасные примеры жизни людей разных хозяйственно-культурных типов, показывая, как тесно связаны многие стороны их общественной жизни через способ производства с географической средой.

* Я не случайно поставил в кавычки слово «цивилизация». Дело в том, что Маке использует этот термин, придавая ему гораздо более широкий смысл, чем это обычно делают историки и социологи, понимающие, как правило, под цивилизацией общество, где успело возникнуть хотя бы раннеклассовое государство.

** То есть ручных.

Бушмены поражают воображение наблюдателей своим мужеством и терпением. Ван дер Пост в своей работе «Затерянный мир Калахари» рассказывает:

«Каждый день молодые женщины и дети уходили со своими лопаточками разыскивать пищу в пустыне. Сколько бы раз я ни ходил с ними, меня всегда изумлял их ум, ловкость, усердие... Пока охотники преследуют дичь в пустыне, старые люди заняты разными делами дома: чинят луки и стрелы, приводят в порядок длинные «удочки» и готовят яд для стрел... Прирожденные охотники и химики, они отлично разбирались во всех свойствах пустынных растений... Их стрелы, копья, ножи, веревки, капканы были сделаны не только практично, но и красиво, как произведения искусства».

Женщины пигмеев каждый день направляются в глубь леса с постоянными своими спутниками — ножом и заостренной палкой. Ножом извлекают съедобную сердцевину из веток, палкой выкапывают из земли клубни и луковицы.

При этом, несмотря на всю суровость своей жизни, охотники и собиратели, люди доклассового общества, воспринимают пищу как дар судьбы. У них нет и следа тех представлений, которые привели к появлению в Библии знаменитого проклятия, произнесенного богом над Адамом: в поте лица своего будешь добывать свой хлеб.

У бушменов и пигмеев нет «института власти» — вождей. Это не значит, что один из членов общины, выделяющийся как охотник или мастер находить удачные места для стоянок, не пользуется особым авторитетом. Авторитетом он пользуется, но авторитетом, а не властью. Как же поддерживается порядок? Его нарушителю угрожает презрение, насмешка, в самом худшем случае — изгнание. Изгнание, конечно, вещь серьезная, особенно, если учесть, что в лесу или пустыне в одиночку или одной семьей просто невозможно выжить. Но и презрение и насмешка тоже достаточно серьезное наказание.

В лесном лагере все знают друг о друге все. Любая ссора двух человек становится немедленно важным общественным событием. Для того чтобы помирить их или даже сделать вид, что ссоры не было, община принимает свои меры, часто весьма гибкие. Охотники следят за малейшими оттенками человеческих отношений, заботясь о поддержании репутации каждого из членов общины.

Вот пример, приводимый Маке. Женщина, поссорившаяся с мужем, стала снимать листья со своей хижины — обряд, символизирующий уход из семьи. Мужу полагается успокаивать супругу, но этот муж просто сообщил на весь лагерь, что ночью его жена озябнет. Жена, сняв все листья, залилась слезами и стала вытаскивать палки, образующие каркас хижины. Ей предстояло теперь забрать пожитки и вернуться к родителям. Муж тоже забеспокоился. Но ссора зашла слишком далеко... И тут он сообразил, что делать. Он сказал жене, что палки трогать не надо, запачкались ведь только листья. Они вместе пошли к реке, промыли листья, а потом жена восстановила хижину. В течение ближайших дней остальные женщины тоже снимали часть листьев в своей хижине и мыли их в реке, говоря о том, что листья выпачканы и привлекают насекомых.

В суровейших природных условиях без такого взаимопонимания, такой взаимоподдержки просто не проживешь.

Конечно, когда условия становятся еще более тяжелыми, возникают порою и обычаи, кажущиеся нам жестокими. Бушмены, добротой которых друг к другу и к чужеземцам восхищаются путешественники, практиковали детоубийство, когда ребенок

рождался в неудачное, голодное время. Бушмены, как и многие другие племена охотников и собирателей, иногда оставляли на гибель стариков, если забота о них могла помешать всей группе вовремя достигнуть ближайшего источника воды и обречь тем самым на гибель всю группу. Это связано, впрочем, не с какими-то конкретными географическими условиями, а просто с суровостью жизни. У индейцев приполярной Америки, эскимосов Аляски, чукчей и некоторых других народов Сибири еще сотню лет назад жил печальный обычай убийства стариков.

А легенды многих народов, например народов Северного Кавказа, рассказывают о древнем отказе от этого обычая...

«Цивилизацией леса» назвал Маке мотыжных земледельцев зоны тропических джунглей. Их главным орудием, наряду с мотыгой, служит топор. Раньше, чем вспахать землю, надо ее «открыть», вырубив лес. Когда весь участок покрыт срезанной травой, ветками, лианами, стволами срубленных деревьев, его оставляют на месяц-полтора в покое, чтобы все это высохло, а потом поджигают. Здесь перед нами одна из разновидностей подсечно-огневого земледелия.

Удобренное золой поле служит для выращивания и огородных растений, и бананов, и злаков. На одном и том же месте можно сеять и собирать урожай всего два или три раза — бедная почва тропиков, слишком хорошо промываемая регулярными ливнями, быстро истощается. Участок надо забросить лет на двадцать, чтобы на нем можно было повторить операцию с расчисткой и огнем. Подсечно-огневое земледелие часто оказывается поневоле «кочевым». Очередные поля располагаются все дальше от деревни — чем слишком далеко ходить каждый день, не проще ли переносить деревню каждые несколько лет на новое место?

И слишком большой такая деревня тоже не может быть. Ведь одновременно можно использовать лишь небольшую часть всех действительно нужных этой деревне посевных площадей.

Каждая маленькая деревня окружена густым лесом, изолирующим ее от соседей и от возможных врагов. Последнее само по себе хорошо, но изоляция оборачивается и слабостью: ведь для нормального развития общество нуждается в обмене культурными ценностями с соседями.

В одном и том же лесу живут охотники-собиратели и земледельцы. Но если для первых лес — защитник и покровитель, дающий пищу, то для земледельцев он враг, с которым все время приходится бороться.

Подсечно-огневое земледелие когда-то было характерно для множества территорий нашей планеты. В том числе и для населенных славянами земель Восточной Европы. Конечно, леса средней полосы не так отделяют деревню от деревни, как тропические джунгли, но многие следствия такого метода хозяйства оказываются одними и теми же в Африке и Америке, Азии и Европе. Всюду с ростом населения становится все меньше свободных земель, которых при подсечно-огневом земледелии требуется чрезвычайно много. Кроме того, в процессе своего развития общество меняет саму природу лесной полосы. Подсечно-огневое земледелие становится, таким образом, сначала невыгодным, а потом и невозможным.

Земледельцы саванн, чью культуру Маке называет «цивилизацией зернохранилищ», имеют дело с несколько лучшей почвой, чем их лесные соседи, и очищают свои участки им приходится от меньшего числа деревьев. Жизнь земледельцев саванн подчинена сезонному ритму — год четко разбит на сухой сезон и сезон дождей. Здесь удается получить регуляр-

ный прибавочный продукт, и на этой основе возникает раннеклассовое общество, у некоторых племен порождающее даже государства.

* * *

На равнинах и высокогорных плато Восточной Африки, на холмах Южной Африки живут скотоводы.

Даже в тропической Африке стадо нельзя долго прокормить, находясь в одном месте, надо с ним кочевать.

На постижение всех связанных с кочевым скотоводством сложностей и трудностей у людей ушло очень много времени. Специалисты полагают, что хозяйственно-культурный тип кочевых скотоводов сложился всего лишь три-четыре тысячи лет назад, через многие тысячелетия после того, как были одомашнены овцы и даже коровы и лошади.

Кочевое скотоводство возникло не только в Восточной Африке, но и в Центральной и Средней Азии, и на юге Восточной Европы, и в Аравии, и в Южной Америке. И всюду можно отметить особое внимание кочевников к воспитанию воинского умения, отваги, постоянной готовности к бою. И в Африке, и в Средней Азии, например, когда-то угон у соседей скота совсем не обязательно вел к военным действиям, и даже сами обиженные рассматривали его скорее как проявление мужества, лихости, молодечества, чем как серьезное преступление.

Кочевники сумели создать системы скотоводческого хозяйства, не менее изощренные, чем система возделывания почвы и забот об урожае у земледельцев.

В нашем журнале советский исследователь Л. Баскин, рассказывая о современных скотоводах, обратил внимание на общие черты в «производственной деятельности» скотоводов Севера и Юга. Л. Баскин объясняет это прежде всего сходством в закономерностях поведения у разных видов домашних копытных животных: «Поэтому так похожи профессиональные приемы пастухов самых различных национальностей: чукчи кричат на оленей почти так же, как туркмены на овец, а казахи управляют табуном лошадей, как саами оленями на Мурмане».

Как только хозяйственно-культурный тип кочевых скотоводов возник, он проявляется — на удобных для него территориях — поразительную устойчивость.

В полосе степей, простирающейся от Дуная до Алтая, через юг Восточной Европы, Южный Урал и Среднюю Азию, за последние три тысячи лет сменялось множество народов. На смену киммерийцам приходили скифы, на смену скифам — сарматы, на смену сарматам — народы гуннского объединения племен. Здесь жили и древние венгры, и печенеги, и половцы, и монголы, и турки-огузы и многие другие народы. И почти для всех них на протяжении тысячелетий главным видом хозяйства оставалось кочевое скотоводство. Без орошения земледелие часто невозможно не только в полупустыне, но и в сухой степи (разумеется, за исключением оазисов). В плодородной же и относительно более влажной степи начинающим земледельцам слишком часто мешали кочевники, остававшиеся верными наследственным занятию.

* * *

Хозяйственно-культурные типы — весьма устойчивые образования.

Вот любопытный пример. На некоторых островах Индонезии, особенно на Молукках, до наших дней дожил хозяйственно-культурный подтип возделывателей саговых пальм, основное питание их составляет крахмал, добываемый из серд-

цевины ствола этих пальм. Саговое хозяйство поразительно продуктивно: «на обработку одного ствола двое мужчин затрачивают 2—3 дня и добывают за это время от 3 до 5 ц сагового крахмала, то есть приблизительно годовой рацион взрослого человека», — пишет этнограф М. А. Членов.

Так вот, на нескольких островах Молуккского архипелага голландские колонизаторы частично истребили сопротивлявшееся им коренное население, частично вывели его на другие острова. Опустевшие земли были заселены людьми, привезенными из других мест и никогда не имевшими дела с саговыми пальмами. И тем не менее новый народ принял образ жизни никак не связанных с ним предшественников.

Хозяйственно-культурный тип может разрушиться в результате изменения географической обстановки. Охотники, скажем, заимствуют у соседей земледелие, когда добыча зверя в поредевших лесах уже не может прокормить племя.

Но гораздо чаще традиционные виды хозяйства разрушает социальное и техническое развитие общества.

Правда, пока нет единого мнения по поводу того, долго ли определенный хозяйственно-культурный тип мог бы продержаться в неизменяющихся природных условиях и без воздействия на него со стороны более активных соседних обществ.

Есть ли внутри хозяйственно-культурного типа условия для его развития вверх, к следующим ступеням социальной эволюции? Вопрос несколько схоластический, поскольку перемены и в географической среде и в воздействии на общество его социального окружения неизбежны, а значит, в любом случае неизбежна эволюция хозяйственно-культурного типа.

И все же даже на абстрактный вопрос хочется получить возможно более точный ответ.

Может быть, его — хотя бы для одного частного случая — может подсказать история развития хозяйственно-культурного типа охотников на морского зверя у эскимосов. Вот что пишет этнограф С. А. Арутюнов о древних эскимосах:

«Эволюцию древнеэскимосских культур мы можем проследить в течение примерно полутора с лишним тысяч лет. Производительные силы древнеэскимосского общества, хотя и медленно, но развивались... Учащаются межплеменные столкновения; появляются массивные боевые стрелы, пластинчатые панцирные доспехи. Эскимосские поселки явно укрупнились. Эскимосы ведь все в большей степени становились китобоями, а охота на кита требует больше людей, чем охота на моржей и тюленей. С другой стороны, и военные соображения вели к укрупнению поселений и в свою очередь стимулировали переход к китобойному промыслу. А все это вело к изменению духовных потребностей и возможностей...»

Даже из этой короткой цитаты видно, что основные изменения в жизни морских охотников оказываются связаны с внутренним социальным развитием их общества.

И в Африке тоже налицо пусть чрезвычайно медленное, но достаточно заметное развитие, например, обществ, принадлежащих к хозяйственно-культурному типу ручных земледельцев. Чего стоит одно освоение и развитие металлургии!

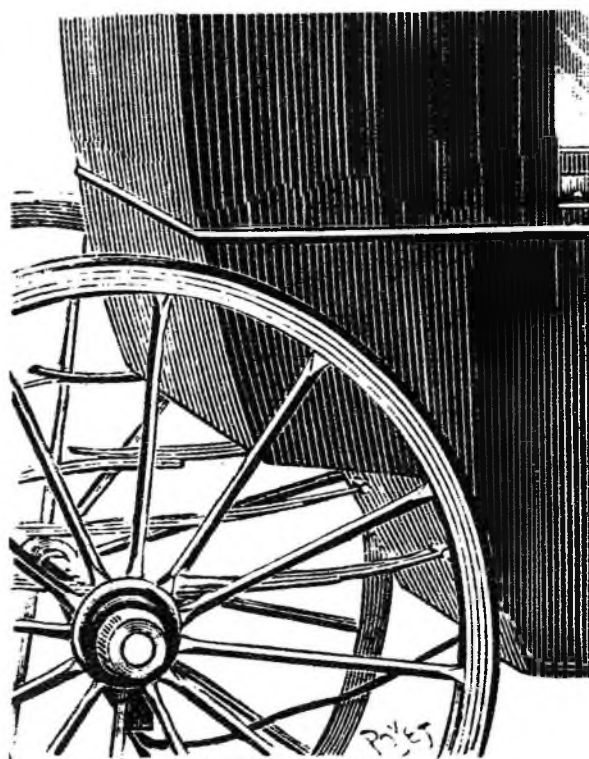
Словом, есть хозяйственно-культурные типы, развивающиеся относительно быстро, и есть такие, темпы развития которых замедлены; но, по-видимому, ни одно общество, как бы хорошо оно ни было приспособлено к географической среде, не может просто стоять на месте, вырваться из неизбежного процесса развития.

А. СИЛИН, доктор технических наук

Дракон по имени «Адгезия»

История транспорта и способов перемещения грузов — это еще история углубления наших знаний о природе трения. Первая схема поясняет возникновение адгезионных связей. Шарик на плоскости — положение его неустойчивое.

Шарик попадает в колодец, успокаивается на его дне — положение устойчивое. Шарик как бы «связан». Теперь, чтобы вернуть его в неустойчивое состояние, надо затратить энергию — энергию связи.



Рисунки Т. Перской

Возможно ли развитие техники, которое опиралось бы только на опыт, пусть даже опыт многовековой? Каковы предельные возможности такого «эмпирического» прогресса технических устройств? Почему настоящая, фундаментальная наука довольно поздно пришла на помощь технике? И в чем вообще особенности влияния науки на технику, если влияние это рассматривать в историческом плане? В статье, которая следует ниже, эта сложная философская и экономическая проблема рассматривается на конкретных ситуациях, профессиональное знание которых — предмет занятий автора статьи. Такая конкретность интересна. На сложные вопросы общей проблемы «наука плюс техника» автор пытается ответить, исходя из опыта создания новых теорий трения, одной из «больших теорий» всей современной техники.

«Знание — сила», февраль, 1977 год

36

Родившаяся примерно в начале XVII века классическая наука долго не оказывала определяющего влияния на технику. Такое воздействие стало отчетливым лишь с конца прошлого столетия. Оно ознаменовалось появлением электротехнической и других ультрасовременных отраслей промышленности.

С другой стороны, прототипы большого числа орудий и машин, составляющих основу

современной техники, были изобретены много столетий, а то и тысячелетий назад. Значит, сотни лет техника существовала без науки? Ведь прикладные науки, кроме разве начал математики, просто не существовали. Баллисты и катапульты древних греков разили персов за два тысячелетия до открытия Галилеем принципа инерции. Строители испанских каравелл, бороздивших Мировой

океан, вряд ли были знакомы с законом Архимеда: ведь прочесть о нем в XV веке можно было главным образом в редких и малодоступных арабских рукописях. Нет сомнений, что древние умельцы пришли к удачным инженерным находкам без понимания физической сущности явлений, то есть чисто практически. Их вели вперед лишь опыт и смекалка.

Спрашивается, каковы же реальные возможности такого «практицизма»? Были ли достижения древних лишь случайными или они все же опирались на еще не известные (а может быть, уже забытые в те времена?) общие научные принципы? Законен и другой вопрос: почему острая потребность нашей технологии в на-

учном подходе возникла так недавно? В чем конкретно выявились преимущества этого подхода? Мы попытаемся дать хотя бы частный ответ на подобные вопросы. И будем исходить лишь из опыта решения человеком одной из важнейших и интереснейших проблем техники — проблемы трения.

Как облегчить перетаскивание груза по суше? Эта проблема стояла перед человеком еще на самой заре цивилизации. Поражительно, однако, что по меньшей мере пять тысячелетий назад, то есть задолго до появления классической науки, было найдено даже не одно, а целых три решения этой проблемы. И все три решения по праву считаются фундаментальными.

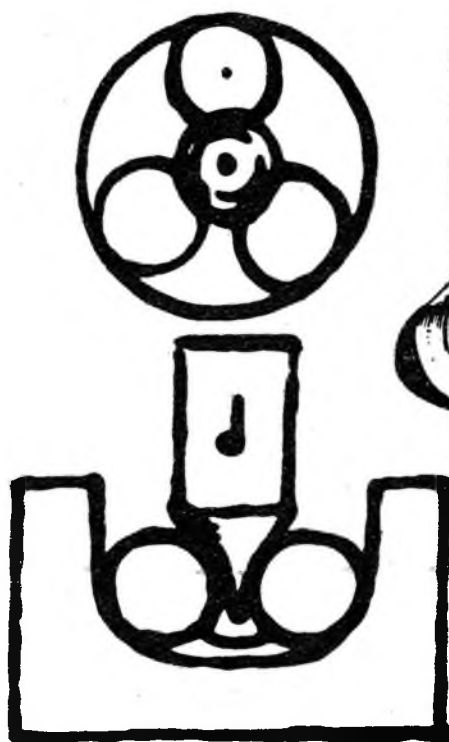
Первое и, пожалуй, главное решение — переход от трения скольжения (волочения груза) к качению. Использовали бревна и другие округлые тела. Идея привела к изобретению колеса, что составило целую эпоху не только в развитии транспорта, но и техники вообще. Вращающееся на довольно тонкой оси (или вместе с нею) колесо явило собой гениальное сочетание целых трех великих изобретений древности: рычага, способа качения и пленочной смазки, о которой речь ниже. В результате потери на трение были достаточно малы даже при плохом состоянии дороги и очевидной «топорности» самих колес.

Второе изобретение — уменьшение трения в несколько раз

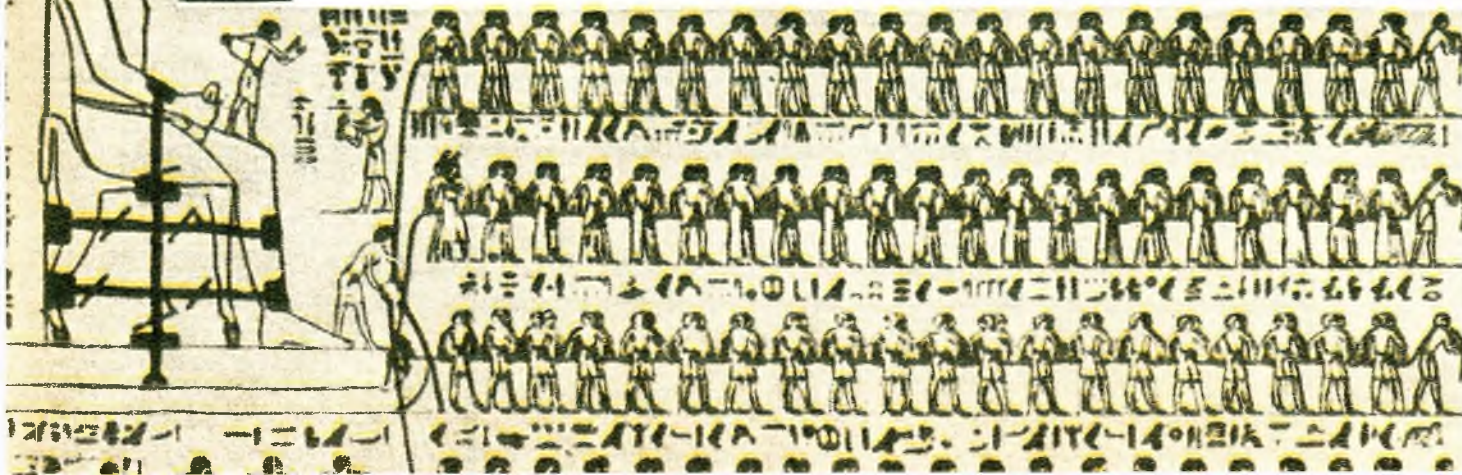
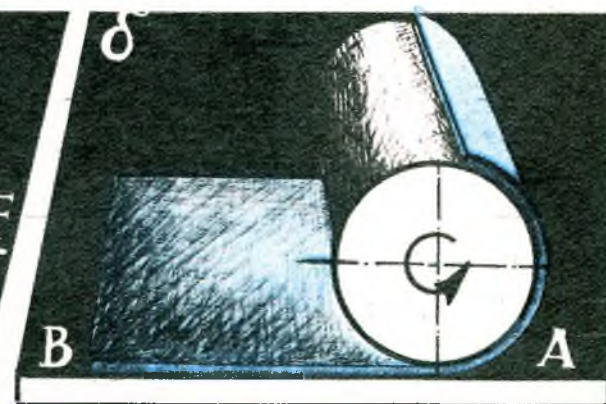
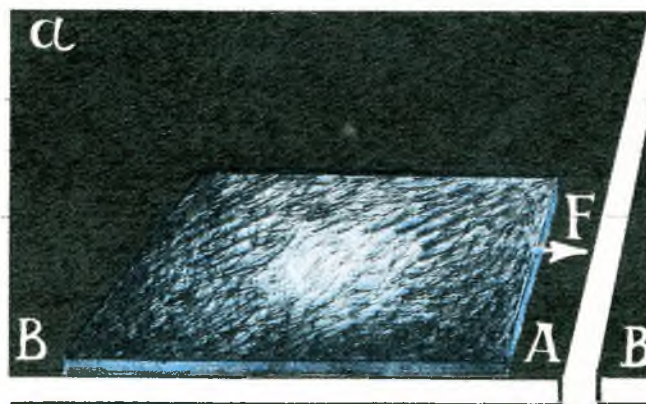
с помощью тончайшей пленки жидкости. Вначале это была, по-видимому, обычная вода (Древний Египет), значительно позднее — растительное масло (античная Греция). Такой способ практиковали для перетаскивания гигантских статуй задолго до того, как он был реализован в подшипниках мельниц, колодезных воротах и других старинных машинах. Любопытно, что аналогичный прием с успехом использовали уже в середине XV века турки при осаде Константинополя. Чтобы неожиданно для противника перебросить тяжелые боевые суда по суше, завоеватели применили деревянные настилы, обильно смазанные салом.

Наконец, третье решение было по существу обходным. От сухопутных перевозок переходили к водным, сухое трение заменяли жидкостным, которое, учитывая медленность передвижения, было фантастически малым. Более того, в отличие от сухого трения и даже трения качения оно почти не возрастало при увеличении груза! Легко представить, какое гигантское преимущество имели даже неуклюжие плоты и утлые лодочки в эпоху тяжеловесных, запряженных волами повозок и почти полного бездорожья. Неудивительно, что речной, а затем и морской транспорт сыграли знаменательную роль в истории цивилизации. Именно с помощью совсем небольших и таких неказистых с виду судов древнего мира и эпохи средневековья впервые возникли связи между дальними странами, утвердилась международная торговля, открыты многочисленные острова и целые континенты.

Речные пути долгое время были почти единственным способом проникновения в глубь заросших дремучими лесами



Вторая схема — отличие трения качения от трения скольжения. Липкую ленту отрывают от плоскости двумя способами. Почти невозможно нарушить адгезионные связи все сразу. Но они легко «рвутся» постепенно, имитируя трение качения.



материков, в загадочные лесные массивы Северной и Южной Америки, сибирскую тайгу и африканские джунгли. Могущество и процветание пелых империй нередко зависело от доступа к портам и состояния морского флота. И все это, по сути дела, заключалось в решении проблем трения. Перевозка груза и людей водным способом, эту проблему вообще «снимали с повестки дня»!

Но найденные когда-то, и верные в принципе, решения

прогрессировали удивительно медленно. Это объяснялось, конечно, убожеством дорог, они не позволяли двигаться с большой скоростью. Для всей древней техники вообще типична тихходность. Именно поэтому фрикционный нагрев, нагрев при трении, этот бич современных машин, долго никого не беспокоил. Подшипники качения, известные еще в эпоху римских цезарей и заново изобретенные Леонардо да Винчи, не получали распространения. В них просто не было нужды. Однако главная, на наш взгляд, причина технического застоя состояла в том, что чисто **практический метод** древних в конце концов исчерпал себя и не мог уже дать чего-то принципиально нового.

Систематическое научное исследование сухого трения началось в XVIII веке трудами Эйлера и в особенности — Кулона. Он работал, кстати, все для того же морского флота. Важные закономерности, открытые великими учеными, эпизодически использовали для расчетов спуска на воду тяжелых морских судов, позднее — для оценки тяги первых паровозов, движущихся по гладким рельсам. Постепенно, по мере успехов науки, становилось ясно, что старинные способы снижения трения выбраны не случайно — они базируются на каких-то общих принципах, вытекающих из глубинной сути явлений. Но эта суть — физическая природа трения — оставалась загадочной.

Сейчас, оглядываясь назад, можно уверенно выделить два научных события, случившихся в начале и в самом конце XVIII века, события, оказавшие, правда много лет спустя, решающее влияние на формирование современных представлений о трении. Первое из них связано с открытием Дезаюлье слипания кусков мягкого металла, прижатых друг к другу. Явление получило название «адгезия». Особенно интенсивная адгезия была заметна при скольжении наиболее гладких образцов. Это казалось удивительным, что опровергало естественное вроде представление о трении как результате зацепления неровностей двух поверхностей. С другой стороны, адгезия наблюдалась далеко не всегда, и считать ее универсальной причиной трения не было оснований.

Вторым открытием, или, скорее, озарением, было четкое осознание: при трении механическая энергия обязательно переходит в тепло. Эта, казалось бы, избитая и в те времена истина (еще кроманьонцы добывали огонь трением) была далеко не тривиальной в эпоху господства теории теплорода. Дело в том, что такая теория допускала небольшой нагрев тел при трении лишь за счет перераспределения в них некоторой спрятанной «тепловой субстанции». Но граф Румфорд, терпеливо наблюдавший в Мюнхенском арсенале за трудом-

ким и продолжительным сверлением пушечных стволов, заметил, что сильное выделение тепла при трении не ограничено во времени. Следовательно, источник тепла — не внутренняя потенция тел, а нечто внешнее? Быть может, работа той силы, которая заставляет сверло вращаться?

Значительно позднее, когда был открыт закон сохранения энергии и сформулированы начала термодинамики, твердо установили: переход механической энергии в тепло совсем не случаен. Он обусловлен всеобщей тенденцией к повышению энтропии, прямо следующей из второго начала термодинамики.

Таким образом, круг поисков физических причин трения резко сузился. Тем не менее ученым оставалось объяснить главное — каким способом механическая энергия при трении переходит в тепло. Снова погоня за сутью явлений. И снова в поле зрения исследователей микронеровности, существующие даже на гладких на вид поверхностях. Не связаны ли потери на трение с бесчисленными подъемами и спусками тел по таким бугоркам? Расчеты показывали, что такой механизм рассеяния энергии вполне реален при достаточно крутых бугорках. Однако неровности на поверхностях трения были нередко пологими, что начисто отменяло механизм «подъема-спуска».

Более обоснованной и живой оказалась гипотеза пластического деформирования неровностей при трении. Действительно, при этом может выделяться много тепла. Загвоздка, однако, в том, что способность большинства металлов к пластической деформации ограничена определенным числом циклов. Позже наступает так называемый наклеп, когда металл твердеет. А при этом в тепло превращается совсем мизерная энергия. Получалось, что по мере приработки поверхностей потери на трение должны стремиться к нулю, чего, увы, никогда не наблюдалось.

Были и другие, не менее убедительные факты, компрометирующие гипотезу деформирования бугорков. Самый разительный тому пример — скольжение и качение цилиндра по плоскости. В последнем случае потери на трение, как известно, исчезающе малы, хотя число, размеры и другие свойства бугорков, сминаемых на единице пути при скольжении и качении строго одинаковы. Да, здесь было над чем поломать голову!

Тем временем промышленная революция XIX века настойчиво требовала ускорения технических операций. Символ прогресса, паровые поезда должны были ходить все быстрее и быстрее. Беда заключалась в том, что при повышенной скорости подшипники нагревались и плавились. Избавиться от напасти можно было лишь одним способом — уменьшить трение в подшипниках до

неслыханно низкого уровня. Однако состояние тогдашней техники не давало ни малейшего намека на решение проблемы.

Но выход был найден сразу после того, как Рейнольдс открыл удивительное явление. Тонкий слой жидкости создавал подъемную силу за счет... собственного внутреннего трения! Этот гидродинамический эффект мог возникать прямо в подшипнике при достаточно быстром вращении вала и легко создавал подъемную силу в десятки кг/см^2 . В качестве вязкой жидкости можно было использовать дешевое минеральное масло, считавшееся тогда никчемным отходом. Развитие теории гидродинамической смазки Петровым и плеядой других ученых позволило успешно применить жидкостную смазку не только на транспорте, но и во многих быстроходных машинах и приборах, начиная от гигантских гидротурбин и кончая миниатюрными гироскопами.

И тем не менее жидкостное трение не было панацеей. Суровых условий эксплуатации не выдерживали уже сами смазочные масла. Типичный для техники нашего века неуклонный рост температур, нагрузок и скоростей требовал все более широкого использования сухого трения. Однако потери при сухом трении были в сотни раз больше, чем при жидкостной смазке и в опорах качения. А тайна сухого трения по-прежнему оставалась неразгаданной. Ученые зашли в тупик.

Теперь самое время вернуться к адгезии. Нужно уточнить, что такое адгезионная связь. Естественная жесткость твердых тел обусловлена многочисленными связями, возникающими между соседними атомами или молекулами. Рождение любой связи сопровождается рассеянием в тепло некоторой избыточной энергии, сравнимой с энергией самой связи. Простая модель: шарики катятся по горизонтальной поверхности, а на ней небольшие колодцы. При случайном попадании в колодец шарик в конце концов успокаивается на его дне. При этом рассеивается часть потенциальной энергии шарика. Зато положение шарика теперь уже строго фиксировано и устойчиво. А чтобы извлечь его из колодца, нужно затратить энергию — энергию связи. Таинственная способность атомов и молекул объединяться в тела объясняется довольно просто: такое коллективное состояние наиболее устойчиво, а следовательно, и наиболее вероятно.

Адгезионные связи неизбежно появляются между атомами и молекулами различных тел в местах их контакта. А при скольжении соприкасающихся тел установившиеся связи тут же рвутся, и вместо них немедленно образуются новые. Происходит, как говорят, непрерывный обмен адгезионных связей, сопровождающихся

вполне ощутимым выделением тепла. Трение и есть результат интенсивного обмена адгезионных связей, возникающего в зоне контакта тел при их относительном перемещении.

Спрашивается, что же нужно сделать для снижения трения? Очевидно, прежде всего попытаться уменьшить энергию адгезионных связей. Именно так и поступили древние египтяне и греки, придумавшие граничную смазку. Действительно, если энергия связей между твердыми телами измеряется обычно несколькими электрон-вольтами, то пленка растительного масла, «сидящая» на поверхности металла, снижает эту энергию до нескольких десятых долей электрон-вольта. Надо сказать, что такие пленки находятся в особом, почти твердом состоянии, поэтому они очень прочны.

В свободной воде, как и в любой жидкости, связь между молекулами почти полностью скомпенсирована тепловым движением. Это означает, что молекулы жидкости обладают большой свободой по отношению друг к другу. Именно поэтому достаточно медленное скольжение по водной глади практически не встречает никакого сопротивления, чем с успехом и воспользовались наши горазды на выдумку предки. Выходит, что адгезионная модель «работает» и в этом случае.

Но мы пока никак не объяснили преимущества качения! Чем оно лучше скольжения? Из примера с цилиндром четкого следует, что энергия адгезионных связей, да и их число на площади контакта абсолютно одинаково, как при скольжении, так и при качении. Тем не менее трение при переходе от скольжения к качению падает в десятки тысяч раз! Трение и адгезионный эффект практически исчезают. Куда же они деваются?

Еще полвека назад ответа на такой вопрос не существовало вообще.

Сейчас можно все это объяснить на простом и наглядном примере. Представим, что к столу приклеена лента. Клей создает в данном случае подчеркнута сильные адгезионные связи. Попробуем сдвинуть ленту, потянув ее вдоль стола. Ничего не получится. Мы рискуем лишь порвать ленту. Прибегнем теперь к общеизвестному способу. Потянем край ленты вверх, и она легко отстанет от стола. Для удобства прикрепим край ленты к цилиндрику и покатаем его. Постепенно освобождая ленту, мы почти не встретим сопротивления. Но ведь это полная имитация качения. Понятно теперь, в чем дело? Ну, конечно. Те же связи, которые при скольжении мы вынуждены разрушать одновременно, рвутся при качении строго последовательно, к тому же микроскопическими порциями.

Итак, опираясь на простой в сущности принцип обмена адге-

зионных связей, мы более или менее удачно объяснили все три основных способа снижения трения, пришедшие к нам из глубин тысячелетий. Но объяснение интересно не само по себе. Важно иное — что обещает теория. После многовекового «практицизма» что даст наука? Какие горизонты она откроет?

Как видите, существуют два фундаментальных способа снижения сухого трения. Первый — максимально ослабить интенсивность обмена адгезионных связей. Второй — попытка уменьшить, насколько возможно, энергию самих связей.

Каковы же физические пределы обоих способов? В какой степени потенциальные ресурсы, разрешаемые природой, уже исчерпаны?

Рассмотрим первый путь, подсказываемый строгой теорией. Стоит ли стараться и дальше сводить на нет обмен адгезионных связей, который и без того почти затухает при качении? Здесь выясняется любопытная вещь. Оказывается, что качение — далеко не единственный и даже не самый эффективный путь устранения адгезионного обмена. Вопреки распространенному мнению, аналогичные способы перемещения, хотя внешне и совсем не похожие на качение, широко распространены в живой природе. К ним относятся, например, хождение и ползание. Кинематически они намного сложнее качения. Однако позволяют двигаться практически без трения по очень сложному рельефу. Недаром подобные виды передвижения привлекли пристальное внимание проектировщиков вездеходов и планетоходов.

Ну, а второй путь? Физикам известны разные виды межатомных связей. Наиболее слабые из них, так называемые связи Ван-дер-Ваальса, характеризуются энергией порядка нескольких сотых электронвольта. Очевидно, что поверхности, способные создавать только такие связи, должны обладать наименьшим трением. Но, увы, тела на их основе развалились бы уже при комнатной температуре. Ведь энергия связей сравнима в данном случае с энергией тепловых колебаний.

Выход состоит в том, что в качестве твердых смазок используются вещества с анизотропной, разнородной по направлениям, кристаллической структурой. Некоторые такие вещества, например молибденит и графит, имеют слоистую структуру — прочные сами по себе слои очень слабо связаны друг с другом. Такие материалы обладают отменной прочностью на сжатие и широко применяются в узлах трения прямо в чистом виде.

Оказывается, однако, что теоретически возможности подобных твердых смазок далеко не исчерпаны. Ведь отдельные блоки, из которых состоят поликристаллические тела, распо-

ложены друг по отношению к другу хаотически, напоминают груды кирпича, сваленную нерадивыми строителями. Но получить предельно низкое трение можно, лишь ориентируя кристаллы так, чтобы их грани, слагающие дорожку наподобие аккуратной кирпичной кладки, имели бы наименьшую свободную энергию, а следовательно, и минимум адгезии. Больше того, необходимо, чтобы такая безукоризненная дорожка длительно работала на трение, то есть выдерживала без разрушения гигантские контактные напряжения. Еще совсем недавно было совершенно неясно, как это сделать даже в стерильных лабораторных условиях, не говоря уже о технических устройствах. Сейчас, однако, ВНИИ оптико-физических измерений совместно с Институтом химической физики АН СССР нашли вполне реальные способы получения и стабилизации таких сильно упорядоченных поликристаллических структур, толщиной всего в несколько десятков атомов.

Выяснилось, что естественным источником дополнительной энергии, необходимой для формирования таких структур, может служить... само трение, которое в итоге пожирает себя подобно мифическому дракону. Однако для успеха столь дерзкой операции требуется исключительно сильная «встряска» поверхностного слоя, освобождающая его от многочисленных примесей и дефектов. Такую «встряску» можно получить путем бомбардировки тела ускоренными частицами — электронами или же атомами инертного газа. Упорядоченный этим способом поверхностный слой обладает аномально низким трением и рядом других необычных свойств. В итоге потери на сухое трение в ряде случаев получаются столь же низкими, как при жидкостной смазке или в опорах качения.

А каков же вывод? Практика древних механиков привела в итоге к фундаментальному решению важнейшей и далеко не тривиальной инженерной проблемы. Это означает, что специалисты древнего мира пусть мучительно медленно, но зато настойчиво следовали столбовой дорогой технического прогресса, рационально, по-хозяйски используя буквально все, что могли дать подручное сырье и доступные эпохе методы обработки.

Успеху эмпирического подхода способствовал, как видно, сильно замедленный темп технического прогресса, характерный не только для Древнего мира, но и эпохи Средневековья. Вместо скачков, типичных для современной технологии, мы замечаем здесь неспешное, но зато неуклонное приближение к идеальному решению, как это случилось, например, с колесом и подшипником скольжения.

А понимание внутреннего

смысла задачи? Оно было при этом совсем не обязательным. Такое понимание складывалось значительно позднее, уже в эпоху становления классической науки. Заметим однако, что и в эпоху безраздельного господства практицизма подход, основанный на проникновении в скрытую суть пропорций и явлений, приводил иногда к выдающимся практическим результатам (машины Архимеда) или надолго оставался выдающимся памятником феноменального инженерного провидения (изобретения Леонардо да Винчи). И все же основным путем раскрытия секретов природы стал научный метод, разработанный Галилеем и основанный на анализе физических моделей явлений.

И еще что важно — практический метод, несмотря на очевидную эффективность, имеет все же некий естественный порог, предел. Этот предел достижений объясняется несовершенством творческого поиска, основанного лишь на бесчисленных пробах и ошибках. В области трения такой порог был достигнут, по-видимому, примерно к началу первой промышленной революции. Рожденные ею новые задачи, в частности создание быстроходных подшипников для поездов и электромашин, потребовали не только оригинального, но и оперативного решения. В результате традиционный поиск наугад стал все чаще заменяться целенаправленным научным исследованием самой сути проблемы. Классическим образцом такого подхода служит гидродинамическая теория смазки, составившая эпоху в борьбе с трением.

Мы видим, наконец, что научное осознание внутреннего смысла явлений позволяет вскрыть глубокую и неожиданную связь между, казалось бы, вполне самобытными изобретениями и по-новому оценить их потенциальные возможности.

Однако специфическая и, возможно, главная роль прикладной науки состоит все же в том, что она способна дать промышленности и такие решения, которые вообще не могут быть найдены чисто практическим путем. И это главное.

Без глубоких теоретических исследований невозможно было бы дойти до идеи использовать, с целью устранения трения, особое, не встречающееся в естественном виде состояние твердого вещества, отличающееся строгой и стабильной упорядоченностью структуры на атомно-молекулярном уровне. «Сверхдостижения» в технике невозможны без глубоких, неожиданных и сложных научных теорий. Если прежде объяснение явлений не спеша следовало за практическим его применением, то теперь теория все чаще предваряет практику. Видимо, в этом одна из особенностей научно-технической революции.



ВО ВСЕМ МИРЕ

Пошла вон, белуха!

Есть у дельфина родственник, живущий в водах Северного Ледовитого океана и его морей. Это — белуха, крупное млекопитающее, достигающее шести метров в длину и весящее порой целую тонну. Чтобы подкрепить такую массу, белуха поглощает огромное количество моллюсков и ракообразных. Это бы ничего, но есть у белухи одно пагубное пристрастие. Каждый год, когда стаи лососей неудержимо устремляются из моря в реки, чтобы продолжать свой род, в устьях рек их поджидает этот страшный враг. Белухи заметно снижают поголовье ценнейшей рыбы, причем в самое ответственное для вида время.

Аляскинское управление охраны природы долго искало выход из этого положения, причем такой, чтобы и белуху не истреблять. Наконец экологи вспомнили, кого боится белуха — касатку! Инженеры-электронщики фирмы «Бендикс корпорейшн» получили от Управления охраны природы странный заказ — научиться имитировать «голоса» касаток. Сконструированный ими прибор, получив телеметрическую команду, немедленно начинает распространять под водой записанные на магнитную ленту звуки, издаваемые касатками, когда они идут на добычу. Едва услышав охотничье «улюлюканье» своих извечных врагов, белухи расплываются кто куда. А лососи беспрепятственно устремляются из моря в пресные воды, куда зовет их вековой инстинкт. Установка «белушьях пугал» в устьях аляскинских рек уже началась.

«Знание — сила».
февраль,
1977 год

ЮРИЙ ВЕБЕР

Алгоритм вежливости,

или
Разговор с собственным героем

В 1964 году вышла книга писателя Юрия Вебера «Когда приходит ответ» (издательство «Детская литература»). Главный герой ее выступает под именем Григория Мартьянова. Молодой, начинающий инженер-электрик. Исследователь. Затем создатель новой научной методики. Автор фундаментальной «Теории». Профессор и доктор наук... Подготавливая новое издание, автор решил дополнить повествование «последними событиями». О том, как он снова встретился со своим героем, какой разговор у них произошел и что он увидел у него в лаборатории, и рассказывается в очерке, который мы помещаем.

Книга закончена. И с тех пор, как я расстался с Григорием Мартьяновым на ее последних страницах, в наших встречах как-то само собой наступил перерыв. Немалый перерыв на десяток с лишним лет.

Иногда приходилось слышать о нем стороной: роет, продолжает свое, не успокоился. Стал уже членом кором академии, заслуженный деятель науки и техники и всякое такое. А главное-то у него там в лаборатории все время что-то затевается.

Вот я и напросился к нему в гости по старой памяти.

Институт его был теперь на другом конце города, на очень длинной, многокилометровой улице — проспекте, что прорезал прежнюю глухую окраину Москвы. Огромный светлый корпус лабораторий, сплошь опоясанный стеклом по всем этажам. Где-то там, за этими окнами, должна быть его новая лабораторная «берлога».

А ведь была когда-то и в самом деле берлога. Низкий полуподвал с вросшими в землю окошками, возле старой московской электростанции на Москве-реке, где молодой инженер Григорий Мартьянов проводил свои первые опыты по телемеханике, по созданию системы управления на расстоянии. Заря пятилеток. Он вполне познал тогда роль маленьких переключателей — реле. С тех пор реле и взяли его как исследователя в сети своих соединений.

Воспоминания, сравнения напрашивались, как только я вступил в эти новые

владения института, пересекая всю площадь большого двора с подстриженным газоном, — к корпусу лабораторий. Так что же у него было потом?

Потом была тесно заставленная общая комната в старомодном доме какого-то бывшего купеческого общества, куда водворился со своими письменными столами и весьма скудным оборудованием только что созданный академический институт автоматики и телемеханики. В сущности тоже берлога — только с дубовыми панелями по стенам, оставшимися от прошлых времен. Там-то и погрузился Мартьянов в пучину странных научных представлений о том, что все эти релейные соединения, которыми он занимается, можно строить по правилам алгебры логики, или булевой алгебры. Иксы, игреки, обозначающие кнопки и реле. Знаки сложения и умножения, выражающие последовательное или параллельное соединения. Цепь замкнута — единица. Цепь разомкнута — ноль... Простейший, элементарный, но полный глубокого смысла двоичный счет, на котором стоит вся булева алгебра... и вот еще логика релейных устройств.

На этой основе и принялся Григорий Мартьянов в своей «дубовой берлоге» выводить практические приемы построения релейных схем. Вместо обычного пробного расчерчивания, рисования со всей паутиной соединений — лаконичные строчки алгебраических значков, скобки, нулики, единицы... Схема вычисляется! «Мартьяновские грезы», — улыбались тогда окружающие.

Мне надо подняться на пятый этаж.

...Грянувшая война оборвала, казалось, все «грезы». Его берлога в далекой эвакуации, где-то в заснеженном городке Зауралья. И все-таки... Выкроив какой-нибудь поздний ночной час среди чрезвычайных, неотступных дел, сидел он в своей узкой холодной комнатенке, укутавшись в овчину, при тускнеющем свете аккумуляторной лампочки и пробовал придать своим первоначальным наброскам последовательность и цельность научной методики. Его будущая теория релейных устройств. И сколько еще придется ему воевать за нее в мирное время!

Пятый этаж. Длиннейший коридор, как тоннель, ведущий в неизвестность. И вспомнился другой коридор, по которому мне приходилось когда-то ходить, к нему, к Григорию Мартьянову. Все коридоры в общем-то друг на друга похожи: шеренга закрытых молчаливых дверей, за которыми идет своя лабораторная жизнь... Было это уже после войны, институт переселился со своей ученой армией в более вместительное, более современное здание, времен нашего первого железобетона, где не было уже дубовых панелей, но была удобная электропроводка в лаборатории для производства всяких экспериментов. Где у Мартьянова появился уже первый в его жизни собственный кабинет. Где разворачивались его дальнейшие релейные раздумья и релейные баталии. И где забрезжил наконец какой-то просвет, первые проблески признания его теории. И где он дал еще вещественное доказательство ее весомости, построив некую логическую машину для анализа релейных схем. Может, и не слишком еще совершенную, но по тому времени все же первую такую. Весна кибернетики.

И вот теперь новая встреча. Лаборатория номер такой-то. Его «берлога».

* * *

В комнате перед кабинетом Мартьянова встретил меня молодой научный сотрудник и сообщил, что Григорий Иванович просит подождать, сейчас будет.

— Только закончит разговор с Аспро.

Аспро?.. Не успел я получить разъяснение, как дверь из коридора растворилась и в комнату вошел своей быстрой, как и прежде, чуть семенящей походкой, ну, конечно, он, Григорий Мартьянов.

Все-таки почти пятнадцать лет прошло. Вон и седина у него заметная. Но не отяжелел. Нет, не отяжелел! Я смог в этом и дальше убедиться. После нескольких полагающихся общих фраз мы приступили к тому, ради чего я, собственно, и пришел. Ну, а теория? Как она за эти годы? Не постарела? Как поспевает за временем? НТР, век ЭВМ и прочее...

— Теория, как и человек, дряхлеет от неподвижности, — подхватил он. — Но мы ей не даем, не даем!..

И сказал он это так, что я невольно подумал: вероятно, там, за стенкой, в лаборатории его по-всякому именуют, как водится. «Шеф», «Грим» или еще как. Но только вряд ли «Старик». Как-то не идет, не вяжется.

Неутомимый проповедник во всем, что касается его излюбленных реле и релейных построений, он и сейчас попытался дать мне хотя бы почувствовать, над чем же они теперь ломают копы, чему еще научились. Объяснять он предпочитал, как всегда, не столько на словах, сколько набрасывая на бумажке ряды всяких иксов, перестраивая их и неизменно приговаривая: «Очень просто!»

Выражая условия работы любого релейного автомата в виде списка булевых функций, они научились теперь извлекать из этих алгебраических выражений по возможности «всю заключенную в них информацию». Ну, например, какие из этих переменных в записи условий совершенно обязательны для нужного действия, а без каких можно и обойтись. Несущественные переменные. От них и стараются в самом же начале освободиться, чтобы не обременять дальнейших процедур вычисления. «Смягчить несущественность». Или же вскрыть очень важное: не вкралось ли где-либо противоречивых состояний? Когда одна и та же комбинация элементов может вызвать и включение цепи и отключение ее. При чрезвычайной сложности современных автоматов такая ошибка в записи условий всегда возможна. Раньше она долго пряталась в паутине записей и графических построений. Теперь же ее научились обнаруживать на первых же шагах. И от противоречивости избавляться. «Устранить некорректность». Как хотите, но это сходство их терминологии с международной вежливостью шахматистов мне определенно понравилось. «Корректный ход», «корректная комбинация».

Десятки и десятки, а то и сотни переменных на входе и переменных на выходе. Сложность автоматов непрерывно растет. «Задачи большой размерности», — как выразился Мартьянов. Они-то и заставляют придумывать все новые способы решений, оттачивая методику релейных построений. Так родилось у них нечто вроде «крупноблочного строительства». Уже невозможно стало, как было раньше, рассматривать все состояния всех элементов по отдельности. Их тысячи и тысячи. И вот нашли способ оперировать в своих расчетах релейных структур более крупными единицами. Научились по той же алгебраической записи объединять отдельные состояния в цельные однородные группы и действовать дальше уже в такой компактной форме. Действовать комплексами состояний. Выигрыш и в самом деле такой же, как класть на строительстве не по кирпичику, а сразу крупными блоками. Мартьянов показал мне тут же на бумаге, как это по их методике примерно делается, хотя я и не мог разделить до конца его обычного «Очень просто!».

И еще запомнилось... Композиция и декорация. Можно подумать, это из об-

«Знание — сила», февраль, 1977 год

ласти музыки, искусства? Нет, это из искусства релейной теории. Так называют они два основных метода, которые применяются теперь для построения, исчисления релейных устройств. Можно вести построение автомата в виде одной цельной структуры, напоминающей собой не то ветвистое дерево, не то какой-то орнамент из релейных элементов. Или же наоборот. Общий сложный автомат разделяют на отдельные части. И каждый элемент рассматривается как отдельный подавтомат. С математической точки зрения это означает, что общая громоздкая функция разделена на подфункции, которые гораздо проще и удобнее поддаются реализации.

Действительно, композиция и декомпозиция.

— Красиво? — спросил Мартянов.

И я еще раз живо почувствовал, что вся эта релейная игра для него не только занятие ума, но и какой-то свой, особый источник наслаждения. Музыка теории.

Но вот какой оборот должна была принять их методика, признаться, для меня совсем неожиданный.

Все, казалось бы, направлено к тому, чтобы вести вычисление и построение релейных структур вполне строго и точно, наиболее закономерным образом. Чтобы релейное устройство было максимально простым, экономным, надежным, чтобы оно содержало даже при самых сложных своих функциях возможно меньше элементов и возможно меньше запутанных соединений между ними. Дать оптимальное решение. Решение самое лучшее. Но...

— Только осторожно с этим понятием «самое лучшее»! — сказал Мартянов.

И привел пример. Довольно простой релейный блок — всего на шесть входов. На таких блоках можно строить, скажем, управляющий автомат для запуска какого-нибудь мощного насоса или турбины. Рассчитать с помощью новых методов релейной теории. И будет действовать как надо. Но если вознамериться найти непременно самое лучшее его решение, оптимальное, то пришлось бы... На каждом этапе расчетов, когда производятся всякие преобразования, пришлось бы перебирать все возможные решения, заложенные в алгебраической записи, чтобы отобрать из них самое лучшее. Для блока на шесть входов их будет, таких возможных решений, не больше и не меньше, как тридцать четыре тысячи триста двадцать! Значит, на первом этапе расчета надо будет перебрать все эти тридцать четыре тысячи. А на втором этапе для каждого из этих тридцати четырех тысяч опять-таки перебрать еще по тридцать четыре тысячи возможных решений. (Попробуйте пережить!) А на третьем этапе — еще больше... Нарастающая лавина! А если устройство должно быть не на шесть переменных, а на десятки, на сотни переменных, что же тогда? Совершенно фантастический счет! И ради чего? Чтобы найти какое-то воображаемое самое лучшее, спрятанное в этой бездне перебора решений?

Тут-то их методика и совершает своеобразный обходный маневр. Идея такова: если практически почти немисливо найти наилучший из всех возможных, оптимальный вариант, эту «синюю птицу» проектировщиков, то гораздо выгоднее, доступнее найти вполне хороший, приемлемый вариант — и тем решить задачу. И есть такое научное направление, которое приходит здесь на помощь. Эвристическое направление. Эвристика. Ее-то и взяла релейная теория, так сказать, в свою оркестровку.

Релейная теория выработала для этого свои «наводящие вопросы», позволяющие продвигаться в нужном направлении. Эвристические критерии. Наборы формул, которые примеривают, как поверочные эта-

лоны, к булевым функциям на том или ином шаге преобразований: какой же шаг лучше избрать? Вроде как сделать тот самый «удачный скачок», который так характерен для всякого творческого акта: «Эврика!». А это и делает выбор окончательного решения гораздо более коротким.

Но каждый раз надо выбрать подходящий критерий. Здесь уже не только чистый расчет, здесь еще и догадка. Берет свое интуиция — эта величайшая способность человека, что отличает его от любых наизумнейших машин.

— В нашем деле математика математикой, а интуиция — само собой, — заметил Мартянов.

Ну что же, мне оставалось лишь порадоваться, что даже такой строго рациональной теории ничто человеческое не чуждо.

Только не следует понимать так, будто при этом получается что-то с изъясном, вроде как неполноценный автомат. Нет, он будет действовать, как надо. И его релейная структура будет близкой, очень близкой к той, что могла бы считаться оптимальной. Но нет уже при расчете этой структуры той страшной необходимости в поголовном переборе всех возможных вариантов. Вместо этого ведется направленный поиск структуры, достаточно короткий и вполне доступный «всякому нормальному человеку». Если, конечно, под «нормальным» понимать тех, кто владеет всей этой кухней релейных построений.

Каждый новый штрих, который добавлял в свои объяснения Мартянов, должен был меня убедить, как все-таки изменилась она за прошедшие годы, эта теория. И как ей не дают, не дают заставаться. Многое в ней изменилось.

— И ничего не изменилось! — почти торжествующе добавил Мартянов.

— В самом деле... Какие бы не были теперь хитроумные, мозговитые автоматы и как бы изощренны не были способы их решения, а все это по-прежнему опирается на релейное, дискретное действие двух положений: включено — выключено. Все тот же двоичный счет алгебры логики. Булевы функции.

— От них все равно мы танцуем в наших расчетах и построениях. Старый Буль может спать спокойно! Никто не собирается тревожить его прах и опрокидывать его начала. Добрая почва, на которой все отлично всходит.

Разговор у нас шел о релейной теории, о релейных структурах... А сами-то реле, эти основные кирпичики, из которых все складывается, — они ведь тоже за эти годы сильно преобразились. Электромагнитные катушки с якорем контактов, такие солидные и такие громоздкие, полностью царившие на заре автоматике, когда начинал Мартянов, — катушки эти уступают все больше свое место новому релейному поколению. Бесконтактным элементам. Магнитные кольца, полупроводниковые кристаллы, тончайшие пленки выполняют ту же роль переключателей. Невидимое, неслышное действие электронных потоков, вместо грубоватого механического перескока. Их теперь и не выделяют в обычном смысле слова, эти бесконтактные элементы, а скорее выводят химическим путем целыми колониями, наподобие микробов в колбах и ретортах. Микроскопический мир.

Мартянов выдвинул ящик стола и извлек оттуда небольшую круглую пластинку, как бы покрытую лаком нежно-сиреневого цвета.

— Посмотрите... — предложил он взглянуть через толстую лупу.

И в сильно увеличенном поле зрения увидел я на поверхности пластинки множество мельчайших квадратиков, тончайших линий.

— В каждом таком квадратике, — указал он кончиком карандаша, — содержит-

ся до десяти тысяч элементов. Бесконтактных кристаллических реле. Представляете?

Представить себе это, конечно, невозможно. Но я подумал о прежних релейных устройствах, о первых счетно-решающих машинах, которые мне приходилось когда-то видеть. Целые комнаты, ряды комнат, заполненные панелями с катушками реле, электронными лампами... И теперь эта скромная пластинка — пятачок на ладошке, — содержащая тысячи и тысячи бесконтактных элементов и различных соединений между ними.

И все-таки... Хотя эти новейшие элементы и бесконтактные, и микроскопически малые и могут выполнять гораздо более сложные функции, все равно они действуют по тому же принципу: включено — выключено и подчиняются так же двоичному счету алгебры: единица, нуль.

Он мог бы, конечно, еще сколько угодно расписывать и расписывать красоты современной релейной теории. Но дверь кабинета растворилась, и уже знакомый молодой сотрудник объявил:

— Григорий Иванович, Аспро вас ждет!

Мартянов встал.

— Не будем медлить, — сказал он. — Время Аспро очень дорого.

* * *

Спустившись на нижний этаж, мы вступили в светлое обширное помещение, весьма характерное для обиталищ современной электроники. Белые закрытые шкафы, белые объемистые ящики, ничего не видно, кроме скромного пульта с сигнальными глазками...

Мартянов обвел рукой всю эту обстановку:

— Здесь мы реализуем еще одну возможность, которую дала нам теория.

Он заговорил тоном, будто с кем-то полемизируя. Обычно принято считать, что процесс проектирования — процесс исключительно творческий. Это так. В принципе. Но в труде проектировщика, помимо выдумки, сообразительности, интуиции, много места занимают еще однообразно повторяющиеся, однотипные, рутинные операции, определенные ходы решений...

— И зачем же загружать этим голову человека? Пусть все это делает машина. А человеку и без того есть над чем поломать голову.

В науке принято такое выражение — «формализовать процесс». Значит, перевести описание этого процесса на язык определенных знаков-символов и отношений между ними. Вся математическая логика есть формализация процесса логических рассуждений. Вся релейная алгебра есть формализация действий реле и соединений между ними.

— Так почему бы и нам не формализовать процесс мышления проектировщика? — спросил с вызовом Мартянов. — Ну, то, что можно, — согласился он немного уступить. — А то, что можно формализовать, то можно и автоматизировать.

Он махнул в сторону ящиков и шкафов.

— Перед вами универсальная ЭВМ. Рассчитана на решение всевозможных задач, какие встречаются теперь в технике и в научных исследованиях. А мы вложили в нее еще одну способность. Вести автоматическое проектирование. Разрешите представить, — сказал несколько церемонно. — Наш главный робот-проектировщик! Хотя его и не видно, но он здесь, в этих шкафах. И у него есть свое имя: Аспро.

Так вот оно что! Короткое и звучное слово, как имя какого-нибудь героя фантастического романа. Но я тут же получил его вполне реальную, прозаическую расшифровку: автоматическая система проектирования.

Мартьянов подвел меня к молодому сотруднику с бородкой «под шкипера» и представил его как исполняющего роль проектировщика. Сейчас должен начаться сеанс. Автоматическое проектирование.

Перед небольшим экраном чернели ряды клавиш с буквами, цифрами, разными значками, как на пишущей машинке. «Шкипер» нажал пальцем пусковую кнопку. Экран мягко озарился бледно-голубоватым светом, и на нем, совсем как на телевизоре, появились слова: «Что вы хотите?» Машина проявила несомненный акт вежливости, сообщая проектировщику о своей готовности его выслушать, принять его задание.

Мартьянов положил руку на крышку телевизора и сказал мне:

— Дисплей. Или экранный указатель. А по существу это электронный посредник, состоящий при машине. Посредник между ней и человеком.

В том-то и изюминка! Машина так устроена, что может не только решать сложные проектные задачи, но и способна вести все время квалифицированный, заинтересованный разговор с человеком, который задает ей задачу, — с проектировщиком. Ставит ему вопросы, отвечает, переспрашивает, спорит с ним, поправляет... И все это совершается вот через этот телевизор — дисплей.

Сеанс начинается с того, что проектировщик вводит в машину исходные данные. Условия работы создаваемого объекта: управление автоматического станка, космической ракеты, энергетического агрегата, транспортной сети или какого-нибудь экспериментально-лабораторного аппарата — машине это все равно. Она действует по общим законам логики релейных устройств, на все случаи и задачи. Она способна даже решать сразу, если нужно, несколько задач — по параллельным каналам. Умница машина!

Задание — условия объекта — можно вводить на обычном языке всех проектировщиков, наиболее близком к естественному. При этой системе нет надобности переводить сначала все данные на какой-нибудь специальный, весьма сложный код, — из тех машинных языков, какие работала современная кибернетика. Аспро прекрасно понимает и самый простой, человеческий язык. Говори со мной, как привык! Только соблюдай известные правила. Говори те слова, которые вложены в словарь системы. В каждом слове допускается не больше десяти букв. Можешь даже применять некоторые общепринятые сокращения.

На экране появилась фраза:

«Описывайте условия работы устройства. Название блока?» — Аспро задала свой первый деловой вопрос. Условия вводятся по отдельным блокам.

Сверяясь со своими записями в тетрадке, проектировщик отстукивает на клавиатуре:

«Блок С I».

«Входные переменные?» — появляется на экране. Аспро задает второй вопрос.

«Датч дав, Датч тем, KB1, KB2, KB3, КП», — отвечает ей «шкипер». На общепринятом языке проектировщиков это означает: «Датчик давления», «Датчик температуры», «Конечные выключатели», «Кнопка пуска». От них будут поступать сигналы в релейный автомат.

«Выходные переменные?» — Аспро задает свой третий вопрос.

«Вкл Дв, Стоп Дв» — отстукивает проектировщик (релейный автомат должен управлять включением и остановкой двигателя).

«Действия объектов?» — новый вопрос машины.

В нее уже заложена программа таких вопросов, типичных для всякого проекти-

рования. Они строго направляют порядок ввода условий. Не дают проектировщику «растекаться».

«Описывайте работу блока С I», — предлагает с экрана Аспро.

«Если Датч дав вкл и KB 1 вкл и потом KB 2 вкл, затем KB 1 откл, после чего KB 3 вкл и снова KB 1 вкл, то Дв вкл».

А машина там, у себя, уже перебирает в своем словарном запасе все эти слова, цифры, выражения. Ей понятны и «потом» и «после чего». Но вот она запнулась. Словечко «снова», которое отстукал проектировщик. «Снова».

«Такого слова в словаре нет», — сообщает она тотчас с экрана. И просит проектировщика разъяснить значение этого незнакомого ей «снова».

Машина неизменно сохраняет свою холодную деловитую вежливость и предлагает выбросить это лишнее словечко из дальнейшей процедуры, после того как сам проектировщик согласился, что оно вовсе не существенное. «Алгоритм вежливости», если хотите, был заранее предусмотрен в этих строгих правилах диалога с машиной. Вежливость всегда ведет более кратким путем к общей цели.

Проектировщик нажимает пальцем на ряд особых клавиш в правой части «пишущей машинки». И, повинувшись этим указаниям, по экрану движется пара светящихся черточек, похожих на знак равенства. Вверх, вниз, вправо, влево... — в зависимости от нажатия клавиш.

— Маркер! — показывает Мартьянов на этот движущийся значок. Что значит «маркировщик», «ставящий отметку».

Управляя клавишами, проектировщик может переместить маркер в любое место экрана, на любую строчку записи, на любое слово. И наведя его сейчас на затесавшееся никчемное словечко «снова», против которого протестует машина, он стирает его с экрана соответствующим нажатием на особую клавишу. Вон из игры! Правда, в строчке этой остается вместо выпавшего слова пустое место. Не беда! Нажимая другую клавишу, проектировщик придвигает слова друг к другу, — и снова получается единая, полная строчка. Разговор с машиной можно продолжать.

Она задает еще ряд вопросов, относящихся к действиям того же блока. О том, как он должен действовать во времени, в какой последовательности, есть ли какие-нибудь ограничения на эти действия...

Иногда она спрашивает даже довольно резко и категорично: «Печатайте: да или нет?» Тут уж не отвертеться!

Но вот машина подметила, что в одном описании действия не хватает нужной полноты. Проектировщик начал записывать задание в форме, которая называется в логике условным суждением: «если... то...». Слово «если» он поставил, а во второй части записи слово «то» забыл. И этим нарушил логическую конструкцию. Машина тотчас же «схватила его за руку», обращая внимание на эту неполноту. И тогда он с помощью клавиши раздвинул строчку на экране, навел маркер на образовавшийся пробел и вставил туда недостающее «то». А машина весь остальной текст переместила насколько нужно и успокоилась.

«Есть ли еще блоки?» — появилось на экране.

«Да», — ответил он.

И все пошло по тому же порядку. Блок С 2. Разговор на экране дисплея. Блок С 3... Пока все задание при взаимном согласии не было введено в машину.

Часто проектировщику и не требуется давать подробного описания того или иного узла будущего автомата. Разные автоматы имеют, как правило, немало одинаковых узлов. И строятся они, эти узлы, по общему принципу — будь то в станко-

строении или самолетостроении, в технике связи или системах производственного контроля. Например, сдвиговые регистры, которые применяются во всех вычислительных устройствах для регистрации, запоминания поступающих сигналов. Или специальные блоки, предохраняющие автомат от так называемого состязания, чтобы одно его действие не мешало бы другому. Схемы таких стандартных блоков уже давно известны, хорошо показали себя на практике, — почему бы их заранее не вложить в машину? Пакеты типовых решений, которые записаны на магнитных дисках, как на долгоиграющих пластинках, и хранятся за стеклом шкафов машинного зала. А забота проектировщика только в том, чтобы указать на необходимость такого блока. Машина сама уже отыщет соответствующий диск, «проиграет» на нем запись нужного стандартного узла и присоединит его к окончательному решению всей структуры автомата.

Но вот задание исчерпано. В машину введены все требуемые условия работы. И «шкипер» набирает последнее слово:

«Конец».

А в машине уже совершается переработка этих введенных в нее сведений. Первичный язык задания, наиболее близкий к естественному, она переводит на так называемый автоматный язык, уже целиком формализованный, математически строгий. На нем и происходят все главные процессы преобразования и поиска решений.

Аспро сама проверяет, нет ли в заданных функциях автомата каких-либо противоречивых состояний, описания их от некорректности. Сама комплекзует отдельные состояния в однородные группы, чтобы оперировать затем, как и требуется это в теории, целыми комплексами состояний. Сама производит композицию или декомпозицию функций, разбивая, скажем, сложный заданный автомат на подавтоматы. Сама ведет направленный поиск оптимального решения... И все же участие человека в ее работе начисто не исключается. Не все еще моменты проектирования поддаются строгой формализации. То, что делает машина, она делает несравнимо быстрее, без ошибок. Но не все она делает вполне самостоятельно, автоматически. Иногда бывает полезно, если на каком-то этапе человек все же «сунет свой нос». И в системе Аспро это предусмотрено. Так называемые «обратные связи через проектировщика».

Он может запросить у нее результаты их диалога через дисплей при вводе списка условий на заданный автомат. И машина отстукает ему на широкой ленте строчки букв и значков, из которых можно заключить, как он сам-то справился с тем, чтобы поставить перед ней задачу. И представьте, уж на что опытный, дошлый народ эти проектировщики, а все-таки... Мартьянов показал мне одну из таких лент, — после ввода условий на новый автоматический станок для сборки автомобильных шин. Так машина обнаружила в записях проектировщика триста тридцать четыре ошибки. Только после третьей попытки и новых диалогов с Аспро ему удалось достичь правильной записи. Машина в этом смысле неумолима.

В других случаях человек может помочь машине. Вызывает ту или иную программу работы. Может проверить почти на любом этапе правильность совершаемых в машине преобразований. Выбирает из нескольких вариантов промежуточных решений вариант, наиболее ему подходящий. В любой момент он может вступить в новый диалог с машиной, вносить на ходу поправки и улучшения... Дисплей опять будет посредником между ними. «Ум хорошо, а два — лучше». Ум человеческий и ум машинный.

Наконец срабатывает последняя подсистема выдачи решений, и Аспро преподносит свое решение задачи как на блюде. Преподносит на новом, так называемом выходном языке. И опять на таком, на котором привыкли у себя мыслить и разговаривать инженеры-проектировщики. Таблицы, формулы, отпечатанные на широкой бумаге, по которым можно построить искомую релейную структуру. Или вовсе уже готовые схемы и чертежи — их изготавливает специальный автомат, так называемый графопостроитель, управляемый той же машиной.

Сколько мы здесь пробыли в обществе Аспро? Не более часа с тех пор, как бородач-проектировщик начал предлагать ей свою задачу. И машина выдала ему уже готовый ответ в виде формул и таблиц. Больше всего времени у них ушло на предварительный диалог. А сама-то машина затем работала над этой задачей всего лишь доли минуты.

— А сколько вы просидел над такой задачей человек?

— Ну, я думаю, месяца полтора-два, не меньше, — ответил Мартыанов. — Если, конечно...

Он стал перечислять эти «если». Если проектировщик очень опытный. Если он умеет пользоваться новейшей релейной методикой. Если у него идет все более или менее гладко, без особой путаницы и недоразумений... И если эта задача вообще доступна решению «от руки».

Перед уходом я еще раз окинул машинный зал. Где он тут, этот робот-проектировщик? С ним нельзя даже проститься. Он не имеет своего, особого лица и растерялся в этих белоснежных ящиках и шкафах с универсальной электронной начинкой.

* * *

Наверху, в лаборатории Мартыанова, я дал волю своему энтузиазму:

— Вот бы такую Аспро в каждом месте, где проектируют!

— Да уж чего лучше, — усмехнулся Мартыанов. — Но пока это редкая штука. Есть еще подобная в строительном деле и еще одна, в машиностроении, и в энергетике, да еще в химической промышленности. А больше я и не знаю. Но...

У него всегда заготовлено какое-нибудь «но».

— Это вовсе не обязательно, чтобы было в каждом месте. Можно наладить так, что для той или иной области техники будет своя центральная Аспро. И ею будут пользоваться прямо с мест. Задавать ей задачу на расстоянии. Ведь это все равно, говорите ли вы с ней из соседней комнаты или же из соседнего города по специальной линии связи. У проектировщика будет только небольшой пульт с дисплеем и необходимой аппаратурой для ввода задачи и для приема от машины ее решений с проектной документацией. И они прекрасно друг с другом договорятся.

...На книжной полке в его кабинете стоит тесно шеренга печатных изданий. Совсем сбоку, в начале всего ряда, заметил я простенький, неброский переплет грязно-серого цвета с потертыми буквами: «Теория релейно-контактных схем». Знакомый переплет.

Да, это его давняя диссертация, докторская, в которую он вложил все, что вынашивал годами своей инженерской, исследовательской практики. Упорно складывая по кирпичикам из только что возникавших тогда «странных» научных представлений первые этажи этой теории, своей новой методики. Складывал и защищал. По-настоящему защищал. С этого начиналось.

Невидимый «дублер» Солнца?

«Двойные» звезды известны давно: они образуют единую систему, в которой два светила вращаются вокруг общего для них центра. Сперва ученые открывали подобные дубликаты, в которых одна звезда находится сравнительно недалеко от другой, разумеется, по космическим масштабам. Но потом известный астроном Питер ван де Камп заметил, что у многих двойных звезд расстояние, отделяющее их друг от друга, очень велико. Были обнаружены даже такие «парочки», которые совершали согласованный общий «танец», находясь в тысячах астрономических единиц друг от друга. А за одну астрономическую единицу, надо сказать, принята величина немалая — радиус орбиты Земли в ее годовом вращении вокруг Солнца.

До сих пор все это касалось очень уж удаленных от нас небесных тел. Но вот совсем недавно, как сообщает американский журнал «Сайенс ньюс», Крис Дейвидсон из университета штата Миннесота предположил, что и у нашего Солнца вполне мог быть подобный партнер. Будучи астрономом-теоретиком, а не наблюдателем, он построил свою гипотезу на нескольких умозрительных, но вполне правдоподобных основаниях.

Рассуждает он примерно так. Масса того первичного газопылевого облака, из которого путем конденсации миллиарды лет назад образовалась Солнечная система, более или менее известна. Радиус этого облака был равен примерно десяти тысячам астрономических единиц. Это, кстати, подтверждается и тем наблюдательным фактом, что у комет с самым длинным периодом обращения орбита, по-видимому, имеет такую длину, — ведь кометы тоже, согласно распространенным представлениям, детища того же газопылевого облака.

Оказывается, первичной массы облака было вполне достаточно, чтобы «изготовить» из нее еще одно Солнце. Только это Солнце должно было бы иметь массу примерно в сотню раз меньше, чем наше светило.

Подобные тела астрономам известны — это так называемые инфракрасные карлики. Правда, до сих пор всех наблюдаемых карликов открывали в бескрайних просторах Вселенной. Однако почему бы им не быть и поближе к нам? Конечно, расстояние до них должно

быть все же достаточно велико, а светимость звезды мала, иначе мы бы ее давно открыли.

Одна из загадок современной астрономии состоит вот в чем. Все известные кометы — как будто кто-то сгруппировал: у части из них афелий — самая удаленная от Солнца точка орбиты — составляет около одной астрономической единицы, у другой части — больше пяти. А вот таких комет, чтобы попадали в этот промежуток, почти нет. Но почему? — спрашивают себя астрономы...

А вот гипотеза Криса Дейвидсона предлагает на это вполне достоверный ответ. Просто невидимый (пока!) для нас инфракрасный карлик своим притяжением «вымел» все такие кометы из пределов нашей системы. И для этого, опять же, его масса должна быть близкой примерно к одной сотой массы Солнца.

Теория теорией, но ведь нужно проверить ее наблюдением. Где может находиться такой солнце-брат, если он действительно существует? Не ближе трех тысяч астрономических единиц, то есть в пятистах с лишним миллиардах километров от нас, считает Дейвидсон. Если дальше, то он не мог бы произойти от того же газопылевого облака, что и Солнечная система, а если ближе — его бы уже открыли.

Рисунок В. Кафанова



Пора астрономам взяться за поиски. А для этого нужно знать, где и какого «цвета» то, что мы ищем. В видимой части спектра сам красный карлик излучает мало. Невозможно также разглядеть отражаемую им солнечную радиацию: видимая светимость, как известно, обратно пропорциональна расстоянию, взятому в четвертой степени. А здесь оно около 550 миллиардов километров! Даже гигант Юпитер на таком расстоянии имел бы двадцать пятую звездную величину, то есть был бы совершенно незаметен с Земли.

Поэтому искать надо инфракрасное излучение карлика. Наука уже располагает приборами, которые могли бы обнаружить на таком расстоянии любое инфракрасное тело с массой и температурой, хоть ненамного превышающими эти параметры Юпитера. А размеры его тоже могут быть не столь уж большими: достаточно, чтобы экваториальный радиус достигал примерно 100 тысяч километров. Для сравнения: радиус Юпитера составляет около 72 тысяч километров. Что ж, такое тело вполне могло быть «изготовлено» из остатков материи, пошедшей на Солнечную систему.

Трудность в другом, — к сожалению, мы еще не знаем, в какую сторону смотреть. Гипотетический «дублер» Солнца может скрываться в любом направлении. Причем не обязательно он должен лежать в той же плоскости, что и видимый путь Солнца среди звезд. Но надежда все же есть: карлика может выдать его параллакс — изменение видимого положения предмета в зависимости от того, с какой точки на него смотреть. Зажмурьте поочередно то один глаз, то другой, глядя в одну и ту же близкую точку, и вы заметите ее параллакс. Так вот, для земного наблюдателя, совершающего вместе со своей планетой вращение вокруг Солнца, параллакс гипотетической звезды составит за год около двух градусов, а это не так уж мало...

Словом, Крис Дейвидсон направил коллег-практиков по следу, и дело теперь за ними. Впрочем, одного удовольствия он их заранее лишил: название солнечному родственнику Дейвидсон придумал сам. Предложенное им имя — Люцифер — в переводе с латыни означает «светоносный».



РЕФЕРАТЫ «ЗНАНИЕ — СИЛА»

О дверях, стульях и разговорах шепотом

ЧТО ЕСТЬ ДВЕРЬ?

Среди ответов на этот коварный вопрос не будем касаться тех, что относятся к компетенции строителя, искусствоведа или ночного сторожа. Остановимся на выводах, к которым приходит американский этнопсихолог доктор Эдвард Холл в работе «Скрытый параметр». По его убеждению, дверь — это рубеж индивидуального пространства, нарушение которого не может пройти безболезненно ни для одного живого существа. В том числе для человека.

Холл рассказывает, как его пригласили выяснить причины необъяснимых трений, возникших в филиалах американских фирм, размещенных в

ФРГ и немецкой Швейцарии. Там под одной крышей работали местные сотрудники и специалисты, прибывшие из Соединенных Штатов. И вот оказалось, что камнем преткновения оказались именно двери.

Дело в том, что американцы привыкли работать либо в больших общих помещениях, либо, если помещений несколько, только при открытых дверях: «американец на службе обязан быть в распоряжении окружающих». Открытый кабинет означает, что его владелец на месте и, главное, что ему нечего скрывать.

Небоскреб Фордовского фонда в Нью-Йорке целиком построен из стекла и просматривается насквозь. Здесь все — от директора до посыльного — постоянно на виду. Это создает у служащих вполне определенный стереотип поведения, вызывает у них ощущение, что «все сообща делают одно общее дело».

Для немца, пишет Холл, подобное рабочее помещение является воплощением самых жутких ночных кошмаров. Немецкие традиционные формы организации пространства принципиально иные. Каждое помещение там должно быть снабжено надежными (часто — двойными) дверями. Распахнутая настежь дверь символизирует крайнюю степень беспорядка.

Недоучет различий в концепциях индивидуального пространства и породил взаимное недовольство. Немцы, работавшие в филиалах американских фирм в Мюнхене и Гамбурге, жаловались на то, что находятся под неусыпным

присмотром (раскрытые двери). А у американцев глухой коридор с закрытыми дверями порождал твердое ощущение заговора.

Личность формируется социальным окружением. Однако не последнюю роль, считает Холл, в ее становлении играет система организации пространства. Свои выводы автор делает на основании сравнительного изучения современных пространственных форм в Соединенных Штатах и Западной Европе. Подчеркнем, что автор не выходит за рамки капиталистической формации.

Аристотелевское определение человека как животного социального обликом своими частями (и в качестве «животного», и в форме «социального») связано с **интериоризацией** пространства, то есть с восприятием индивидом некоей территории в качестве неотъемлемой части его самого. Значительные успехи этологии — науки о поведении животных — заставили обратить более пристальное внимание и на взаимоотношения человека с пространственной средой. Выяснилось, что эта среда имеет не только физический, но и психологический смысл. Индивидуальное пространство и составляет **скрытый параметр** личности, как предложил (быть может, не совсем удачно) называть его доктор Эдвард Т. Холл.

«Личное пространство животных имеет четко выраженную границу, — говорит директор института общей биологии при Рармском университете и председатель Международного этологического общества Данило Маинарди. —

У всех животных есть свой особый способ обозначать этот предел. Обезьяны, например, стучат кулаком по земле или гулко бьют себя в грудь, сурки орошают кусты пахучей жидкостью, секретиремой из желез, самки павлина имитируют частые и ритмичные удары клювом по земле, обводя вокруг себя определенный участок, и так далее. Все это потому, что личное пространство для них — то место, которое должно быть защищено от вторжения чужаков».

Утрата или ограничение естественного личного пространства порождает у животных ухудшение психофизиологического состояния. Опыты, проводившиеся во многих лабораториях мира, показали, что лишенные индивидуальной территории животные погибали. Вскрытие обнаруживало, что перед смертью они страдали разными заболеваниями, странным образом схожими только в одном: то были типично «человеческие» болезни — повышение артериального давления, нарушения сердечной деятельности, и это даже при исключении из питания жиров.

Интересные эксперименты с крысами были проделаны в Пастеровском институте в Париже. Группы животных помещали в коробки, где их нормально кормили и поддерживали чистоту. И вот оказалось, что при значительном увеличении числа поставленных друг на друга коробок, крысы начинали вести себя странным образом: резко возрастала агрессивность, падала «сообразительность», крысы явно тупели... Они не видели своих соседей в коробках слева, спра-

«Знание — сила», февраль, 1977 год

ва, снизу и сверху. Достаточно было их незримого присутствия. Когда же вместо коробок использовали ящики из прозрачного плексигласа, процесс отупения ускорился, а неврастения становилась неизбежным уделом даже самых сильных животных.

«Камерами отчуждения» и «фабрикой неврозов» окрестили новые стеклянные здания, которые строятся сейчас в Западной Европе по американскому образцу: без перегородок, спланированные по принципу «открытого пространства». Подобные помещения, по мнению французского физиолога Пьера Бугара, порождают у человека, помимо чувства острой неудовлетворенности, усталости и угнетения, функциональные расстройства. Нет сомнений, утверждают этологи, что все это — следствие утраты защитного пространства.

Данное утверждение, однако, покажет странному, пишет Холл, всякому, кто знаком с системой жизни в Великобритании. Англичанин очень часто до конца жизни не имеет индивидуального пространства. В первые годы жизни он делит детскую с братьями и сестрами. Выходив из имущих классов в возрасте десяти лет отправляют учиться в закрытый частный пансион (паблик скул), где они все время находятся в общих помещениях — классах и коридорах. Собственный кабинет в Великобритании предоставляется только служащим самого высокого ранга, остальные работают вместе. Члены британского парламента обсуждают свои дела в коридорах или на террасе.

В чем же дело? Видимо, в том, пишет Холл, что индивидуальное пространство — не абсолют. В Англии его заменяют четко соблюдаемые поведенческие ритуалы. Атмосфера традиционного британского клуба уникальна в этом смысле: люди могут там с десяти лет сидеть бок о бок в креслах и не разговаривать друг с другом по той простой причине, что их никто не признал.

Среди английских поведенческих ритуалов важное место занимает такое понятие, как «прайвеси» (его можно в широкой трактовке перевести как «уверенность в том, что ваш покой не будет нарушен без специального приглашения»).

Для американца отказ разговаривать с человеком, находящимся с ним в одном помещении, означает крайнюю степень отрицательного к нему отношения. В Англии это — общепринятая вещь. Один студент-англишанин, учившийся у Холла в США, жаловался автору, что американцы не в силах понять элементарных вещей: «Каждый раз, как я хочу побыть на людях один, кто-то из одноклассников со мной заговаривает. Потом он спрашивает, из-за чего я сержусь, а я не в силах дать

вразумительного для него ответа».

«Потребовалось время, прежде чем мы смогли определить различия в поведенческих символах, бывших причиной конфликта. Когда американец желает побыть один, он уходит в комнату и закрывает за собой дверь; таким образом, он зависит от архитектурных элементов для самоизоляции. Англичанин же с детства не привык пользоваться пространством для того, чтобы отгородиться от других. Зато он обладает набором «внутренних барьеров» психического свойства, которые окружающие обязаны распознать. Несовпадение структур приводит к тому, что чем больше англичанин баррикадируется в присутствии американца, тем настойчивее тот добивается выяснить, все ли в порядке».

В Англии, как общее правило, американцев считают говорящими несносно громко, отмечают их интонационную агрессию. Но все дело в том, что «скрытый параметр» американцев заставляет их высказываться во всеуслышание: это означает полное расположение к собеседнику. А также тот факт, что говорящему нечего скрывать.

Англичане же, куда большие интроверты, опасаются нарушить «прайвеси» людей, находящихся с ними в одном помещении. Они регулируют звук голоса ровно настолько, чтобы их слышал только собеседник. В Америке подобная манера считается «шептанием» и не вызывает ничего, кроме подозрения.

«Одна из главных причин глубокого различия скрытых «свойств» англичан и американцев состоит в том, что мы в Америке используем пространство в качестве способа классификации людей, в то время, как в Великобритании положение индивида определяется социальным происхождением. В США домашний адрес или адрес работы существенно влияют на ваш общественный статус. Джонсы из Бруклина или Майямы не столь престижны как Джонсы из Нью-Йорка или Палм-Бича. Фирмы, расположенные в Нью-Йорке на Парк-Авеню, котируются выше, нежели конторы в районе Седьмой или Восьмой улицы. Бюро на углу считается более процветающим, чем бюро в том же здании, но возле лифта или в конце длинного коридора».

Смена имущественного положения для американца влечет за собой не только переезд в другой район или другой город, но также почти полную смену круга общения. Он заводит контакты с ближайшими соседями, и это воспринимается ими как вещь, сама собой разумеющаяся.

В Англии пространственная близость ровным счетом ничего не значит. «Насколько мне известно, — пишет Холл, — те, кто пытались завязать знаком-

ство с англичанами по принципу соседства, были разочарованы. Тот факт, что вы живете рядом с другой семьей, не позволяет вам ни нанять им визиты, ни считать их детей товарищами по играм ваших собственных детей. Взаимоотношения людей в Англии обусловлены не пространственной структурой, а социальным происхождением».

Один из героев романа Ч. П. Сноу говорит такую фразу: «Мы в Англии все немного друг друга знаем». Речь, конечно, идет о высших слоях общества, выходцы из которых друг друга знают по совместному обучению в привилегированных школах и университетах.

Разное восприятие индивидуального пространства диктует и различия в поведении.

У многих американцев создается впечатление, что немцы в обыденном общении ведут себя излишне торжественно. Хотя дело тут в иной организации пространства. Американец не придает никакого значения местоположению стульев и кресел в помещении, он приспособливает их всякий раз в зависимости от ситуации. В ФРГ передвигать стул считается покусением на порядок, нарушением «частной сферы». Кстати, даже при желании это не так-то просто сделать из-за веса традиционной немецкой мебели.

Прославленный архитектор Мис Ван дер Роз, столь часто восстававший против немецких традиций в архитектуре, тем не менее делал свои дивные стулья такого веса, что передвигать их мог лишь очень здоровый мужчина. Холл приводит случай с корреспондентом гамбургской газеты, который, приехав в Нью-Йорк, привинтил кресла к полу «на приличествующей дистанции» друг от друга, ибо его выводила из себя американская привычка двигать их по комнате.

В беседе с англичанином нельзя быть уверенным, понимает ли тебя собеседник: правила вежливости не позволяют ему подавать какие-либо знаки. Никаких междометий, кивков или мычания. Максимум — это помаргивание в такт речи.

Французы, в особенности жители юго-востока страны, принадлежат к кругу средиземноморской культуры. Члены этой группы легче «склеиваются», их взаимоотношения с пространством наглядно прослеживаются по поведению в переполненных поездах, автобусах, кафе и жилищах. Разумеется, вынужды составлять исключение.

Теснота, как правило, действует на всю сенсорную сферу. Недостаток места в домах объясняет удовольствие, которое они испытывают, проводя большую часть времени вне дома. Француз сплошь и рядом принимает гостей в кафе или ресторане. Дом отводится только семье.

Пространственная организа-

ция городов поэтому строится таким образом, чтобы максимально облегчить общение.

Межличностные отношения в этой стране характеризуются большой насыщенностью. «Когда француз обращается к вам, в этом не может быть никакого сомнения. Если он смотрит на женщину на улице, он делает это без всяких экивоков». Американки, жившие какое-то время во Франции, рассказывали Холлу, что по возвращении в Америку у них возникало чувство, будто они не существуют.

Потребность в сенсорном разнообразии толкает французов на то, чтобы максимально индивидуализировать окружающую среду. Если посмотреть на дома во Франции, Соединенных Штатах и в Англии, становится ясным, что фасады французских домов не терпят униформизации. Французские автомобили делаются так, чтобы не походить ни на какие другие. Городские улицы — с учетом того, что значительную часть времени обитатели будут проводить там: широкие тротуары (до 20 метров), множество кафе на открытом воздухе (стулья, цвет тентов, посуда, пепельницы — все непременно должно быть иное, чем в кафе на противоположной стороне).

В Соединенных Штатах человек часто изолируется в своем большом автомобиле, подавленный размерами небоскребов, уличным шумом, загрязнением воздуха и т. д. В Европе машина — только средство передвижения.

Очертив различия в формах организации пространства, Холл обращает внимание на важность скрытых параметров при решении проблем роста городов. Хаотическая урбанизация во многих случаях приводит к тому, что человек оказывается неспособным приспособиться к новой и чуждой для него системе коммуникаций, враждебному пространству и прочим патологическим феноменам. Речь здесь идет о коренном изменении стиля жизни, то есть, пользуясь формулой Бюффона «Стиль — это человек», речь идет об изменении всей сенсорной сферы человека. «Работы по этологии скученности должны предостеречь нас от опасностей, поджидающих человека в униформно застроенных кварталах».

«Возьмем для примера кварталы домов для людей с низкими доходами, возведенные в Чикаго. В действительности мы имеем дело с попыткой замаскировать проблему вместо того, чтобы решить ее. Было известно, что подавляющая часть неимущего населения прибывает в Чикаго из негритянских селений Юга. У них не было и не могло быть опыта городской жизни. В новых условиях они не находили никаких аналогов своему прежнему образу жизни.

Да, новые многоэтажные дома, выстроившиеся по линей-

ке, выглядели лучше, чем стоявшие на этом месте трущобы. Но они оказались неадекватными для упомянутой категории американского населения. Негры рассматривали высотные жилища как памятники, воздвигнутые в качестве символа подавления их личности, насильственного отчуждения от территории города — города, в котором им нет места.

Одна женщина-негритянка сказала мне:

— В таком месте как воспитывать семью? Разве может мать уследить за детьми, играющими пятнадцать этажами ниже? Лифты опасны и полны грязи, постоянно портятся. Когда мне надо выйти в город, я пять раз подумаю, потому что лифт ненадежен. А вам приходилось подниматься пешком на 15-й этаж? Этим упражнением не захочется заниматься второй раз...»

Нет сомнений, что масштаб градоустройства должен соответствовать этическому и социальному положению каждой группы населения. Исследования М. Фрида в Бостоне показали, что приспособление сельских жителей к городским условиям происходит в среднем за три поколения. Промежуточная — пригородная — жизнь позволяла почти безболезненно обитателям поселков в Аппалачах и итальянским эмигрантам входить в структуру большого американского города за несколько десятилетий. Как отмечал Фрид, «жилье — это не только квартира или даже односемейный дом, это — территория, где человек черпает необходимый для существования опыт». Привязанность обитателей бостонского Вестенда к своему пригороду, к своим улицам давала им ощущение принадлежности к целостному миру. После того, как домики Вестенда были снесены, проложены широкие магистрали и выстроены из готовых деталей одинаковые многоэтажки, интимная связь с территорией была нарушена. Люди стали жаловаться на страх и одиночество. Молодежь уезжала проводить досуг в старую часть города, где резко возросла преступность. Начались обычные беды большого капиталистического города.

«Необходимо дать ответ на ряд фундаментальных вопросов, — пишет Холл, — какова максимальная, оптимальная или минимальная плотность различных городских, сельских и промежуточных групп, каково максимальное пространство, которое способны ассимилировать различные группы, живущие в городе, без того, чтобы разрывались связи социального контроля; какова природа естественных взаимоотношений внутри этих групп; на чем зиждется типология малых общин; каков их способ интеграции в более значительные группы».

Б. ТИШИНСКИЙ

ВО ВСЕМ МИРЕ



И все-таки человек надежнее!

Во время гонок через Атлантику яхт, экипаж которых состоит из одного человека, всеобщее внимание привлек четырехмачтовый «Клуб Средиземноморья» — громадина семидесятиметровой длины, несущая тысячу квадратных метров парусов. Всеми ими управлял один человек — капитан Ален Колас, в распоряжении которого было множество устройств, облегчавших труд яхтсмена. Радар, эхолот и авторулевой, навигационная система, указывающая местонахождение судна по сигналам искусственных спутников Земли, телевизионные камеры, позволяющие наблюдать за парусами, не выходя из кают, компьютер, показывающий оптимальный состав поднятых парусов при данном курсе и данных метеоусловиях, — это лишь малая толика электронной техники, которой была буквально набита яхта.

Казалось бы, что такому кораблю все остальные конкуренты? Увы, автоматика оказалась слабее человека. Чудо-яхта, оснащение которой стоило более миллиона долларов, закончила гонку второй, но фактически оказалась дисквалифицированной, потому что капитан вынужден был прибегнуть к помощи со стороны, а это запрещается правилами гонок. Спортсмен всегда будет центральной фигурой в любом виде соревнований, какая бы техника ему ни помогала, — это мнение многих любителей спорта еще раз подтвердил поучительный пример «Клуба Средиземноморья».

АВН — СТРАНА ФАНТАЗИЯ

КИР БУЛЫЧЕВ

Паровоз для царя

Небольшой космический корабль упал во дворе дома № 16 по Пушкинской улице. Шел дождь со снегом, осень заканчивала свое дело. Упал он бесшумно, так что Корнелий Удалов, который шел на работу, сначала даже не сообразил, какие гости пожаловали прямо к дому.

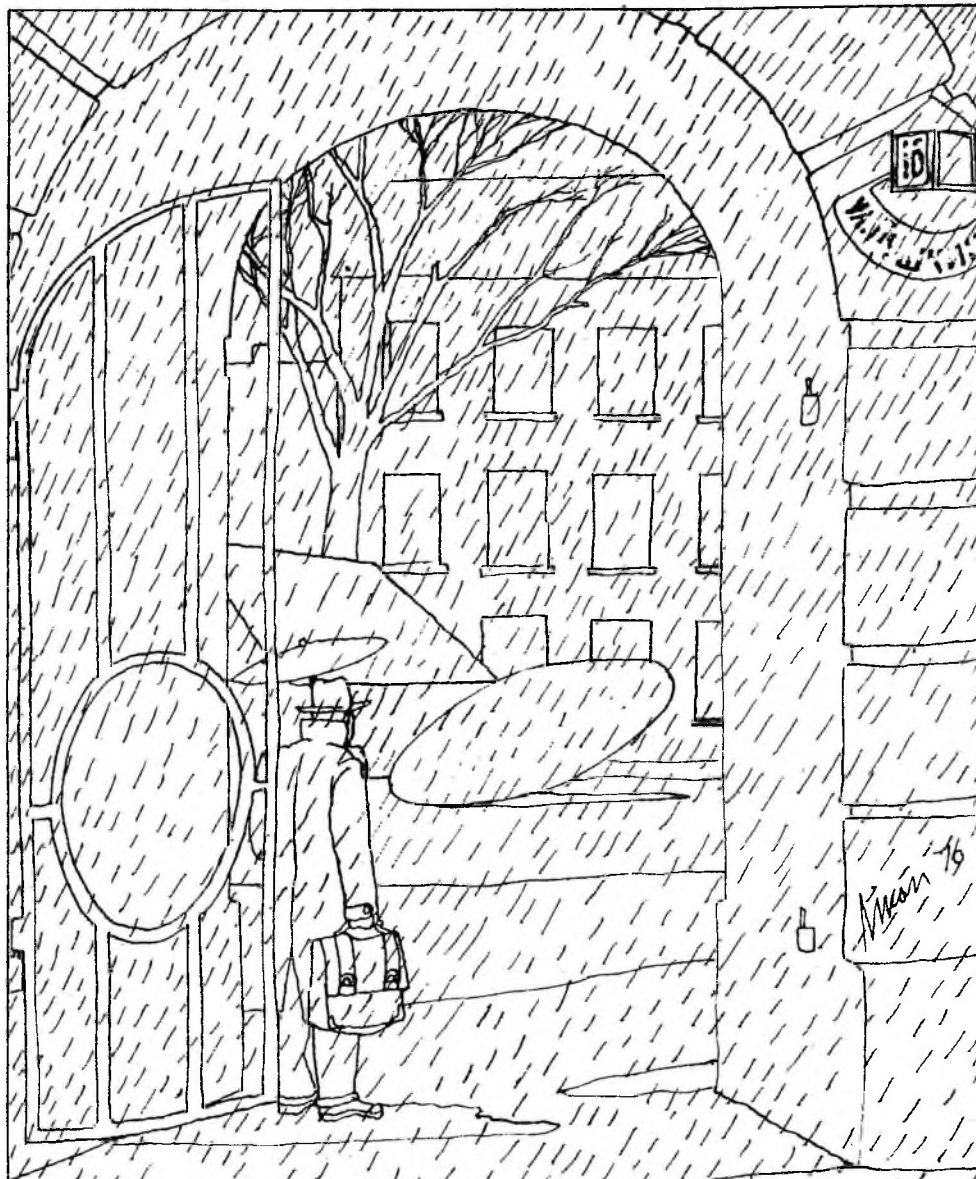
Корабль повредил край сарая, шмякнулся в лужу, подняв грязь и брызги. И замер.

Удалов вернулся от ворот, обошел корабль вокруг, прикрываясь от дождя цветным пляжным зонтиком, позанимствованным у жены, постучал кораблю по боку, надеясь на ответный сигнал, и, не дождавшись, отправился будить соседа Александра Грубина.

— Саша, — сказал Удалов, толкнув пальцем форточку на первом этаже. Форточка отворилась. — Саша, вставай, к нам космический корабль на двор упал.

— Рано еще, — послышался сонный голос Грубина. — Восьми нету.

Рисунок Н. Кошкина



— Молчит, не откликается, — сказал Удалов. — Может, авария случилась?

— А большой корабль? — спросил Грубин.

— Нет, метра три. Системы «летающее блюдо».

— А опознавательные знаки есть?

— Опознавательных знаков не видно.

— Ты посторожи, я сейчас оденусь. Дождь на дворе?

— Мерзкая погода. И надо же было ему именно сегодня упасть! У меня в девять совещание.

Удалов вернулся к кораблю, отыскал люк, постучал в него.

— Стемивурам зас? — спросили изнутри.

— Это я, Удалов, — сказал Корнелий Иванович. — Вы нарочно к нам приземлились или как?

— Послать, маратакра, — сказал голос изнутри.

— Открывай, открывай, я подожду, — ответил Удалов.

Люк шелкнул, отворился.

Внутри стоял, протирая заспанные глаза, не известный Удалову встрепаанный космонавт в пижаме.

Внешне он напоминал человека, если не считать чрезвычайно маленького, по пояс Удалову, роста, зеленоватой кожи и жестких волос, которые пучками росли на лбу и на кончике носа.

— Прекрани вслука! — воскликнул космонавт, поглядев на небо, потом на Удалова и на строения, окружающие двор.

— Погода, как погода, для этого времени года в наших широтах мы лучшего и не ждем.

Космонавт поежился на ветру и сказал:

— Струку, крапатака.

— Оденсья, оденсья, — сказал Удалов. — Я подожду.

Он заботливо прикрыл за ушедшим космонавтом люк, а сам зашел за бок корабля, там меньше хлестало дождем. Розовая краска с корабля облезла — видно, не первый день его носило по космическим далям.

Пришел Грубин, накрытый армейской плащ-палаткой.

— Э тот? — спросил он, показывая на корабль.

— Вот именно, — сказал Удалов.

— Некрупный. А ты как, достучался?

— Сейчас оденется, выйдет.

— Он к нам с визитом или как?

— Еще не выяснили. Погода ему наша не понравилась.

— Кому такая понравится! Не Сочи.

— Всегда я жду чего-нибудь интересного от прилета межзвездных гостей. Развития технологии, науки, искусств, — сказал Удалов. — Даже сердце замирает от перспективы.

— Погоди, может, у него враждебные цели, — сказал Грубин.

— Не похоже, — сказал Удалов. — Он в пижаме был, видно, проспал посадку.

— А на каком языке говорит?

— Язык пока непонятен. Ну ничего, расшифруем.

Расшифровывать язык не пришлось. Люк заскрипел, отворился, на землю соскочил космонавт, на этот раз в прозрачном плаще и такой же шляпе.

— Ну что ж, — сказал Удалов, — давайте знакомиться.

— Стрпехюрка тик, — сказал космонавт.

— Погодим, нам не к спеху, — согласился Удалов. — Только учтите, что у меня в девять начинается совещание.

Космонавт вытащил из кармана черную коробочку с дырками, затянутыми сеточкой. Включил нажатием кнопки.

— Переводчик у тебя такой, что ли? — спросил Грубин.

Черная коробочка сразу произнесла:

— Вокрочитук па ла-там-пракава?

— Воста, — сказал космонавт и коробочка повторила:

— Правильно.

С этого момента общение между космонавтом и людьми упростилось. Да и догадка Удалова оказалась правильной: космонавт принадлежал к развитой и продвинутой цивилизации. Общаться с таким представляло большой интерес.

— Что за планета? — спросил космонавт.

Ему было холодно, переступал с ножки на ножку, и потому Грубин предложил:

— Зайдемте ко мне, поговорим в тепле. Ну что за беседа на такой погоде? Если, конечно, не спешите, — добавил Удалов.

Космонавт махнул ручкой, что означало: куда уж спешить, и они пошли через двор к Грубину.

Космонавт вел себя прилично, вытер ноги, правда, по причине малых размеров на стул его пришлось подсадить.

— Планета наша называется Землей, — сказал, когда все устроились, Удалов. — Завтракать будете?

— Нет, спасибо, — сказал космонавт. — Это в каком секторе?

— Сами понимаете, — сказал Удалов. — У вас свой счет на сектора, у нас — свой.

Тем временем Грубин принес бутылку кефира, налил себе и космонавту. Удалов отказался, потому что завтракал. Космонавт принюхался к кефиру и сказал, что слишком кисло, а у него желудок слабый.

— А вы откуда будете? — спросил Удалов.

— С Вапраксилы, — ответил космонавт. Но это тоже ничего не сказала Удалову. Потому что Вапраксилы свободно могла именовать Альфой Птолемея или Бетой Центавра.

— И чего пожаловали? — спросил Удалов. — Экспедиция?

— Нет, — сказал космонавт, которого звали Вусцом, — нечаян-



но я к вам попал. Сломалось у меня что-то. Или в приборах, или в двигателе. Вообще-то я летел к моей тетке на Крупису, а вылезая, — оказывается, не Круписа.

— Нет, у нас не Круписа... — сказал Удалов.

— Хотя погоди, — перебил его Грубин. — А не исключено, что они Землю Круписой называют.

— Нет, — возразил Вусц, — на Круписе я бывал неоднократно. Там ничего похожего и совершенно иное население. Не говоря уж о климате.

— Да, неприятная история, — сказал Удалов.

Тут в дверь постучали.

— Кто там? — спросил Грубин.

— Это я, Ложкин, — ответили за дверью. — Выходи скорей, у нас на дворе пустой космический корабль стоит. Может, его обитатели уже разбежались по квартирам с целью грабежа.

— Заходи, Ложкин, — сказал Грубин. — И будь спокоен.

Ложкин зашел, увидел космонавта и смутился. По суетности своего характера он нечаянно оклеветал гостя.

— Мне очень обидно, — заметил Вусц. — Неужели подобные подозрения свойственны населению Земли? Должен отметить, что они говорят о малой цивилизованности местного населения.

— Да я же не хотел, — сказал Ложкин. — Но поймите, выхожу на двор, стоит корабль, незапертый, может, кто из мальчишек заберется.

— Да, — вздохнул космонавт. — Грустно попасть в отсталое общество и подвергнуться подозрениям. Было бы время, многому бы вас научил и просветил.

— Мы никогда не отказываемся от уроков, — сказал Удалов.

— Так что же теперь делать?

— Делать? — Вусц поглядел в окно. Дождь перестал, выглянуло блеклое осеннее солнце. — Есть ли среди вас кто-нибудь, кто разбирается в гравитационных моторах?

— Вообще-то я техникой интересуюсь, — сказал Грубин. — Но с гравитационными двигателями дела не имел.

— Жаль, — сказал Вусц. — У нас на каждом углу — станции обслуживания. И миллионы, может быть, даже десятки миллионов механиков отлично разбираются в гравитационных двигателях.

— Ну, это понятно, — Ложкин хотел заглянуть свою вину. — При вашей цивилизации это не удивительно.

— Что ж, — сказал Вусц, — пойдем, поглядим на поломку.

Они с Грубиным пошли к кораблю. Грубин захватил с собой отвертку и плоскогубцы. Ложкин с Удаловым последовали за ними.

— Больших успехов вы добились в науке? — спросил Удалов по пути.

— Громадных, — ответил космонавт. — По сравнению с вами — даже поразительных.

— Рассказали бы, — попросил Удалов. — Мы соберем общественность, многие придут. А вы расскажете.

— Ну что ж, может быть, и выберу минутку, — сказал Вусц.

Космонавт жестом пригласил Грубина в корабль. Грубин с трудом прополз в люк. Подошвы его ботинок скрылись внутри, потом вновь показалось лицо.

— Тут мне, простите, без вас не разобраться, — сказал он. — Где, к примеру, свет зажигается?

Вусц глубоко вздохнул и развел ручонками, словно хотел сказать присутствующим: «Какая темнота! Разве можно доверяться вашим механикам, если они даже не умеют зажигать свет!» Присутствующим стало неловко, и Удалов сказал укоризненно:

— Ну, Саша, чего же ты!

— Выключатель справа в каюте, — сказал космонавт.

Когда Грубин снова исчез внутри, космонавт сказал:

— Кстати, у нас механики производят починку в отсутствие заказчика. Они пользуются телепатией. Заглянет механик в душу, узнает, на что вы жалуетесь, и тут же принимается за дело. Пять минут, и любая неисправность ликвидирована.

— Да, — согласился Удалов. — У нас до этого еще далеко.

— Этот метод, — сказал Вусц, — распространяется и на медицину.

— В отсутствие? — спросил Ложкин.

— Нет, с помощью телепатии, — сказал космонавт и сокрушенно покачал головой.

Да, подумал Удалов, трудно ему у нас, когда такой удручающий разрыв в уровне цивилизаций.

В люке снова показалась голова Грубина.

— Послушайте, — начал он. — А в чем у вас поломка? Может, покажете? Я, честно говоря, так и не разобрался, где тут двигатель, а где — кухня.

— На меня не рассчитывайте, — отрезал космонавт. — Я вам, простите, не механик. Если бы у нас каждый занимался не своим делом, мы никогда бы не достигли таких великих успехов.

— Ну и я тогда не буду чинить, — сказал Грубин.

Он уже наполовину вылез из люка, и Ложкин с Удаловым начали запихивать его обратно, чтобы занимался делом.

— Но что я могу поделать! — возражал Грубин. — Они на сто лет нас обогнали, а у меня нет специального образования. К тому же там на всех приборах пломбы висят.

— Вы чего же нам про пломбы не сказали? — обернулся Удалов к Вусцу.

— Откуда я знаю, есть там пломбы или нет! — возмутился тот. — Я лечу на Крупису, случается поломка не по моей вине, и

«Знание — сила»,
февраль,
1977 год

я оказываюсь на дикой, отсталой, планете, в окружении грубых аборигенов, меня никто не понимает, мне никто не хочет помочь.

— Не волнуйтесь, — успокаивал его Удалов. — Мы понимаем ваше состояние. Я сейчас схожу на автобазу, там есть мастер Мишутин, золотые руки.

— Так зовите его! — сказал космонавт. — Меня ждут дома!

Удалов, понимая вину человечества перед случайным гостем, поспешил за два квартала за Фролом Мишутиним и вскоре возвратился с ним. К тому времени уже все обитатели дома № 16 вышли во двор, познакомились с новым пришельцем, а Коля Гаврилов даже угостил его яблоком.

Фрол Мишутин был человек серьезный, он посмотрел на космический корабль и спросил:

— Какой принцип полета?

— Вроде бы на легких гравитонах, — сказал Вусц. — Хотя я не уверен. Но в школе мы проходили, что на легких гравитонах. Если бы на тяжелых, то другая форма корпуса.

— Ага, — сказал Мишутин. — А тип двигателя вы в школе не проходили?

— Ни в коем случае, — сказал Вусц. — Я специализировался в географии и счетоводстве.

— Мало от тебя проку, — сказал Фрол Мишутин.

— Вы не имеете права так говорить, — сказал космонавт. — Вы еще не доросли до критики вышестоящей цивилизации.

— Это точно, — согласился Фрол Мишутин и полез в люк. Он долго не возвращался, так что все вернулись в комнату к Грубину, чтобы послушать пришельца. Правда, тот сначала отнекивался, говорил, что времени у него в обрез, но потом согласился.

— Расскажи нам, дорогой гость, — обратился к нему Удалов, — о своем просвещенном мире. Приобщи нас, так сказать, к тайнам будущего.

Гость вытащил носовой платочек, высморкался и сказал:

— Наш мир далеко обогнал вас в своем развитии.

Об этом все уже знали. Стали ждать, что еще им скажут.

— Мы достигли полного изобилия и развития техники. Например, я работаю в отдельном кабинете и только нажимаю на кнопки, а порой передаю результаты своих трудов мысленно на специальную машину, которая потом все сводит воедино и кладет на стол к руководителю нашего учреждения.

— Вот это здорово, — сказал Удалов, чтобы подбодрить Вусца.

— Это обыкновенно, — поправил его Вусц. — Я удивляюсь, что может быть иначе. На работу и с работы я приезжаю мгновенно. Вхожу в будку около моего дома, нажимаю на кнопку и тут же оказываюсь в такой же будке, только у дверей учреждения.

— А как же эта будка работает? — спросил Грубин.

— Не интересовался, — ответил Вусц. — Дома у нас строят за одну ночь. Вечером очищают площадку, а утром уже дом готов, вплоть до тридцатого этажа.

— Замечательно! — воскликнул Ложкин. — Как же это делается?

— Об этом вы лучше спросите у строителей, — сказал Вусц.

— Обеденный перерыв я использую для просмотра новых кинофильмов, которые я выбираю по списку, когда сижу за обеденным столом. А обед я выбираю, нажимая кнопки на столе.

— Как же это делается? — спросил Удалов, который ненавидел очереди в столовой.

— Не знаю, — сказал Вусц. — Это неважно. Важен результат. Когда мне нужно отправиться на соседнюю планету, я вызываю космический корабль, и его присылают к моему дому. Я нажимаю кнопку с названием планеты и потом смотрю кино.

— Эх, — сказал от двери Фрол Мишутин, который незаметно вошел и стоял, вытирая руки ветошью. — Если бы ты еще интересовался, что там внутри двигателя, цены бы тебе не было.

— А что случилось? — вскинулся пришелец.

— Течь в гравитонном баке. Горячее кончилось. И вот эта деталь, видишь, треснула. Для чего она — не рассек.

Фрол вытащил из кармана треснувший посередине шарик размером с грецкий орех.

— Для чего это? В школе не проходили?

— Не издевайтесь надо мной, — возмутился Вусц. — У нас высокоразвитое общество и каждый занимается своим делом. Я — чиновник. Другой кто-нибудь — техник, еще кто-то — строитель. Это же естественно. То, что производю я, потребляют другие. То, что производят другие, — потребляю я.

Фрол сунул шарик обратно в карман и сказал:

— Пойду еще погляжу.

Помолчали. Удалов испытывал жалость к пришельцу, оторвавшемуся от привычной обстановки. Но старик Ложкин, который затаил некоторую обиду, заметил не без ехидства:

— Не повезло нам с гостем. Надо же, попался такой, который ничего не знает.

— Это не так! — ответил Вусц. — Я отлично знаю, какие кнопки когда нажимать.

— Вот именно, — сказал Ложкин и ухмыльнулся.

— А ведь зря к человеку пристал, — сказал Удалов. — Представь себя на его месте.

— Даже и не буду пытаться, — ответил Ложкин. — До такого контраста между развитой цивилизацией и темным ее представителем я бы никогда не упал. Мы-то, чудаки, сбежались: космонавт прилетел, с отдаленной планеты, сейчас нас просветит...



«Знание —
сила»,
февраль,
1977 год

48

— Это только в фантастических рассказах бывает, — сказал Грубин. — Там всегда пришельцы прилетают и сразу нас учат.

— Пришелец пришельцу рознь! — сказал Ложкин.

— А ведь проще простого, — сказал Удалов, глядя на опечаленного Вусца, который скорчился на стуле, поджал ножки и являл собой прискорбное зрелище ребенка, потерявшего маму в центральном универмаге города Москвы. — Я тебе, Ложкин, сейчас в два счета докажу твою неправоту. Хочешь?

— Докажи.

— Тогда представь себе, что я — царь Иван Грозный.

— Еще чего не хватало!

— А ты представь, не сопротивляйся. А Грубин, допустим, его друг — Малюта Скуратов.

— И что?

— А ты — Николай Ложкин, который сел в машину «Жигули» и по непристойному стечению обстоятельств сбился с пути и вместо Вологды попал к Ивану Грозному, в его загородный дворец.

— Так нет у меня «Жигулей», ты же знаешь! — сопротивлялся Ложкин. — Зачем такие передержки?

— Это мысленный эксперимент, — настаивал Удалов. — Неужели у тебя вовсе нет воображения?

— Ну ладно, — сдался Ложкин. — А дальше что?

— А дальше я тебя попрошу рассказать, какие у вас в двадцатом веке технические достижения. А ну-ка, расскажи.

— О чем?

— Ну, хотя бы о том, как мне, Ивану Грозному, построить такую же карету, как у тебя.

— «Жигули», что ли?

— Ну, хотя бы что-нибудь попроще. Мотоцикл.

— Это просто, — сказал Ложкин. — Вот, перед тобой машина, скопируй и поезжай.

— А что копировать-то? Я принципа не понимаю.

— Сперва нужен бензин, — сказал Ложкин. Он хотел доказать друзьям, что пришелец Вусц — недоразумение, и потому старался все объяснить доступно. — Ты заливаешь бензин в бак.

— Погоди, — сказал Корнелий Иванович Грозный, поглаживая несуществующую бороду. — А что такое бензин?

— Бензин?.. Нефть знаешь?

— Знаю.

— Очисти ее...

— От чего?

— Как от чего? От мазута.

— Не понимаю! Щеткой мне ее, что ли, чистить?

— Для этого специальная промышленность есть... — тут Ложкин осекся.

— А ты продолжай, — улыбнулся царь. — Расскажи мне об этой промышленности. И заодно шинную индустрию опиши.

— Ну ладно, — сказал тогда Ложкин, который не любил сдаваться на милость царей. — Я тебе лучше паровоз объясню.

— Ну как? — спросил Удалов у Малюты Скуратова. — Послушаем про паровоз?

— Давай, — согласился придворный фаворит. — Только если не объяснит, придется его казнить.

— Паровоз движется по принципу сжатия пара, — сказал Ложкин. — Там поршень ходит, и оттого крутятся колеса.

— Ах, как интересно, — сказал царь. — И где же поршень ходит?

— Как где? В котле, разумеется.

— Слушай, — сказал Малюта Скуратов, — может, его сразу казнить? А то время задаром тратим.

Ложкин молчал. Вошел Мишутин.

— Не пойдет, — сказал он. — Точно тебе говорю, не пойдет твоя машина. Вызывай аварийку.

— Не может быть! — воскликнул космический гость. — Не губите меня! Может быть, вы пригласите специалистов из вашей столицы?

— Нет, — сказал Мишутин уверенно. — У нас гравитонов не производят. Это точно.

Ложкин сказал:

— В паровозе два поршня. Пар на них по очереди давит.

— Мы тебя уже казнили, — объяснил ему Грубин. — Так что не беспокойся, не будет у Ивана Грозного своего паровоза.

Пришелец заплакал, не мог смириться с тем, что превратился в Робинзона Крузо, окруженного Пятницами.

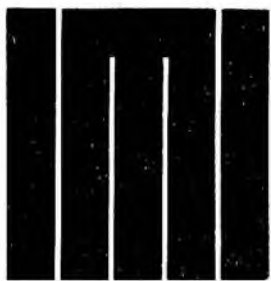
Пошел мокрый снег и быстро покрыл густым слоем розовый космический корабль.

С тех пор прошло уже четыре месяца.

Пришелец Вусц, пока суд да дело, устроился счетоводом к Удалову в контору, освоил русский язык, с обязанностями справляется сносно, правда звезд с неба не хватает. Хотел было он, по наущению Грубина, уехать в Вологду, поступить там в цирк лилипутам, но потом передумал: боязно отрываться от корабля — вдруг его найдут, прилетят за ним.

А корабль схож с громадным сугробом, даже со снежной горой. Дети катаются с него на санках.

Весной, если ничего до тех пор не случится, должен приехать из Архангельска Камаринский, большой друг Фрола Мишутина, знаменитый механик. Если уж он не поможет, никто не поможет.



Продаются

вокзалы

Скоро шесть железнодорожных вокзалов вместе со всем техническим оборудованием станут объектом продажи в городе Гарце. Как объявило главное управление железных дорог ФРГ, вокзалы продаются в связи с прекращением эксплуатации железнодорожных линий, которые перестали быть рентабельными. Управление приняло это решение вопреки протестам местного населения, которое лишается удобного вида транспорта.

Величайшая

улитка

мира

Недавно в английском городе Брайтоне в возрасте шести лет умерла величайшая улитка мира — она достигала в длину 29,21 сантиметра, а весила 0,5 килограмма. Улитка-гигант была хорошо известна в Лондоне благодаря своей способности сосать пиво. Ее показывали в ночных кабаках как аттракцион.



Без

отпечатков

В Швеции выявлен недавно физический дефект, который считается единственным в своем роде. У инженера Андреаса Даниэльсона и его восемнадцатилетней дочери оказалось невозможным взять отпечатки пальцев из-за отсутствия на них каких бы то ни было папиллярных линий. У матери Андреаса, умершей десять лет назад,

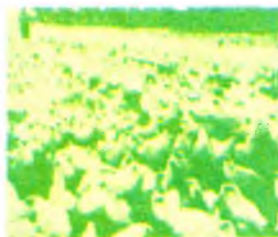


никогда не брали отпечатки пальцев, и исследователи подозревают, что она тоже была лишена папиллярных линий. С другой стороны, жена Даниэльсона и его тринадцатилетний сын вполне нормальны в этом отношении. Известно, что отпечатки пальцев — весьма точное вещественное доказательство для установления личности. Все попытки уничтожить или изменить папиллярные линии путем операции оказались безуспешными. Линии всегда появлялись вновь. Именно поэтому случай с отцом и дочерью Даниэльсон пробуждает небывалый интерес.

Берегите

ваши уши!

Одна американская клиника обратилась к пациентам со следующим призывом: «Почаще обращайтесь внимание на свои уши и лечите их. Более половины американцев носит очки. А очки, как известно, держатся не без помощи ушей. Так что берегите ваши уши хотя бы на тот случай, если вам придется носить очки».



Швейцарские

куры

протестуют

В одно майское утро портье федерального дворца в Берне, местопребывания швейцарского правительства, открыв большие ворота, увидел, что вся площадь перед дворцом заполнена курами. Это было начало демонстрации швейцарских птицеводов, которые протестовали против импорта яиц из-за рубежа. Затем куры попали и на соседние улицы, вызвав стечение многочисленных граждан, которые забавлялись необычным зрелищем. Скоро это столпотворение кур и людей полностью заблокировало движение автомобилей в центре города. Чтобы восстановить порядок, потребовалось решительное вмешательство жандармов и пожарных, а птицеводы получили обещание, что их интересы впредь не будут нарушаться.

Карп-

долгожитель

Ханако — старейшему японскому карпу — исполнилось 223 года. Рыба длиной 80 сантиметров весит больше семи килограммов. Несмотря на почтенный возраст, Ханако отличается превосходным здоровьем, подвижностью и охотно приплывает на голос своего хозяина, доктора Косихары. Интересно, что в окрестных прудах живет много карпов, возраст которых уже превысил сто лет.

Ох, уж эта мода!

В Японии, как сообщает английская газета «Санди Таймс», входит в моду европейский тип лица. Поклонницы этой моды решаются на сложные пластические операции, чтобы сделать себе более круглые глаза и более острые носики. А за 345 тысяч иен можно изменить и цвет лица на более светлый. Подобные операции проводит владелец одной частной больницы в Токио — доктор Тадао Яги. И хотя операции сложны и продолжаются четыре часа, профессор не может пожаловаться на недостаток клиентов.

Школа

для лягушек

На визитной карточке Билла Стета из американского города Сакраменто напечатана его должность — директор школы. Однако там не указано, что школа эта находится в амбаре, а ее ученики — лягушки. Стет выпускает «профессиональных» спортсменов, которые участвуют в лягушачьих состязаниях, проводимых в ряде американских городов. Директор лягушачьей школы утверждает, что своих главных успехов он достиг с помощью гипноза.



Перстень — барометр настроения

Жидкие кристаллы нашли себе применение и в ювелирном деле. В США появились в продаже перстни с гранеными камнями, которые содержат вещество в жидкокристаллическом состоянии. Они меняют цвет вслед за изменениями температуры тела. А поскольку температура тела, как считают некоторые ученые, меняется в зависимости от настроения человека, то, следовательно, перстень можно использовать в качестве своеобразного барометра настроения. Все оттенки черного цвета свидетельствуют о том, что владелец явно не в духе. Оттенок топаза показывает, что настроение улучшается. Кристалл, светящийся зеленым цветом, говорит о падении нервного напряжения и о близящейся перемене. Появление синего цвета значит, что настроение хорошее, и, наконец, темно-синий свидетельствует о полном душевном спокойствии и гармонии с окружающим миром.



Редколлегия:
В. И. БРОДСКИЙ,
А. С. ВАРШАВСКИЙ,
Ю. Г. ВЕБЕР,
А. П. ВЛАДИСЛАВЛЕВ,
Б. В. ГНЕДЕНКО,
Л. В. ЖИГАРЕВ,
Г. А. ЗЕЛЕНКО
(отв. секретарь),
И. Л. КНУНЯНЦ,
А. Е. КОБРИНСКИЙ,
М. П. КОВАЛЕВ,
Г. Ф. КОЗЛОВ
(зам. главного редактора),

П. Н. КРОПОТКИН,
А. В. НИКОЛАЕВ,
Р. Г. ПОДОЛЬНЫЙ
(зав. отделом гуманитарных наук),
В. П. СМЛГА,
В. Н. СТЕПАНОВ,
К. В. ЧМУТОВ,
Н. В. ШЕБАЛИН,
Н. Я. ЭЙДЕЛЬМАН,
В. Л. ЯНИН

Номер готовили:

И. БЕЙНЕНСОН,
Г. БЕЛЬСКАЯ,
В. БРЕЛЬ,
С. ЖЕМАЙТИС,
Б. ЗУБКОВ,
К. ЛЕВИТИН,
И. ПРУСС,
Ю. СЛЮСАРЕВ,
Е. ТЕМЧИН,
Н. ФЕДОТОВА,
Т. ЧЕХОВСКАЯ,
Г. ШЕВЕЛЕВА
Издательство
«Знание»
Рукописи
не возвращаются

Главный художник
Ю. СОБОЛЕВ

Художественный редактор
А. ЭСТРИН

Корректор
Н. МАЛИСОВА

Оформление
О. РАЗДОБУДЬКО,
К. СОШИНСКОЙ

Техническое редактирование
Т. ИВАНОВОЙ и
Е. ЛОПУХОВОЙ

Цена 40 коп.
Индекс 70332

Т-17288
Подписано к печати
21/XII-76 г.

Издательство «Знание»
Объем 6 печ. л.
Бумага 70×108 1/8
Тираж 550 000 экз.
Заказ 2754.

Индекс и адрес редакции:
127473, Москва, И-473
2-й Волконский пер., 1.
Тел. 284-43-74.

Чеховский полиграфический комбинат
Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли.
г. Чехов Московской области.

В НОМЕРЕ:

2 стр. обл.
**РЕШЕНИЯ
XXV СЪЕЗДА КПСС —
В ЖИЗНЬ**

Р. Чернов
**ТРАКТОР: НОВЫЕ СКОРОСТИ,
НОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ**
Казалось бы, чего проще: надо повысить скорость трактора — повысим! Но в сельском хозяйстве не бывает изменений, которые не влекли бы за собой массы новых проблем.

«Трактор: новые скорости,
новые перспективы»



стр. 6.
НАШИ ИНТЕРВЬЮ

ХИМИЯ: ВОПРОКИ ПРИВЫЧНОМУ
О своих последних работах рассказывает в беседе с нашим корреспондентом М. Курячей заведующий сектором строения вещества Института химической физики, член-корреспондент АН СССР В. И. Гольдманский.

«Химия: вопреки привычному»



стр. 9, 22, 39, 46.
ВО ВСЕМ МИРЕ

стр. 10.
**ПРОБЛЕМА: ИССЛЕДОВАНИЯ
И РАЗДУМЬЯ**

А. Смолин
ОЧАРОВАННЫЙ МИКРОМИР
Появилась надежда, что в недалеком будущем физикам удастся ответить на вопрос о том, как устроен микромир.

стр. 13.
УЧЕНЫЕ ОБСУЖДАЮТ

А. Кренке
**ГОРЯЧИЕ ДИСКУССИИ ВОКРУГ
ХОЛОДНЫХ ЛЕДНИКОВ**

стр. 16.
РЕПОРТАЖ НОМЕРА

М. Черкасова
ЦВЕТOK ПОЧВОВЕДЕНИЯ
Так назвал свою науку польский ученый Сюта. Название поэтичное, но вполне точное. Речь идет о рекультивации.

стр. 20.
**КОЛЛЕКЦИИ «ЗНАНИЕ —
СИЛА»**

Г. Бельская
**ЦВЕТ, ЗАКАЛЕННЫЙ
В ОГНЕ**

стр. 23, 43.
ПОНЕМНОГУ О МНОГОМ

стр. 23.
А. Шумилов
РАЗДУМЬЯ ОБ ОКЕАНЕ
«Наш», сегодняшний океан раньше был совсем другим. Но каким он будет?

стр. 27.
ГОРОД, УЛИЦА, ДОМ...

стр. 28.
**ЭКСПЕДИЦИИ, ПОИСКИ,
НАХОДКИ**

В. Ларичев
**ОХОТНИКИ, ХУДОЖНИКИ,
РУДОЗНАТЦЫ**
Руководитель археологической экспедиции доктор исторических наук В. Е. Ларичев рассказывает об открытии, сделанном в Хакасии.

стр. 32.
КНИЖНЫЙ МАГАЗИН
Д. Тумаркин
**КОЛЛЕКТИВНЫЙ НАТУРАЛИСТ
В ТРОПИЧЕСКИХ МОРЯХ**
А. Войскунский
БИБЛИОТЕКА-АРХИВ
М. В. ЛОМОНОСОВА

«Цвет, закаленный в огне»



стр. 33.
Р. Подольный
ДАЛЕКИЕ БЛИЗКИЕ

стр. 36.
**ЧТО ПРАКТИКАМ ДАЮТ
НАУКИ**

А. Силин
**ДРАКОН ПО ИМЕНИ
«АДГЕЗИЯ»**
А почему, в сущности, «дракон»? Не так уж оно плохо, это известное физическое явление, если подойти к нему с позиций современной науки.

стр. 40.
Ю. Вебер
АЛГОРИТМ ВЕЖЛИВОСТИ

стр. 44.
**РЕФЕРАТЫ «ЗНАНИЕ —
СИЛА»**

Б. Тишинский
**О ДВЕРЯХ, СТУЛЬЯХ
И РАЗГОВОРАХ ШЕПОТОМ**

стр. 46.
АВН — СТРАНА ФАНТАЗИЯ
Кир Булычев
ПАРОВОЗ ДЛЯ ЦАРЯ

3 стр. обл.
МОЗАИКА

«Цветок почвоведения»



стр. 3, 4, 26, 31.
**ИНФОРМАЦИЯ,
ИСПЫТАНИЯ.
ИССЛЕДОВАНИЯ.
ИЗОБРЕТЕНИЯ.**

стр. 4.
Ю. Колесов
«РАДУГА» НАД ПЛАНЕТОЙ