

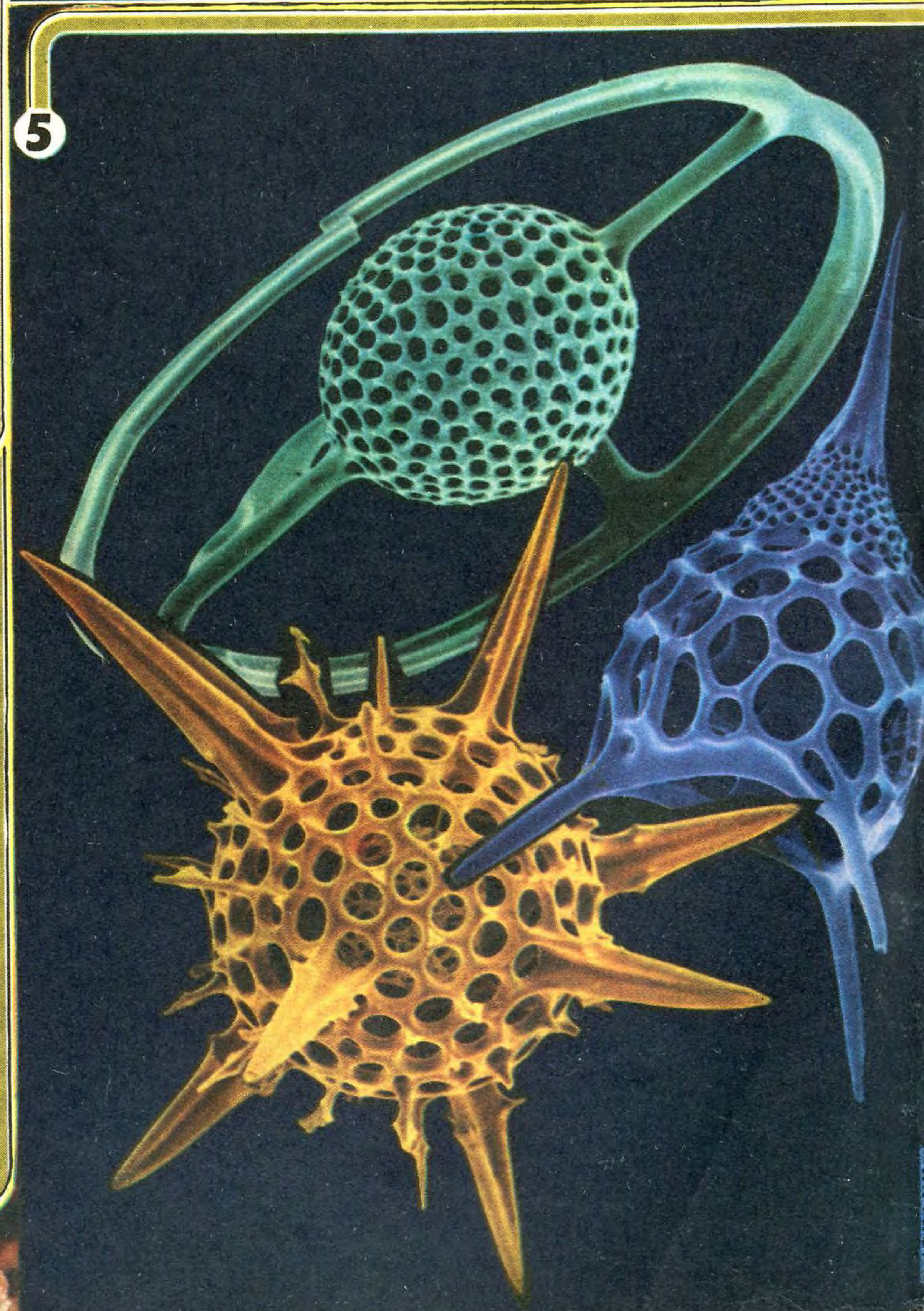
БЕСШУМНЫЕ ВИРАЖИ МАГНИТОПЛАНА



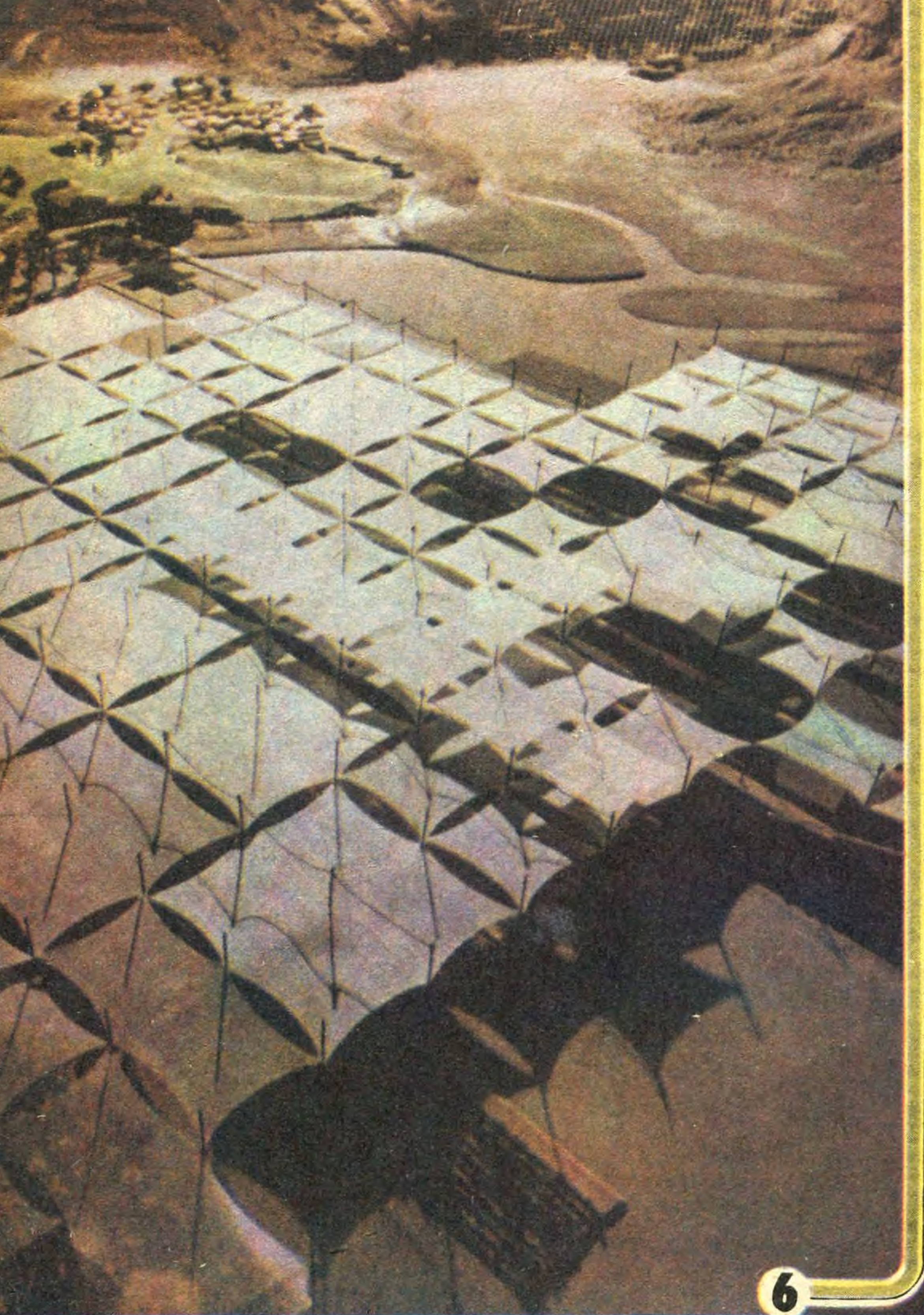
**Т**  
**М**

**ТЕХНИКА-12**  
**МОЛОДЕЖИ 1978**









6

# И Время Искать и Удивляться



7

## 1. "ЛОЦМАНЫ" ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

По мере продвижения поезда светящиеся линии на диспетчерском пульте управления (мюнхенский Главный вокзал) меняют окраску, обозначая пройденный путь, а после прохода состава гаснут. При этом необходимый для движения участок пути автоматически блокируется. Вмешательство электроники позволяет до минимума сократить интервалы между поездами, высвободить большее число персонала.

## 2. МАЛ, ДА УДАЛ

Машин-самodelок ныне не счесть. Но эта из породы особенных. Судите сами: вместе с двигателем она состоит всего лишь из 500 деталей — их в пять раз меньше, чем у лучшей модели в мире. Весит этот малыш 350 кг, а везет 4 человек со скоростью 100 км/ч! Не мудрено что машина прекрасно отработана инженерно, ведь ее создатель — бывший главный конструктор Рижского автозавода В. Бахчиванджи.

## 3. ЧЕМ НАБИТА ГОЛОВА

Со времен Вильяма Гарвея, открывшего в 1628 году кровообращение, наши познания о «красном соке жизни» стали неизмеримо обширнее. Подсчитано, к примеру, число эритроцитов в литре крови. Известно, в частности, что площадь поверхности всех красных кровяных телец более чем в 1000 раз превышает площадь тела человека. Изучены универсальные функции «эликсира жизни». Одно из свидетельств успехов биологии и медицины и эта фотография. Перед нами сделанный под микроскопом снимок части артериальной и венозной системы головы. Не правда ли, красноречивый ответ на вопрос: «И чем это только твоя голова набита?»

## 4. ЧТОБ ИСПЫТАТЬ ЗЕМЛИ ВРАЩЕНИЕ...

Для того чтобы успешно вращаться вокруг Земли, будущий космонавт испытывает себя вращением на центрифуге (фото Бориса Иванова). Этот аппарат приучил к перегрузкам целое поколение советских первопроходцев вселенной.

## 5. ЭТОТ ПРЕКРАСНЫЙ МИР АМЕБ

Всемогущая фототехника раскрыла перед нами возможность оценить красоту, недоступную человеческому зрению. Перед нами не модель фантастического межпланетного поселения, а карнак радиолярии — родственницы амёбы, крошечного живого существа из морского планктона. Ее взрастили в лаборатории, и, увеличенная в 1000 раз, она поведала нам о том, как прекрасен этот мир амёб и бактерий.

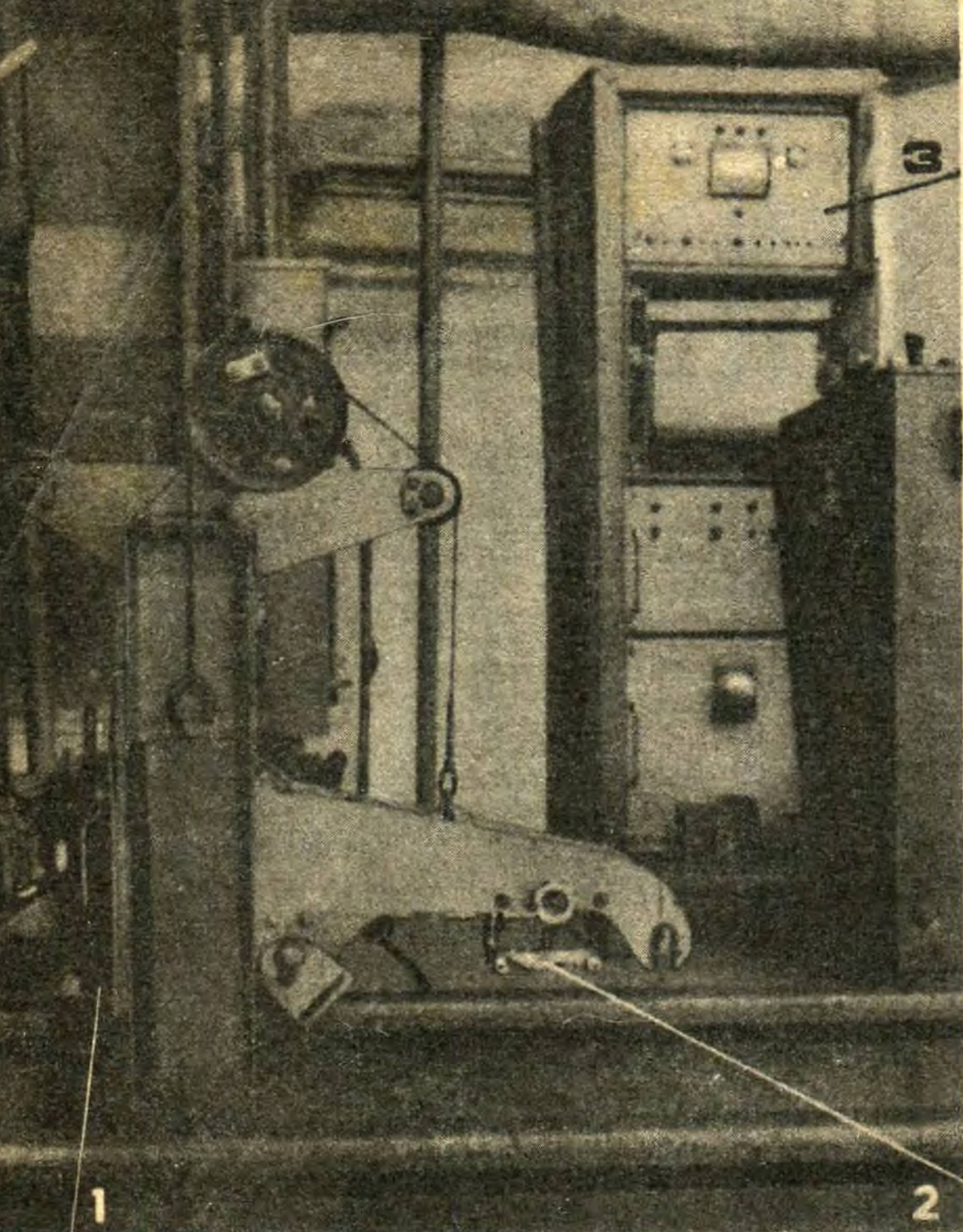
## 6. АРХИТЕКТОР В СОЮЗЕ С ТКАЧОМ

Нынешние архитекторы все чаще строят свои «воздушные замки» с помощью изделий текстильной промышленности. Шатровые конструкции из высокопрочной синтетической ткани тревирсы с успехом демонстрировались на всемирных выставках в Монреале и Осакe. С помощью тканей устраивают перекрытия над плавательными бассейнами. А если чуть заглянуть в будущее, можно представить себе промышленные города в Арктике под гигантским куполом.

## 7. КАК ЛЕТАЮТ КАТАМАРАНЫ

Влекомые самолетным мотором мощностью 3700 л. с., эти летающие катамараны мчатся над водой с фантастической скоростью — до 370 км/ч! Неверно рассчитанный выход на волну может привести к катапультированию отважного водителя. Недаром лишь половине из этих хорошо оплачиваемых сорвиголов удается сохранить свои кости в целости до конца сезона гидропланых гонок в США. О них говорят жестоко, но точно: «Они умирают так же, как и ездят, — быстро».





# РЕЛЬСЫ ДЛЯ БАМА

ЭДУАРД ЗВЕНИЦКИЙ, инженер  
г. Харьков

Первая в России железная дорога появилась на Нижнетагильском металлургическом заводе Демидовых в 1834 году. По ней пошел первый отечественный паровоз крепостных мастеров Черепановых. Рельсы были изготовлены из чугуна, отсюда и долго бытовавшее в России общее название для железных дорог — чугунка.

Из чугуна же была сооружена дорога Петербург — Москва, торжественно открытая царским поездом 18 августа 1851 года. Рельсы, изготовленные для этой дороги на заводах Мальцева, Демидова и Яковлева, служили недолго, часто менялись, и, наконец, в 1866 году здесь начали впервые укладывать стальные пути для локомотивов. Но еще и в начале XX столетия, когда в России начали катать так называемые тяжелые рельсы, они были низкого качества, быстро изнашивались и часто заменялись. Даже удар обычного топора оставлял на рельсах тех лет заметный след.

В рассказе А. П. Чехова «Злоумышленник» деревенский мужичонка, стоящий перед следователем, никак не может взять в толк, что он совершил уголовное преступление, открутив на железной дороге гайку для грузила. Пожалуй, этот случай каким-то образом отражает тогдашнее общее положение вещей на железнодорожном транспорте — недооценку качества стальных магистралей. Наука о самих железнодорожных путях в начале века явно отставала от научно-технического прогресса в паровозостроении. Например, долгое время не были как следует изучены сложные связи и взаимозависимость сечений рельсов, химического состава металла и степени обжатия его. Между тем утяжеление локомотивов, увеличение скоростей их движения требовали более надежных и долговечных железнодорожных путей.

Раздел в металлургии об износе рельсов в России основал инженер и ученый Н. В. Петров. Он вывел

закономерности расчетов срока службы путей в зависимости от валового количества груза, давления колес на рельсы, кривизны пути и скорости движения составов. Особенно большое внимание этим вопросам стало уделяться в первые годы Советской власти. К тому времени сеть железных дорог России достигла 70 тыс. км. По плану ГОЭЛРО 50 процентов средств обращалось на развитие железных дорог. Уже тогда предусматривалось строительство БАМа. С 1 марта 1933 года были введены нормы химического состава металла для железнодорожных путей: предусматривалось содержание 0,50—0,65% углерода в рельсах, выплавленных из мартеновской стали с массой от 36 до 45 кг на погонный метр.

С 1 января 1965 года введены новые стандарты на рельсы с весом одного погонного метра 50—66 кг (типы Р-50 и Р-65). При их изготовлении из рельсовой стали с помощью раскислителей — алюминия, кремния, марганца, кальция и других — удалялся растворенный кислород, что повышает плотность и улучшает механические свойства металла.

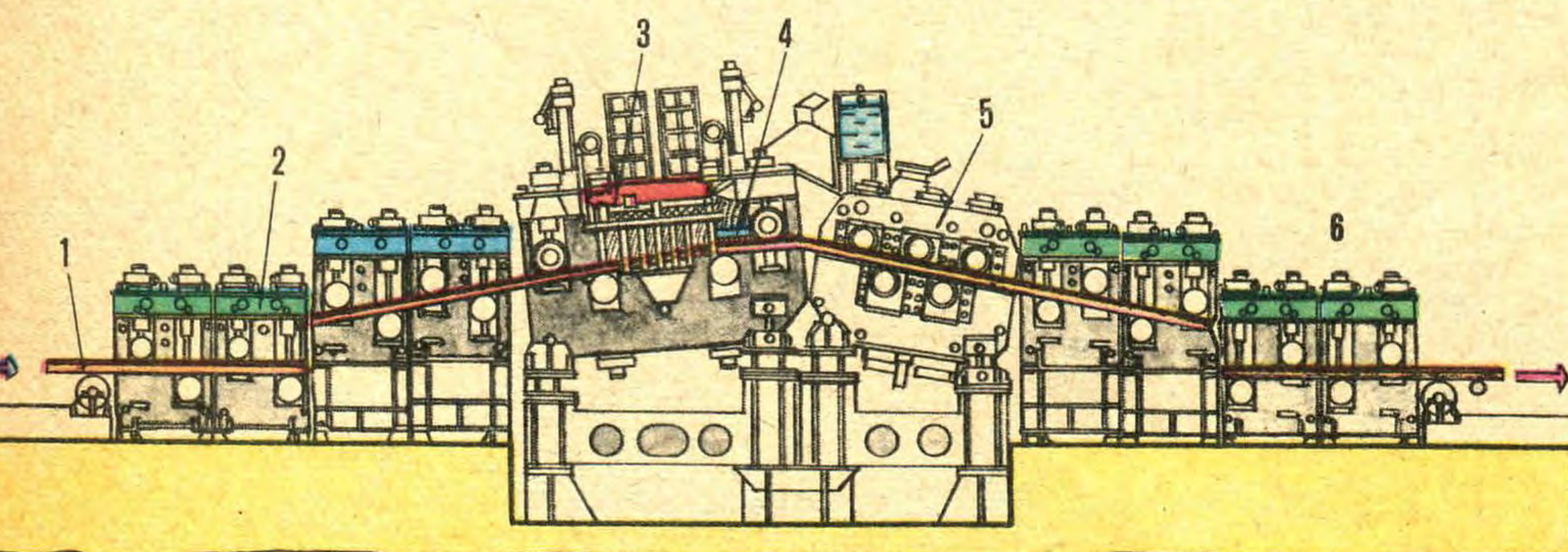
В октябре 1978 года исполняется 50 лет со дня организации Украинского научно-исследовательского института металлов (УкрНИИмет) в городе Харькове. Это крупнейший научный центр черной металлургии, головной в СССР по гнутым профилям из металла, сортоному прокату и транспортному металлу. За заслуги в развитии производства прогрессивных видов металлопроката и совершенствования обработки давлением Указом Президиума Верховного Совета СССР от 8 августа 1978 года УкрНИИмет награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Коллектив института еще в 1928 году принял эстафету в области науки о рельсах от первых русских умельцев и поднял ее на более высокую ступень.

Сейчас все рельсы в СССР изготовляют из высокоуглеродистой стали. Обследования ряда участков магистралей страны, проведенные Центральным научно-исследовательским институтом МПС, показали, что отечественные рельсы обладают большим сопротивлением износу, чем зарубежные, при аналогичных нагрузках.

На каждые 100 млн. т брутто износ рельсов типа Р-65 составил всего 0,3 мм.

В 1974 году ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли решение о строительстве Байкало-Амурской магистрали. Разработать технологию изготовления рельсов, обладающих





особыми качествами, необходимыми при эксплуатации их в районах БАМа, было поручено ученым УкрНИИмета.

Трасса БАМа протяженностью 3000 км от Усть-Кута до Комсомольска-на-Амуре пролегает на территории очень сложной в топографическом, геологическом и метеорологическом отношениях. Немногим меньше половины — около 1200 км пройдет в районах вечной мерзлоты. На трассе ожидаются резкие перепады температур воздуха: от  $+35^\circ$  летом и до  $-50^\circ$  зимой. Низкие температуры, девяти-месячная зима приводят к глубокому промораживанию почвы и балластного слоя железнодорожного полотна. Из-за жесткости промороженного пути возникают резкие динамические нагрузки на рельсы, а при низких температурах, как известно, металл становится более хрупким. Отсюда понятны повышенные требования к рельсам для БАМа.

УкрНИИмет — пионер в области упрочняющей термической обработки рельсов. Еще до войны институт разработал способ закалки концов рельсов с использованием прокатного нагрева, который позволил увеличить срок их службы в 2—3 раза. Этот способ и сейчас применяется на металлургическом заводе имени Дзержинского и на Кузнецком металлургическом комбинате. В послевоенные годы УкрНИИмет решал очень сложную научно-техническую задачу — закалку головки рельсов по всей длине.

— Какие специфические требования к технологии производства железнодорожных рельсов выдвинул БАМ? — спрашиваем заведующего отделом транспортного металла кандидата технических наук Н. Ф. Шевченко.

— Для создания надежного железнодорожного пути на БАМе будут использованы рельсы тяжелого типа. Для большей части страны выпускаются рельсы с двумя отверстиями для болтов, в рельсах для БАМа предусмотрено для большей прочности стыков 3 отверстия. А главное — это, конечно, разработка новых методов упрочнения, закалки рельсов и контроля готовой продукции...

Этому предшествовала большая экспериментальная работа. Сотрудники института выезжали на западно- и восточносибирские железные дороги. Здесь есть участки пути с очень сложным рельефом. Для этих магистралей, как и для БАМа, требуются рельсы высокой прочности и стойкости. Именно здесь ученые убедились, что обычные рельсы можно эксплуатировать на наиболее трудных перегонах не



более 4 лет. Это недопустимо малый срок службы. Для БАМа необходимы рельсы, которые служили бы в 2—3 раза дольше.

Просторный зал термической лаборатории УкрНИИмета. С заведующим лабораторией кандидатом технических наук А. П. Бабиным осматриваем всевозможные приборы и приспособления для исследований... Вот небольшая нагревательная печь. Лаборант открывает дверцу, закладывает в камеру несколько образцов металла и щелкает рычажком. Загораются корундовые нагреватели — силиты. Новый эксперимент начался. После закалки тщательно измеряется твердость металла. Полученные данные заносятся в лабораторный журнал.

— Высокая прочность, вязкость, пластичность — эти три свойства, как правило, трудносовместимы друг с другом, — говорит А. П. Бабич. — Но каждое из них должно сочетаться в металле, из которого будут изготавливаться рельсы для БАМа. Сейчас задача состоит в определении необходимой степени их упрочнения, выяснении влияния прочности на сопротивление износу и смятию. В былые годы главной целью термического упрочнения рельсов было повышение их стойкости против смятия и износа. Сейчас у нас, термистов, новые проблемы. В связи с тем, что в СССР осуществлен переход на изготовление рельсов из высокоуглеро-

Одноканальный твердомер ТПР-1, установленный по линии закалочной рельсовой машины завода «Азовсталь». 1 — намагничивающая система, 2 — датчик, 3 — приборная стойка.

Схема агрегата для закалки головки рельса нагревом токами высокой частоты. 1 — рельс, 2 — секции подающих роликов, 3 — секция нагрева, 4 — охлаждающее устройство, 5 — секция удержания кривизны рельса, 6 — секция выдающих роликов.

Макроструктура головки рельса, закаленного нагревом токами высокой частоты. Темная часть головки рельса — закаленный слой, светлая — незакаленный.

дистой стали, основной задачей стало повышение их сопротивляемости усталостному разрушению. Поэтому термическая обработка, направленная на повышение стойкости рельсов, главным образом против усталостных и контактно-усталостных разрушений, основывается на новых принципах. В содружестве с производственными коллективами, такими, как Уралмашзавод и завод «Азовсталь», разработана, к примеру, технология закалки рельсов с помощью нагрева токами высокой частоты (ТВЧ). Способ оригинален и перспективен. Это лишь одна работа института в ряду многих.

Заслуживает также внимания технология объемной закалки рельсов в масле, применяемая на Нижнетагильском металлургическом комбинате. Установка для термической обработки этим способом состоит из печи с роликовым подом, масляного бака и вспомогательных механизмов. Пакет рельсов в течение 30—40 мин перемещается с помощью роликов по печи длиной около 200 м, где температура достигает  $850^\circ$ . После выхода из нагревательной печи рельсы охлаждаются в веретенном масле, а затем поступают в следующую печь длиной до 300 м, где нагревание ведется при температуре  $450^\circ$ . Это делается для того, чтобы снять термические напряжения, образующиеся при закаливании.

В последнее время институт разработал новый метод закалки рельсов в расплаве солей.

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

**ТЕХНИКА-12**  
**МОЛОДЕЖИ 1978**

Ежемесячный научно-художественный общественно-политический и производственный журнал ЦК ВЛКСМ  
Издается с июля 1933 года



Благодаря своеобразному процессу структурообразования в металле при этом способе закалки предотвращается малейшее коробление рельсов. Смесь селитровых солей нагревается до 150—200° и расплавляется. Закалка рельсов ведется в этой смеси при температуре 300—350°.

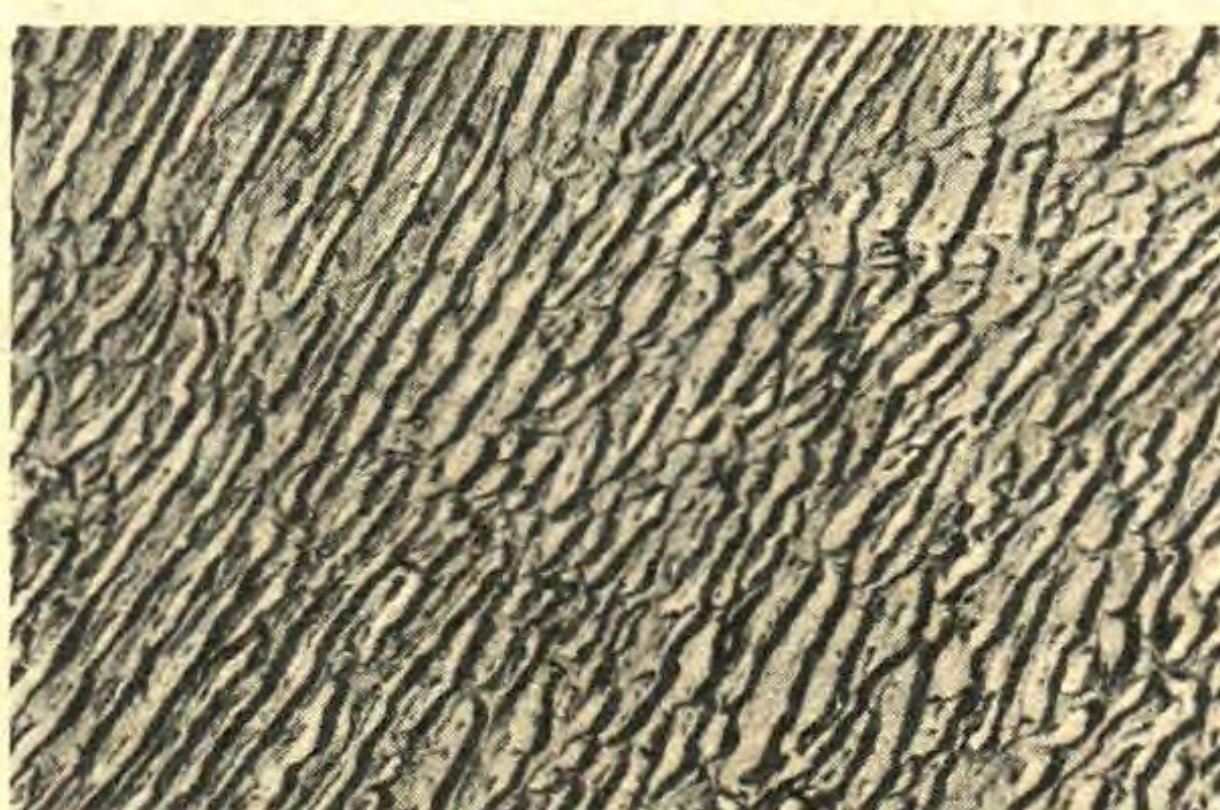
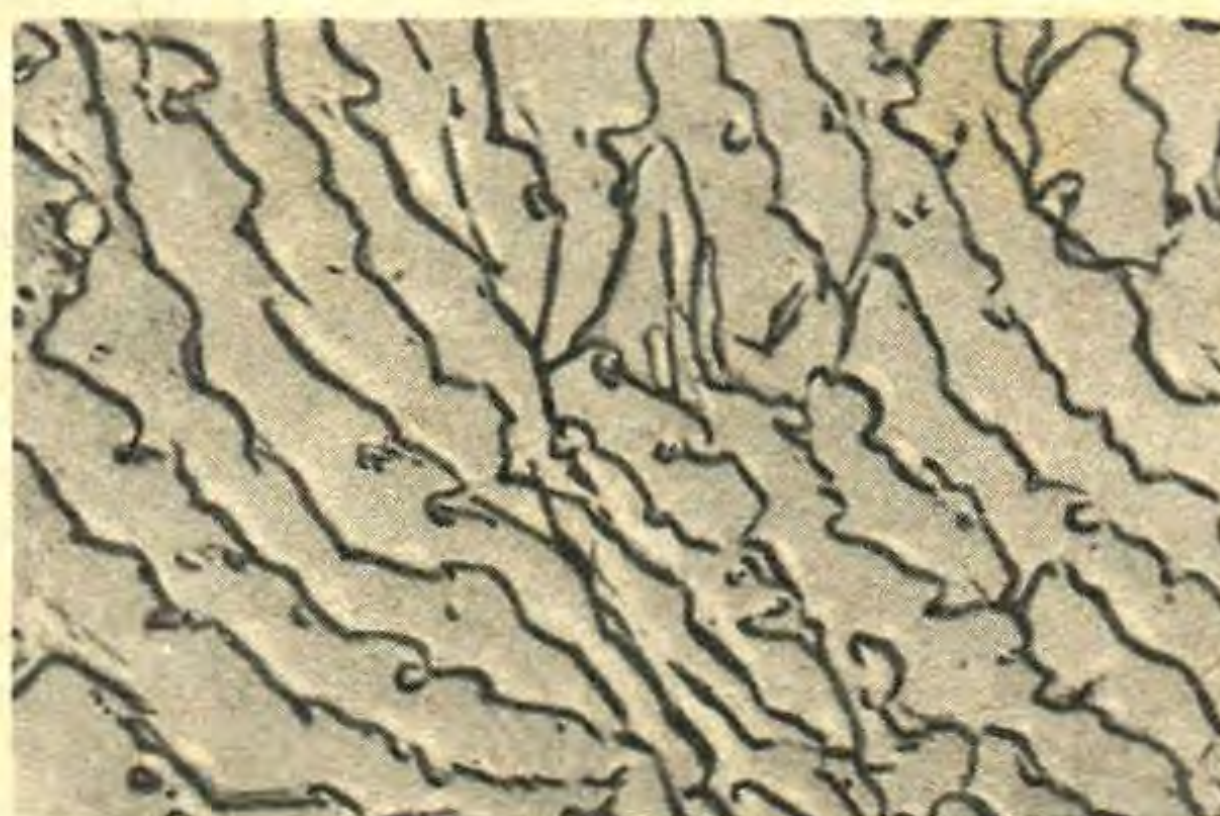
Все эти методы закалки внедряются сейчас на промышленных предприятиях страны, выпускающих рельсы. Например, строятся отделения термообработки рельсов на Кузнецком металлургическом комбинате, цех закалки головок рельсов с нагревом токами высокой частоты производительностью до 750 тыс. т в год на заводе «Азовсталь».

С работой лаборатории производства рельсовой стали нас знакомит кандидат технических наук М. С. Гордиенко.

— В нашей стране, — говорит он, — рельсовую сталь плавят, как правило, в мартеновских печах емкостью 400—450 т. В последнее время в соответствии с требованиями повышения качества рельсов технология плавки изменилась. Если раньше содержание кремния в чугуне колебалось в довольно широких пределах, то теперь этот диапазон сужен, уменьшилась также емкость печи и ковша. Значительно увеличена скорость разливки стали. Внедрены в производство продувка металла нейтральными газами и обработка его синтетическими шлаками, за счет чего повысилась чистота стали. Применяв установки камерного и порционного типов, сотрудники института добились удаления из стали 50—60% водорода и кислорода. При этом резко возросло «усвоение» металлами легирующих и модифицирующих добавок, в результате качество рельсов улучшилось. Повышения качества рельсовой стали ученым УкрНИИмета удалось добиться также за счет продувки металла инертными газами в ковше. Продувка жидкой стали аргоном способствовала удалению из нее остаточного кислорода и водорода.

Промышленные установки для внедрения этой прогрессивной технологии в скором времени будут действовать на Нижнетагильском металлургическом комбинате и на заводе «Азовсталь». А на Кузнецком металлургическом комбинате организовано производство рельсов повышенного качества из стали, обработанной в ковше комплексными ферросплавами, содержащими кремний, кальций и ванадий, которые улучшают структуру металла.

Все эти меры направлены на то, чтобы улучшить качество бамовских рельсов.



Микроструктура рельсовой стали в электронном микроскопе (увеличение в 10 000 раз): до закалки (структура перлит) и после закалки (структура сорбит).

Как бы хорошо ни была отработана технология в производстве рельсов, все же в процессе выплавки в стали остаются различного рода неметаллические включения. Во время прокатки на поверхности рельсов могут появиться трещины. Не исключено возникновение различных дефектов и в процессе термообработки. Барьер браку — строгий контроль продукции на металлургических заводах. Полностью эту задачу можно решить только за счет широкого внедрения контрольно-измерительной аппаратуры, которая разрабатывается учеными УкрНИИмета.

Вот один из приборов — токовихревой дефектоскоп. Основная часть его — генератор переменного тока повышенной частоты. Аппарат чутко реагирует на изменение магнитного поля на дефектных участках рельса. Они автоматически намечаются краской. Бракованный рельс отсортировывается. Такой прибор уже действует на Днепропетровском металлургическом заводе в Днепропетровске.

Для обнаружения глубоких внутренних дефектов на Нижнетагильском металлургическом комбинате используется другой прибор — ультразвуковая установка УРДА-1. В качестве источника ультразвука в ней применяется пьезокерамическая пластина, возбуждаемая генератором высокой частоты. По виду отраженного сигнала судят о качестве контролируемого изделия.

В институте разработан также бесконтактный ультразвуковой

контролер-автомат. Он регистрирует дефекты при больших скоростях движения рельсов без нарушения технологии производства. Прибор сейчас внедряется на Днепропетровском металлургическом заводе. В дальнейшем такие аппараты найдут применение на Нижнетагильском, Кузнецком металлургических комбинатах и заводе «Азовсталь».

Пока что для проверки твердости рельсов применяются методы контроля, требующие неквалифицированного ручного труда. Вручную осуществляется зачистка металла и нанесение отпечатка специальным валиком... При этом в местах контроля на рельсе, по существу, образуется поверхностный дефект. Разработанный в УкрНИИмете новый принцип измерения твердости основан на связи механических характеристик рельсовой стали с ее магнитными свойствами. Контролируемая поверхность рельса намагничивается, и затем измеряется поле остаточной намагниченности. По ее величине и судят о твердости поверхности. Шкала прибора градуируется в единицах твердости, так что не нужно никакого пересчета. Сейчас контроль поверхностно закаленных рельсов на твердость по всей длине ведется с помощью этого прибора на «Азовстали». На Нижнетагильском металлургическом комбинате для контроля твердости используется твердомер конструкции МПС, работа которого основана на том же принципе.

Внедрение неразрушающего автоматического контроля продукции — это, по существу, та же борьба за качество. УкрНИИмет в тесном содружестве со многими другими НИИ и промышленными предприятиями успешно справляется с этой задачей, выполняя ответственные заказы стройки века — БАМа.

В 10-й пятилетке в СССР будет построено еще 3,4 тыс. км новых железных дорог, в основном в промышленных осваиваемых районах Сибири и Дальнего Востока. Это дороги Тынды — Беркакит (БАМ), Сургут — Уренгой, Сургут — Нижневартовск и т. д. За счет их ввода в целом по стране грузооборот железнодорожного транспорта за пятилетку возрастет на 22%, пассажирооборот на 14—15%.

Многое в осуществлении этих планов зависит от качества рельсов новых видов, которые внедряются в жизнь благодаря самоотверженному труду ученых и металлургов страны.



# МОЗАИКА В МОЗАИКЕ

АЛЕКСАНДР КРУЗЕ, кандидат технических наук, наш спец. корр.

Сравнительно недавно группа молодых сотрудников Физического института имени П. Н. Лебедева АН СССР и Института физики Академии наук Азербайджанской ССР была удостоена премии Ленинского комсомола «за исследование физических процессов в активных средах газовых и твердотельных оптических квантовых генераторов». Премию получили шесть человек: Т. Басиев, Т. Мамедов, И. Щербаков, В. Автономов, М. Новгородов и В. Очкин. Первые трое изучали явления в твердотельных лазерах, трое остальных — в газовых.

Наш журнал неоднократно писал об устройстве и принципе работы этих приборов. Подчеркнем лишь, что, прежде чем лазерный луч впервые сверкнул в лаборатории, была разработана теория лазерного излучения — теория ныне широко известная, основанная на инверсной заселенности энергетических уровней и на индуцированном излучении фотонов.

Грубо говоря, для того чтобы создать лазер с нужными свойствами, необходимо научиться: во-первых, запастись в достаточном количестве подходящим образом возбужденные атомы, а во-вторых, заставить их излучать свет по команде. Но для этого надо уметь заранее рассчитывать поведение

возбужденных атомов в активном веществе квантового генератора. К сожалению, теория позволяет это делать только в отдельных, наиболее простых случаях. Например, когда в качестве модели активного вещества выступает правильная кристаллическая решетка. Но, как известно, на свете ничего идеального нет. Даже в самом лучшем кристалле имеются, хотя и небольшие, структурные дефекты. Поэтому теоретически описать во всех деталях поведение активных атомов в лазерном кристалле, даже если он близок к идеальному, весьма нелегко. Что же говорить о других активных веществах, более сложных по составу и куда более далеких от модели?

15 лет, прошедших со дня появления первого лазера, были заполнены неустанной совместной работой теоретиков и экспериментаторов. Намечались направления поисков, исследовались свойства огромного количества разных веществ, строились и испытывались опытные образцы квантовых генераторов. В результате семейство лазеров необычайно разрослось, их свойства стали столь разнообразными, что описать процессы, происходящие в активных средах, с единой точки зрения сделалось невозможно. Физики даже считают, что на создание такого описания в

ближайшее время нет никаких надежд. Поэтому на практике приходится прибегать к следующему: разрабатывать теоретическое обоснование для конкретного частного случая, а затем стараться экспериментальным путем подтвердить и уточнить его. Подобная работа интенсивно ведется во всем мире: из отдельных кусочков знаний как бы составляется общая мозаичная картина, которая в принципе позволит получить единое представление о «лазерном семействе».

Два ярких кусочка смальты добавили к этому панно молодые советские ученые. Сегодня мы расскажем о работе Т. Басиева, Т. Мамедова и И. Щербакова, которые провели большой цикл экспериментальных и теоретических работ по исследованию процессов, происходящих в активных средах лазеров, работающих на твердом теле (кристалл или стекло).

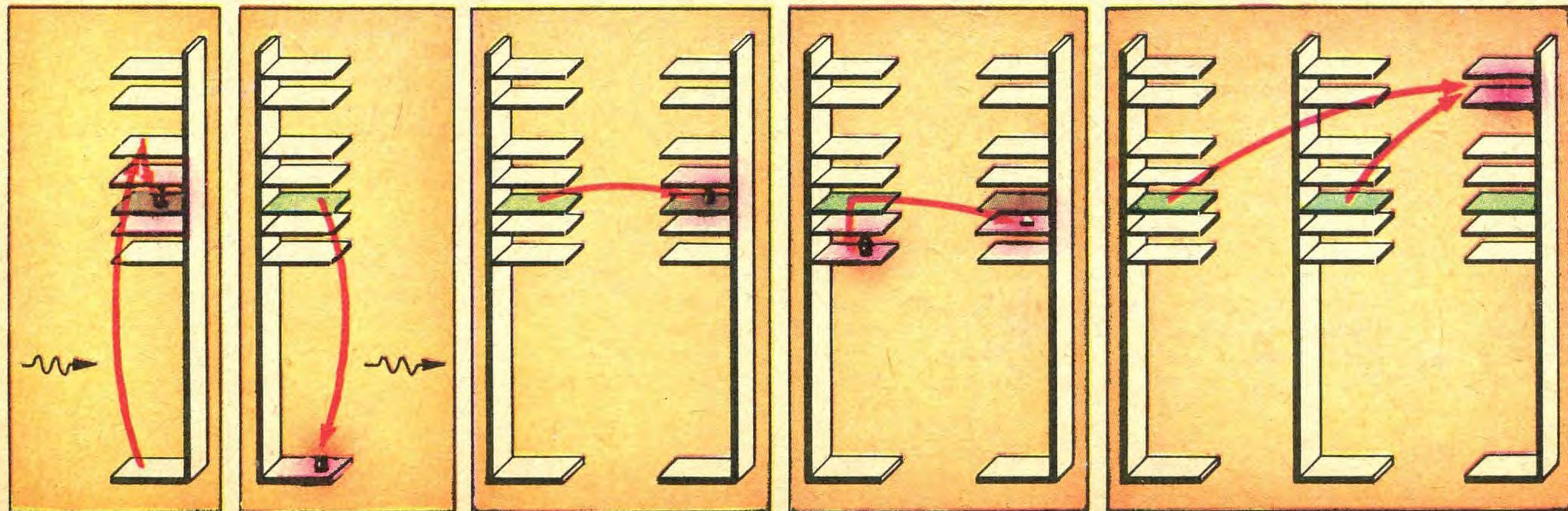
Задача, которую решали молодые специалисты, формулируется просто. Дано: твердое тело, содержащее некоторое количество примесных атомов, находящихся в возбужденном состоянии. Требуется: найти способ учитывать влияние на скорость возврата возбужденных частиц в основное состояние большего числа различных факторов. Установить характер такого влияния — значит научиться прогнози-

Для наглядности можно изобразить атом в виде системы энергетических уровней. При поглощении кванта света атом переходит в возбужденное состояние. Его энергия условно изображается гирькой, поднятой на некоторый уровень. На первом рисунке показан часто используемый в лазерной технике способ перевода активного атома примеси в состояние «боевой готовности». Итак, энергия кванта тратится на перенос гирьки на один из высших уровней. За очень короткое время атом самопроизвольно переходит в состояние с несколько меньшей энергией — гирька опускается ниже и попадает на так назы-

ваемый «метастабильный уровень». В этом состоянии атом может существовать некоторое время — оно и используется для накопления нужного для лазерной вспышки количества возбужденных атомов. На остальных рисунках показана дальнейшая возможная судьба атома, находящегося в метастабильном состоянии: самопроизвольно за счет запасенной энергии излучается фотон; энергия полностью переходит к аналогичному соседнему атому, который не возбужден; к соседнему атому переходит лишь часть энергии, при этом оба атома, хотя и остаются возбужденными, не могут участвовать в лазер-

ной вспышке — каждому не хватает энергии; два атома «совместными усилиями» переводят третий в сильно возбужденное состояние.

Только один из рассмотренных случаев (третий рисунок) благоприятен для накопления возбужденных атомов и последующего их использования. Для расчетов лазеров необходимо знать вероятности всех показанных на рисунках процессов. В действительности дело осложняется еще и тем, что активные атомы взаимодействуют не только между собой, но и с атомами других сортов, находящимися в лазерном материале.





ровать эту скорость для вновь создаваемых материалов, вести их целенаправленный поиск.

Механизмов возврата может быть несколько. Возбужденный атом способен, во-первых, самопроизвольно излучить квант света — фотон. Во-вторых, полностью передать энергию соседнему атому примеси, если тот не возбужден. В-третьих, передать соседу только часть энергии. При этом появляются две новые частицы с энергией возбуждения, разумеется, меньшей, чем была у исходной. Последние ведут себя также по-разному: излучают свет (но уже на других частотах) или растрачивают энергию на нагрев окружающей среды. Подобный механизм распада называется кросс-релаксацией. И, наконец, два (или больше) возбужденных атома могут, взаимодействуя, объединить свои энергетические ресурсы, и тогда появится частица с энергией большей, чем при первоначальном возбуждении. Она способна испустить куда более энергичный квант.

Каждый из перечисленных процессов совершается с некоторой вероятностью. Поэтому для решения общей задачи прежде всего надо выяснить, какова вероятность того или иного процесса.

Но мало разобратся в поведении изолированных атомов, необходимо еще иметь представление о коллективном поведении всех атомов, составляющих систему. Обычно в активном веществе лазера главную роль играют атомы специально введенной примеси. Их время жизни в возбужденном состоянии обычно изменяется за счет влияния атомов-соседей. Благодаря этому и возникает возможность накопить достаточное для лазерной вспышки количество возбужденных атомов. Таким образом, кроме выяснения вероятностей отдельных единичных процессов, возникает дополнительная задача: как на эти вероятности влияет общая обстановка в коллективе атомов? Здесь должны быть учтены температура, концентрация примесных атомов, вид атомов-соседей, расстояния до них, да и масса иных факторов. Этих факторов столь много, а взаимосвязи между ними столь сложны, что теоретически описать в общем случае процесс распада коллектива возбужденных атомов — дело необыкновенной трудности. Поэтому физики выбрали обычный в подобной ситуации обходной путь: экспериментально изучают явление с самых разных сторон, всякий раз проводя опыты так, чтобы только одна или немногие стороны его проявляли себя ярко, а остальные были бы затуханы или исключены.

Представьте себе: перед специалистом множество лазерных материалов — кристаллы, стекла различного состава, полупроводники. В каждый из них ничто не мешает ввести в виде примеси активные атомы. Выбор этих атомов тоже не мал: не менее полутора десятков редкоземельных элементов — неодим, лантан, церий, гадолиний, европий, лютеций и многие другие. Количество их комбинаций само по себе огромно, если прибавить сюда еще возможные вариации процентного состава, различные способы химической и термической обработки, нетрудно догадаться — выбор практически необозрим.

Остановиться на конкретных вариантах помогает отличное знание физики явлений, а иногда и интуиция. Известно, например, что атомы неодима, когда переходят из возбужденного в обычное состояние, предпочитают отдавать энергию по частям и причем исключительно своим невозбужденным «собратьям». Значит, на образцах с атомами неодима удобно изучать количественные характеристики распада возбужденного состояния, связанного с кросс-релаксацией.

Атомы другого редкоземельного металла — иттербия, наоборот, стремятся «сбросить с рук» энергию только целиком, и она перескакивает от атома к атому — происходит так называемая миграция энергии по лазерному материалу. Возбуждение при этом не деградирует в тепло, а лишь меняет свой адрес, правда, не бесконечно долго, а лишь до момента, пока это возбуждение не наткнется на какое-либо необычное место в твердом теле (структурный дефект), где энергия сможет выключиться из этой непрерывной скачки, перейдя в другую форму (свет, тепло). Следовательно, для изучения вероятности процесса миграции энергии лучше использовать образцы, «нашпигованные» атомами иттербия.

Но вот опыты запланированы. Подготовлены нужные образцы. (Сложное дело, требующее большого мастерства, умения вырастить совершенный кристалл, сварить стекло по точному рецепту, ввести в отмеренных дозах примеси и измерить их распределение. В иных случаях образец приходилось подвергать дополнительной обработке, например, облучать гамма-квантами или «закачивать», нагревая до красного каления, а затем охлаждая за считанные секунды в жидком азоте.)

Наступило время собственно самих исследований.

В программу опытов входило определение самых разных характеристик активных лазерных материалов: интенсивности люминесценции в зависимости от различ-

ных факторов (температуры, концентрации, величины внешнего магнитного поля и т. д.), частоты излучения, ширины и формы спектральных линий, рассеяния света на неоднородностях и других.

Аппаратура, использованная при исследованиях, включала в себя десятки установок, приборов и приспособлений, объединенных в разных сочетаниях в единые комплексы — каждый для проведения конкретной серии измерений. Эти комплексы в зависимости от замыслов ученых порой значительно видоизменялись от опыта к опыту, однако почти всегда в них можно было выделить две основные части. Речь идет прежде всего об источнике энергии, служащем для возбуждения активных атомов в образцах. Его роль могут играть как лазеры (на рубине, арсениде галлия, органических красителях, неодимовом стекле), так и лампы (вольфрамовые или ксеноновые с теми или иными светофильтрами). Вторая же часть — регистрирующая аппаратура. Здесь применялись спектрометры, спектрографы и спектрофотометры, а также фотумножители, работавшие в режиме счета отдельных фотонов. Очень часто в состав комплекса входила установка для точного поддержания температуры образца. Это тот или иной криостат с автоматическим регулированием, в котором можно задавать и поддерживать с точностью до десятой доли градуса любую температуру (от комнатной до температуры жидкого гелия).

Если еще добавить, что зачастую обработкой результатов опытов занимались ЭВМ, то станет ясным, какой мощный арсенал экспериментальной аппаратуры использовали физики в своей работе.

Исследования, отмеченные премией Ленинского комсомола, продолжались несколько лет. Результаты только той их части, о которой мы рассказываем, оформлены в виде довольно пухлого тома. Коротко сформулировать общий итог трудно хотя бы потому, что итог этот, будучи, придерживаясь образного сравнения, камешком в общей мозаике знаний, сам мозаичен: он распадается на ряд закономерностей, выявленных в ходе исследований. Прежде всего экспериментально определены вероятности кросс-релаксации и миграции энергии в зависимости от концентрации активных атомов при разных температурах. Установлено, что скорость миграции энергии по лазерному веществу достигает максимума примерно при температуре жидкого азота ( $-196^{\circ}\text{C}$ ). Снижение скорости миграции при температурах выше и ниже «азотной» объясняет-



ся различными коллективными эффектами, то есть процессами взаимодействия множества атомов активного вещества.

В зависимости от концентрации активных частиц процесс распада возбужденного состояния протекает по-разному. В некоторых случаях он идет строго упорядоченно, иногда несколько неупорядоченным образом, а бывает, главенствующую роль при распаде играет миграция энергии. И что важно: молодые ученые точно определили концентрации, когда происходит смена одного вида распада другим. Практически это означает следующее: теперь совершенно отчетливо установлены границы, внутри которых поведение коллектива атомов можно заранее рассчитывать, а вне этих границ необходимо проводить дополнительные исследования.

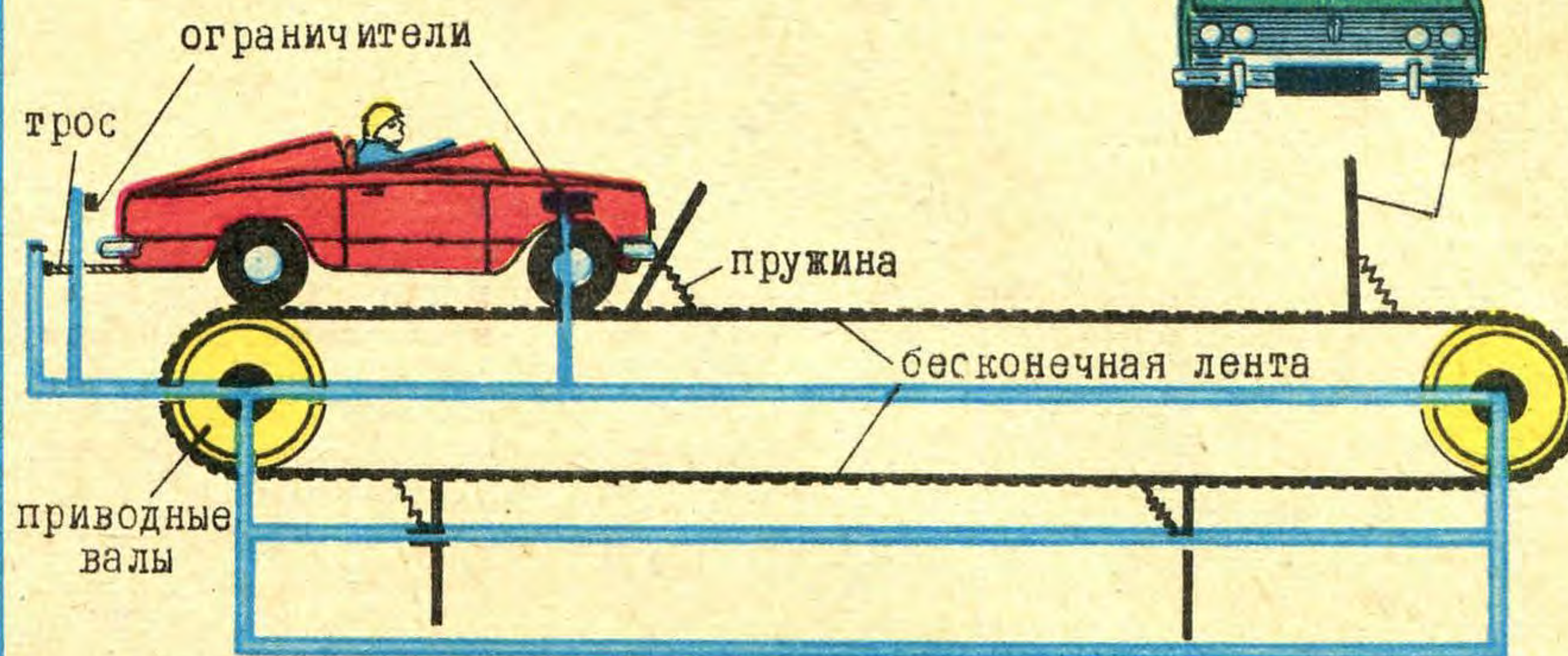
Большой прогресс достигнут и в изучении неодимовых стекол — активных сред лазеров, нашедших широкое распространение. Для этого случая разработаны методы определения характеристик процесса распада возбужденного состояния и получены необходимые количественные данные, которые отныне стали достоянием специалистов.

Конечно, расчетные формулы, пригодные для тех или иных конкретных условий, представляют немалую ценность. Но, пожалуй, важнее то, что общая картина стала гораздо более ясной. Произошло переосмысление некоторых, вроде бы уже прочно сформулированных ранее истин. Молодые физики доказали, что описание процесса миграции энергии с помощью законов диффузии соответствует действительности только в отдельных, сравнительно простых случаях, когда кристаллическая решетка близка к идеальной, а температура достаточно высока (не ниже  $-150^{\circ}\text{C}$ ). При других обстоятельствах гораздо более точно описывает действительный ход процесса так называемая прыжковая модель. Причем расчеты основываются на допущении, что безызлучательная гибель кванта происходит по законам случая, то есть ее вероятность никак не зависит от состояния системы в предшествующий период.

Такое несколько странное, с житейской точки зрения, поведение системы, когда на ее сиюминутные «поступки» совершенно не влияет история, хорошо известно физикам — оно описывается математическим аппаратом, разработку которого начал еще в прошлом веке выдающийся русский математик А. Марков.

Или другой пример: хорошо было известно явление, называемое концентрационным тушением. Оно состоит в том, что, если активных

## КОНКУРС „РУЛЬ МАШИНЫ — В ИСКУСНЫЕ РУКИ“



### АВТОМОБИЛЬ ВРАЩАЕТ... ДОРОГУ

Из многочисленных конкурсных материалов, присылаемых в редакцию «ТМ» читателями, больше всего устройств, обучающих езде, которые имитируют движение автомобиля. В основном это разного рода движущиеся ленты дорог в сочетании с импровизированным рулевым устройством. Многие принимающие участие в конкурсе предлагают различные разработки для механизированного и автоматизированного обучения ребят правилам дорожного движения и приема экзаменов, мало чем отличающиеся от известных ранее в системе общего образования. К сожалению, очень мало поступает в редакцию оригинальных разработок детских автодромов и микроавтомобилей для них.

Но конкурс «Руль машины — в искусные руки» продолжается, и редакция надеется, что желающие принять в нем участие учтут высказанные здесь замечания.

А пока расскажем об автотренажере с вращающимся кольцом дорожной ленты, который предлагает и внедрению в практику на детских автодромах ленинградец М. В. Дьяков. Сконструированный им автотренажер

интересен тем, что в нем можно использовать настоящий автомобиль любой марки, а не просто импровизированное рулевое устройство.

Автомобиль устанавливается на закольцованную ленту рифленой резины, туго растянутую двумя резиновыми валами длиной 10 м и диаметром 500 мм каждый (см. рисунок). Внутри вала ось на четырех подшипниках (по два с каждого конца). Расстояние между валами произвольное, оно может быть 20 м и более. Оси валов жестко закреплены в стальной раме. Автомашина крепится к раме за задний буксирный крюк тросом, на который надета стальная трубка-ограничитель таким образом, чтобы задние колеса (ведущие) стояли на одном из валов. На «дороге» установлены картонные встречные машины, деревья, пешеходы, дорожные знаки... Краской обозначены осевая линия, обочины. Картонные фигуры устанавливаются на пружинах, возвращающих их в первоначальное положение после наезда. Все устройство дороги снабжено электропроводкой, замыкающейся при наездах, и тогда в кабине водителя загорается красное табло «авария».

атомов примеси в лазерном материале слишком много, интенсивность свечения уменьшается. Это объясняется усилением взаимодействия активных атомов между собой, в результате чего львиная доля энергии переходит в тепло. Само концентрационное тушение обнаруживается лишь тогда, когда количество активной примеси в лазерном материале превзойдет строго определенную величину. Но в некоторых лазерных стеклах тушение заметно проявляется даже тогда, когда концентрация примеси меньше критической. Почему, было неясно. Результаты многочисленных тонких опытов, проведенных специально для изучения этого явления, позволили предположить, что аномальное тушение в стеклах происходит по причине технологического характера и, в частности,

может быть связано с неравномерным распределением атомов-активаторов в лазерном материале.

В науке всегда бывает так: добытые знания порождают новые проблемы, причем проблем возникает больше, чем было. Это ярко проявилось и в данном случае. Картина физических явлений в активной среде лазера оказалась сложнее, чем думалось сначала. Но зато яснее стал обзор, более выпукло выступили отдельные детали. И самое главное, стали отчетливо видны пути, по которым следует двигаться дальше. Подход к задаче оказался плодотворным. Часть полученных при исследованиях результатов вошла в справочник по лазерам. И нет сомнений, что на намеченных направлениях будут достигнуты новые рубежи. Исследования продолжаются.



# АВТОСИЛАЧИ СЕМИДЕСЯТЫХ

АНДРЕЙ ДАНИЛОВ, наш спец. корр.

Грузы, грузы, грузы... Хрупкие, громоздкие, сыпучие, вязкие — разные. От своевременной их доставки зависит ритмичная работа всех промышленных предприятий.

Сегодня наша автомобильная промышленность выпускает огромное количество машин и механизмов.

Показу новых достижений этой важной отрасли техники была посвящена выставка «Специализированный автотранспорт для перевозок строительных грузов» на ВДНХ СССР. Самые разнообразные машины представили проектировщики и конструкторы на одной из демонстрационных площадок: мощные панелевозы, самосвалы, фермовозы, машины для перевозки бетона и т. д.

С каждым днем автомобиль бежит все быстрее. И не только бежит. За тот недолгий срок, который прошел с момента его рождения, он сумел приобрести более ста (!) профессий. Трудяга-грузовик стал неотъемлемой частью современного производства, именно от него порой серьезно зависит эффективность развития той или иной отрасли. Ведь именно с его помощью осуществляется всем известный принцип доставки грузов «от двери к двери»: машина не только участвует в начальной и конечной стадиях перевозок, часто автомобиль вообще единственный доставщик необходимых материалов.

Автомобиль — труженик, без него не обойтись любому крупному строительству. И прежде всего нужно упомянуть об автосиловых машинах из города Жодина, что под Минском. Недаром их рабочие качества отмечены многочисленными международными призами и наградами. Но, несомненно, главный приз — отличные рекомендации самих водителей.

Все предусмотрели конструкторы завода, создавая эту машину: предназначена для работы в карьерах, где добываются полезные ископаемые, нужна она и на строительстве гидроэлектростанций, современных промышленных предприятий. Шутка ли! Для того чтобы построить в настоящее время круп-

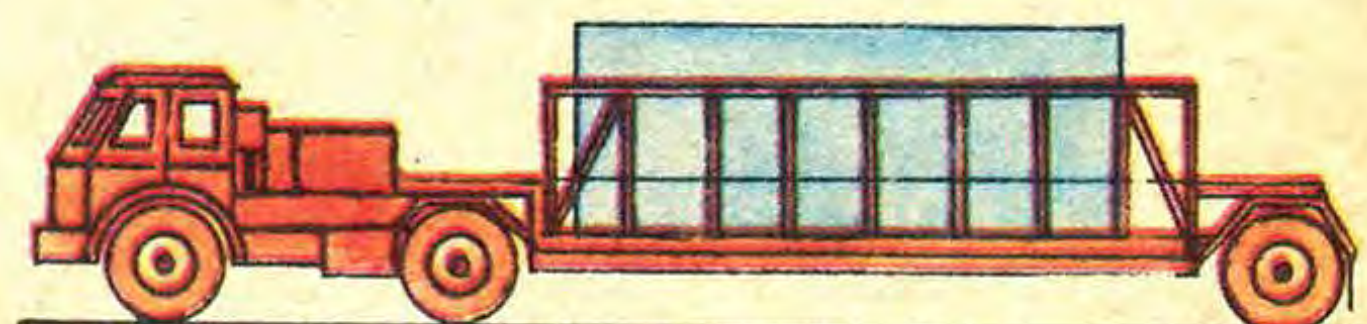
ный завод, нужно «перелопатить» многие сотни тонн грунта. За один только раз экскаватор высыпает в кузов такого самосвала 8 м<sup>3</sup> грунта, а для его наполнения нужно целых три подачи! Но разгрузить такой огромный кузов можно всего за... 25 с! Секрет тут прост: все дело в гидромеханизме. БелАЗы, даже 75-тонные, к тому же очень верткие, так как в карьерах не предусмотрено комфортабельных дорог. Их «вертлявость» стала возможной благодаря короткой базе автомобиля, отсюда небольшой радиус поворота — 8—10 м. И именно поэтому машина порой кажется эдаким «слоном»: она укорочена, вытянута вверх более чем на 3 м!

Конструкторы белорусского автомобильного завода позаботились о водителях — кабина для них спроектирована очень удобной, а в целях предельной экономии пространства она расположена рядом с двигателем.

Колоссальная мощность (до 1200 л. с. и более) — одна из отличительных черт современных самосвалов. Скорость им особенно не нужна, тем не менее все-таки средняя скорость движения по пересеченной местности и на крутых подъемах очень важна: помогает быстрее выбраться порой из очень опасных мест, не «поползти назад».

«Обувь» для колес должна быть соответствующей. Вот какая она: 20-слойные шины с успехом выдерживают падающую на них 11-тонную нагрузку. Машины марки «БелАЗ» отлично приспособлены к работе в условиях бездорожья. Диаметр их шин достигает двух с половиной метров! Они перекачиваются через многочисленные ухабы и впадины, не меняя плавности хода. Тут, конечно, помогает и подвеска — важный узел машины. Она на самосвалах БелАЗ-504 А, БелАЗ-548 А, БелАЗ-549 пневмогидравлическая, с переменной жесткостью, а цилиндр ее — огромный телескопический амортизатор.

Сейчас московские конструкторы внедряют новую оригинальную систему, рассчитанную на мощные самосвалы: ими создано устройство определения и регистрации



На рисунке:  
модели строительных машин —  
полуприцеп-фермовоз (УПФ-1218),  
автобетоносмеситель СБ-69,  
полуприцеп-панелевоз (УПП-1207).

массы груза, перевозимой в кузове этих мощных машин. Трудились над его разработкой во Всесоюзном проектно и научно-исследовательском институте промышленного транспорта (Промтранспроект). Оно предназначено как раз для БелАЗов, которые могут «унести» в своем кузове от 27 до 40 т грузов. Система эта полифункциональная. С ее помощью можно вести учет массы перевозимого самосвалом груза (за смену, неделю, месяц, год), автоматически взвесить породу в кузове, а значит, предотвратить недогрузку или, что хуже, перегрузку автомобиля. Кроме того, новое устройство информирует шофера о необходимости очистить кузов самосвала от налипшей или намерзшей породы.

Состоит она из трех частей: первичных преобразователей, вторичной аппаратуры и выходной части. В первую группу входят тензометрические (предназначенные для измерения деформаций) датчики. Они устанавливаются во всех точках, где рама опирается на подвеску. Тут же расположены два датчика положения платформы и датчик, с помощью которого включается механизм, опрокидывающий кузов.

Вторичная аппаратура — это измеритель сдвига фаз напряжений, блок калибровки и сравнения сигналов, идущих от датчиков. А выходная часть устройства содер-



жит цифровой индикатор, показывающий, сколько грунта автомобиль может взять за один прием, счетчики, регистрирующие перевезенный в кузове самосвала груз и число сделанных рейсов.

Может возникнуть закономерный вопрос: для чего же, собственно, такое сложное устройство? Его появление вполне оправдано, так как именно с помощью этой системы можно с точностью до килограмма взвесить всю массу перевозимого груза. Необычайно широк и диапазон взвешивания породы — от 2,5 до 50 т, а погрешность измерений мала.

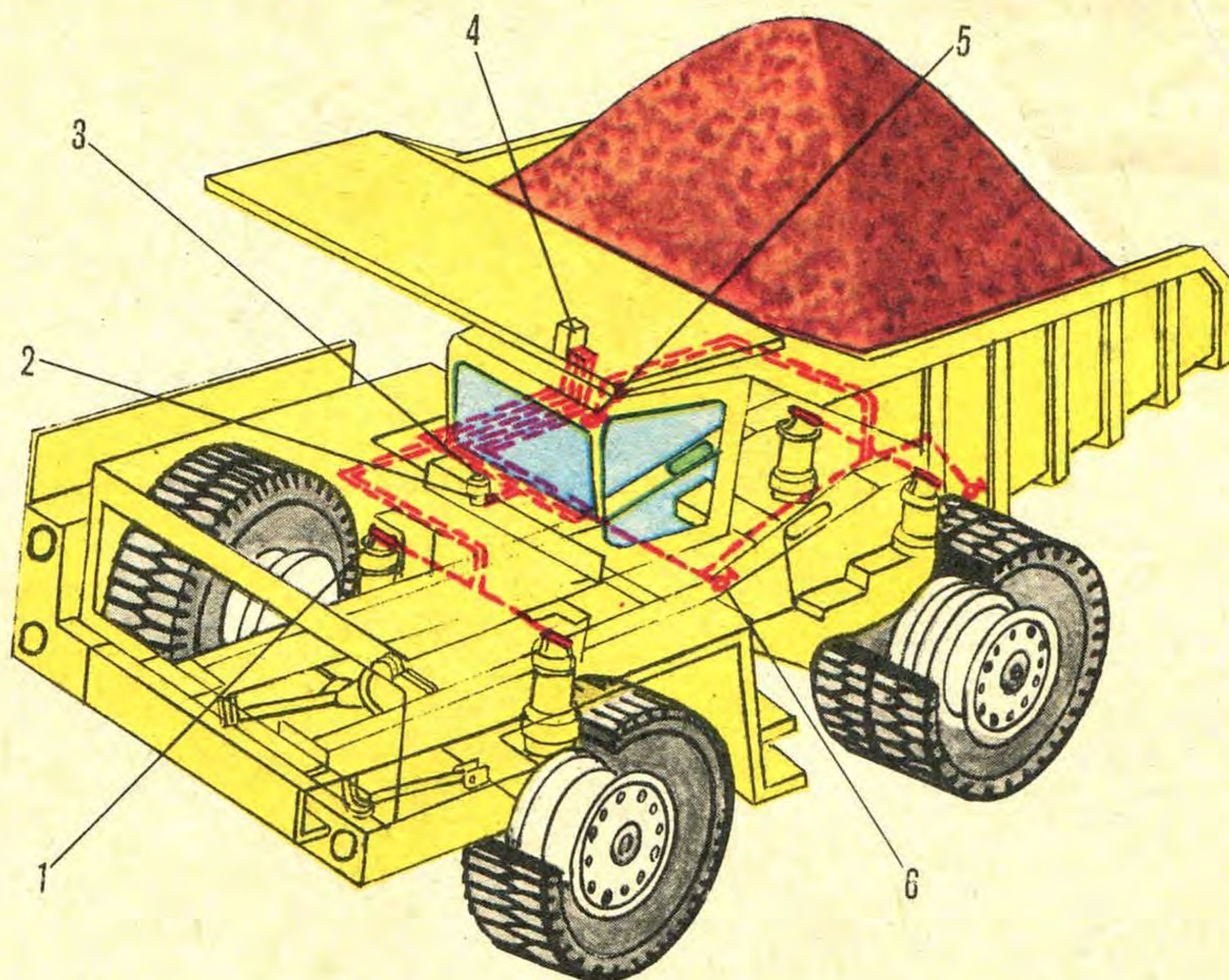
С внедрением этого уникального в своем роде устройства будут сразу же решены многочисленные проблемы, которые сегодня очень волнуют автомобилистов. Весы, которые обходятся строительным организациям «в копейчку», теперь не нужны. Шины будут служить дольше, так как уменьшается степень их истирания при перегрузках. Значительно сокращаются затраты на строительство и эксплуатацию мостов и дорог из-за устранения тех же перегрузок автомобилей.

Устройство регистрации грузов уже успешно прошло опробование на Афанасьевском карьере цементного сырья около города Воскресенска Московской области.

Другое семейство машин для нужд строительства — панелевозы. Мощные полуприцепы, они спроектированы на базе тягачей — МАЗов, КрАЗов, КамАЗов и других.

Эти специальные машины наделены особой тарой, с помощью которой можно перевезти, скажем, 12 т груза — панели для строящихся зданий.

Безусловно, панелевозы — автомобили, которые сделали современное строительство поистине индустриальным: благодаря им можно быстро перевезти груз на строительную площадку. На этих машинах транспортируют плиты перекрытий, целые стены, элементы фасадов зданий и порой даже «кубики» квартир и узлы, полностью собранные на домостроительных комбинатах. Монтажникам остается снять все это с помощью механизмов с машины, поставить одну на другую готовые секции и закрепить их на каркасе дома. Дома теперь не строят, а скорее собирают. Однако нельзя сказать, что в промышленности, производящей полуприцепы-панелевозы, все обстоит благополучно. Часто таких машин все еще не хватает, да и специализация их пока не особенно высока. Обычно у нас на стройках используется модель НАМИ-790, наиболее распространенный панелевоз.



Но сейчас ему на помощь приходят автомобили, сконструированные в Центральном научно-исследовательском и проектно-экспериментальном институте организации, механизации и технической помощи строительству (ЦНИИОМТП) Госстроя СССР. Одно из их детищ — кассетный полуприцеп-панелевоз УПП-1207. Он может перевозить панели длиной более 7 м и высотой до 3 м, расположенные вертикально.

Оптимальное использование грузоподъемности полуприцепа достигается за счет перевоза как четного, так и нечетного количества панелей. И стало это возможным благодаря форме кассеты, сваренной из гнутых профилей. С помощью МАЗа-504 А (а именно эта машина выбрана в качестве тягача) можно перевозить грузы весом до 12 т. Да и скорость у него немалая — 60 км/ч. Панели крепятся на кассете с помощью особой системы. В ее состав входят две площадки с разделителями, установленные в передней и задней частях полуприцепа, им помогают две прижимные балки, идущие вдоль всей кассеты.

Не отстают от панелевозов и фермовозы — автомобили, которые перевозят гигантских размеров детали (фермы), состоящие из соединенных между собой стержней, сделанных из железобетона или стали. Таков, например, универсальный фермовоз-полуприцеп УПФ-1218. Он тоже вышел из стен ЦНИИОМТПа. На нем можно перевозить на стройплощадки различные фермы — арочные, подстропильные, с параллельными поясами длиной до 18 м и весом до 12 т.

На схеме: новая система регистрации груза. Датчики: 1 — массы; 2 — положения платформы; 3 — включения опрокидывающего механизма; 4 — генератор; 5 — опорный канал; 6 — измеритель сдвига фаз напряжения.

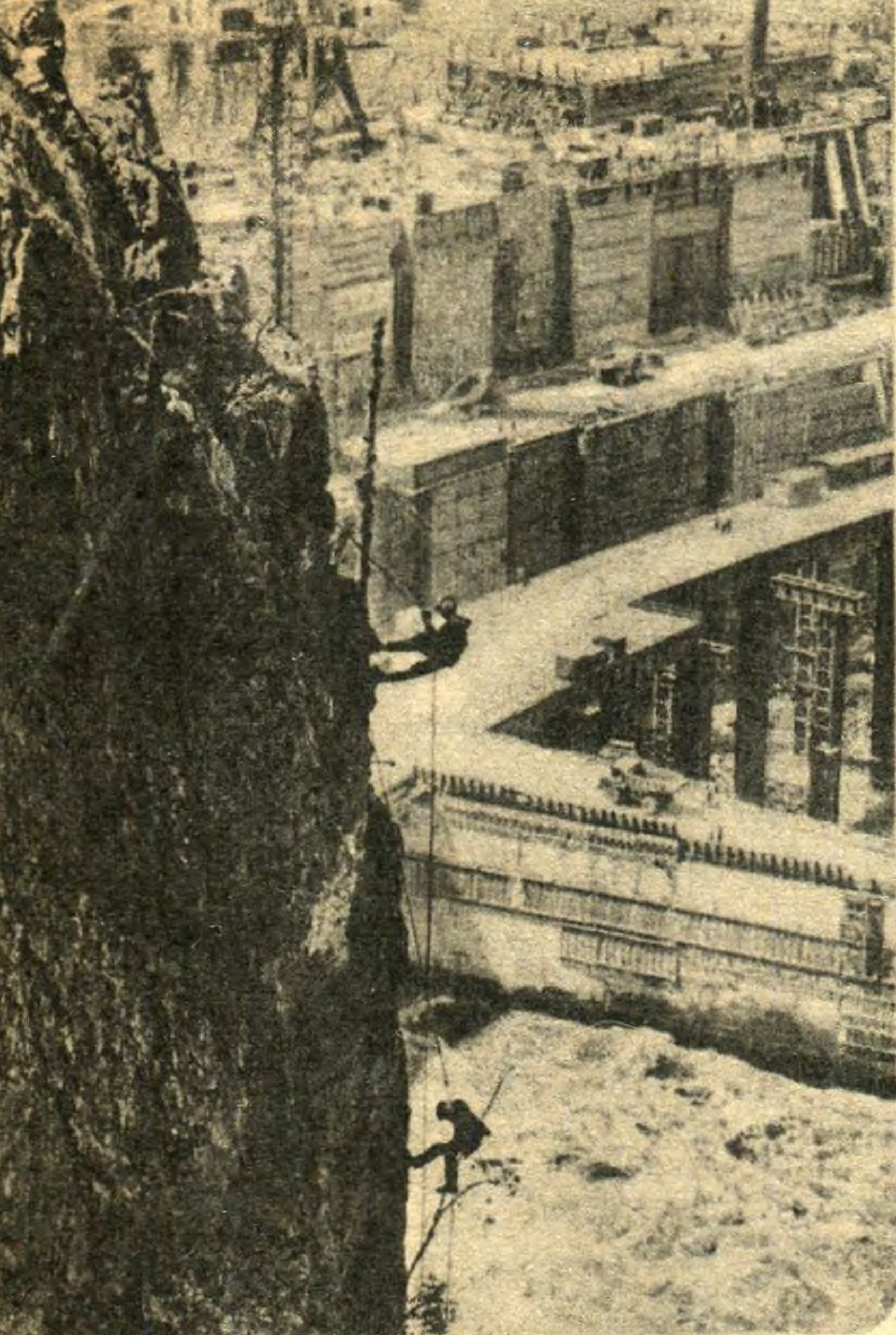
У него масса преимуществ: центр тяжести снижен, это повышает его устойчивость в боковом направлении, а высокая маневренность при использовании поворотной тележки и увеличенная длина рамы полуприцепа позволяют сохранить железобетонные фермы без повреждений.

И еще одна машина, о которой нельзя не упомянуть: автобетоносмеситель марки СБ-69 (С-1036Б). Изготавливает его завод строительных машин в городе Славянске Донецкой области. Он может не только доставлять различные компоненты бетонной смеси, но и приготавливать саму смесь. И это всего за 10—15 мин! Объем его бака — 2,6 м<sup>3</sup>. Смеситель может работать на ходу. В его баке две винтовые лопасти перемешивают смесь. Узлы смесителя прикреплены к раме, которая соединена с шасси автомобиля МАЗ-503 А. Собственно, это даже не машина, а передвижная установка для производства бетона на удаленных строительных объектах. Так что совсем ни к чему строить бетонные заводы на каждой стройке, лучше увеличить количество таких самоходных установок. СБ-69 не подведет!

Парк автосилачей все время совершенствуется. Новые машины, показанные на ВДНХ, наглядное тому подтверждение. Они очень нужны новостройкам десятой пятилетки.

**ВЫПОЛНЯЕМ РЕШЕНИЯ ПАРТИИ**





Профессия верхолазов по праву считается одной из опаснейших. На всех горных стройках верхолазы идут впереди геодезистов, строителей горных дорог, туннелей и опорных площадок. И в мастерстве они зачастую не уступают первоклассным альпинистам.

На фото — верхолазы на крупнейшей в мире гидроэлектростанции, сооружаемой в Саянах. До сих пор никто не создавал арочно-гравитационной плотины в таком узком створе, как Карлов, и на такой могучей реке, как Енисей.

#### Шушенское

Поселка Ботаника нет на географической карте. Тем не менее он пользуется всемирной известностью. Сюда приезжают советские и зарубежные ученые. Это «генный банк» — национальное хранилище коллекции семян растений, собранных почти со всей планеты. Начало ему положил выдающийся советский ученый, академик Н. И. Вавилов, преследуя цель сберечь для человечества семена всех видов культурных растений. Зеленые сокровища покоятся в 24 камерах, где автоматически поддерживаются необходимая температура и влажность воздуха. В 20 из них семена сохраняются по методу, разработанному сотрудниками Всесоюзного института растениеводства, в остальных же дублируются режимы аналогичных хранилищ США и Японии. По расчетам ученых, принятые способы хранения позволяют без пересева продлить биологическое бытие семян до 30—50 лет. Сегодня на счете

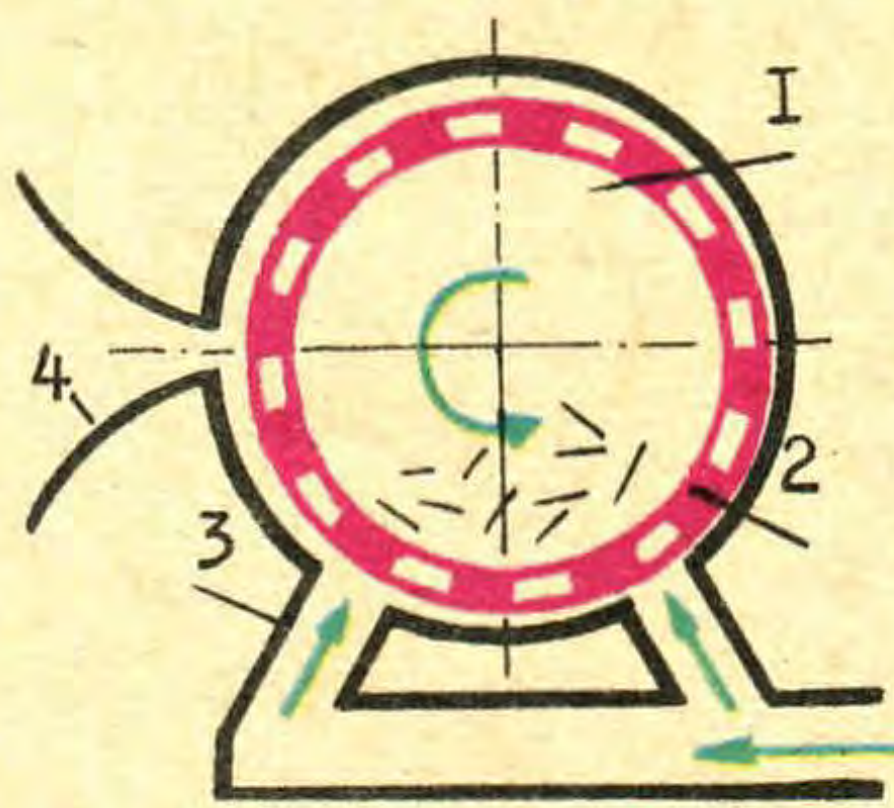
«генного банка» — 30 тыс. образцов, упакованных в стеклянные и металлические герметизированные контейнеры.

#### Краснодарский край

В павильоне «Электротехника» на ВДНХ демонстрируется УПСЛ-1 — установка для пайки световым лучом изделий электротехнического производства припоями с температурой плавления до 300°С. Излучатель прибора — ксеноновая лампа мощностью в 1 кВт. Фокусирующая система — эллипсоидный отражатель. Подключается «световой паяльник» через трехфазный выпрямитель (выпрямляющее напряжение 36 В, ток 20—50 А) к промышленной сети напряжением 380 В. Регулирование режима пайки четырехступенчатое.

#### Москва

Устройства для получения звуковых сигналов применяются не только на маяках, судах и в системах оповещения опасностей. Они нужны и для определения шумопоглощающих свойств материалов, изучения условий возникновения резонанса и воздействия акустических сигналов на приборы и целые конструкции. На рисунке — схема газодинамической сирены, отличающейся от аналогов высокой интенсивностью сигналов (до 175 дБ) и широкой полосой шумового спектра (от 10 Гц до 5 кГц). Звук рождается в форкамере 1 от вторгающегося в нее по каналам 3 газа или воздуха. При вращении сетчатого барабана 2 и перемешивании в полете подсыпанных в форкамеру легких резиновых или пластмассовых пластинок возникает хаотичное нагромождение звуков, а потом эта какофония устремляется через рупор 4 в реверберационную камеру, где и проводятся испытания.



Интенсивность звука, спектр его колебаний зависят от уровня напора воздуха или газа, скорости оборотов барабана, размеров, формы и числа пластинок и их положения.

#### Ленинград

Типы автоматизированных установок для централизованной подачи газовых смесей на рабочие посты электросварщиков разработаны спе-

циалистами ВНИИавтогенмаша и Барнаульского аппаратомеханического завода. УСД — колонка для смеси двух газов (углекислого и кислорода), УСТ — трех (еще и аргона). Каждая колонка состоит из пускового регулятора, регулятора давления газов, расходной и переменной расходной дюзы — отверстий. Работают они все по одной принципиальной схеме: дозирование расхода газов при истечении их через дросселирующее отверстие, смешение их в общей камере и подача к постам сварки. Питание установки получают от цеховых газопроводов.

#### Москва — Барнаул



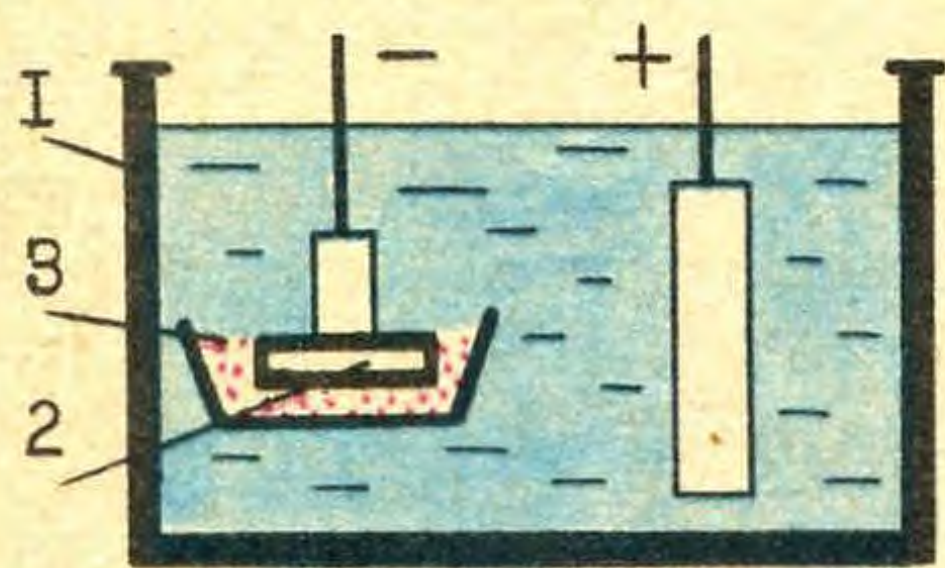
Примерно 10—15% от общего количества кокса, идущего на плавку чугуна, превращается в мелочь. Процент отсева зависит от способов загрузки, перевозки и хранения. Коксовая мелочь — нежелательный элемент. Наличие ее в шихте приводит к восстановлению окиси углерода (от чего поглощается тепло и снижается температура в печи) и насыщению чугуна углеродом и серой. Возрастает и выброс пылевых частиц, загрязняющих атмосферу. Но не использовать мелочь — расточительство. Вот специалисты и придумали, как ее употребить при плавке — в виде топливных брикетов. Технология их получения разработана, а участки для их изготовления уже работают на минских заводах — отопительного оборудования и автомобильном. Брикетированию подвергается кокс с размерами частиц менее 25 мм. Пройдя грохот, магнитный сепаратор, сушилку и дробилку, порошок смешивается с сухими компонентами и жидким связующим, состав которых выбирается с таким расчетом, чтобы выходящие из-под пресса брикеты не только служили топливом, но и способствовали развитию плавки.

Способ плавки чугуна с брикетами и технология их изготовления рекомендованы для внедрения в чугунолитейное производство.

#### Минск



При хонинговании чугунных изделий и заключительной обработке твердосплавных деталей алмазным инструментом, изготовленным не спеканием (как обычно), а гальваническим способом, производительность труда можно повысить в полтора-два раза. Гальванопокрытие наносят в



специальной ванне, заполненной электролитом, в состав которого входит сернистый (250 г/л) и хлористый (30 г/л) никель. На рисунке — схема алмазогоальванического процесса. В ванну 1 с электролитом погружают заготовку 2 и пористую кювету 3, заполненную алмазным порошком. На токопроводящем инструменте, подключенном к катоду, вместе с металлом осаждаются и зерна алмазов.

Инструмент считается годным, если на покрытии нет неровностей алмазных включений, а монолитность его проверяют напильником — при зашлифовании алмазные зерна отслаиваться не должны.

Куйбышев

Всего за два часа бригада монтажников и экипаж вертолета Ми-10К установили антенну на мачту ретрансляционной телевизионной станции (см. фото). Причем подъем «воздушным краном» этой внешне ажурной, но в действительности 14-метровой конструкции весом в 2,5 т длил-



ся всего 3 мин. Без помощи авиаторов и заблаговременной сборки антенны на земле станция не работала бы не два часа, а целых два месяца.

После установки антенны на 220-метровой высоте возросла зона приема, а следовательно, увеличилось и число телезрителей, повысились качество и надежность передач.

г. Унеча Брянской обл.

Переворот в гальванических цехах начался с появлением бесцианистого электролита и новой технологии нанесения цинковых, медных и кадмиевых металлопокрытий. В нем нет ядовитых летучих и дорогостоящих комплексных веществ. Стоимость этого электролита почти равна стоимости цианистого, но зато его испарения ничуть не портят оборудования, не загрязняют атмосферу цехов. При его использовании увеличивается прочность сцепления меди со сталью, а долговечность, например, кадмиевых пленок повышается в 4—5 раз. Становится ненужной и влетающая в копеечку очистка сточных вод от попадающих токсичных веществ. Та очистка, которая все же обязательна, производится без изменения старых методов, так как бесцианистый и цианистый электролиты имеют общую основу и в принципе взаимозаменяемы. Существенно и то, что применение нового электролита не влечет за собой перестройки или замены прежнего оборудования.

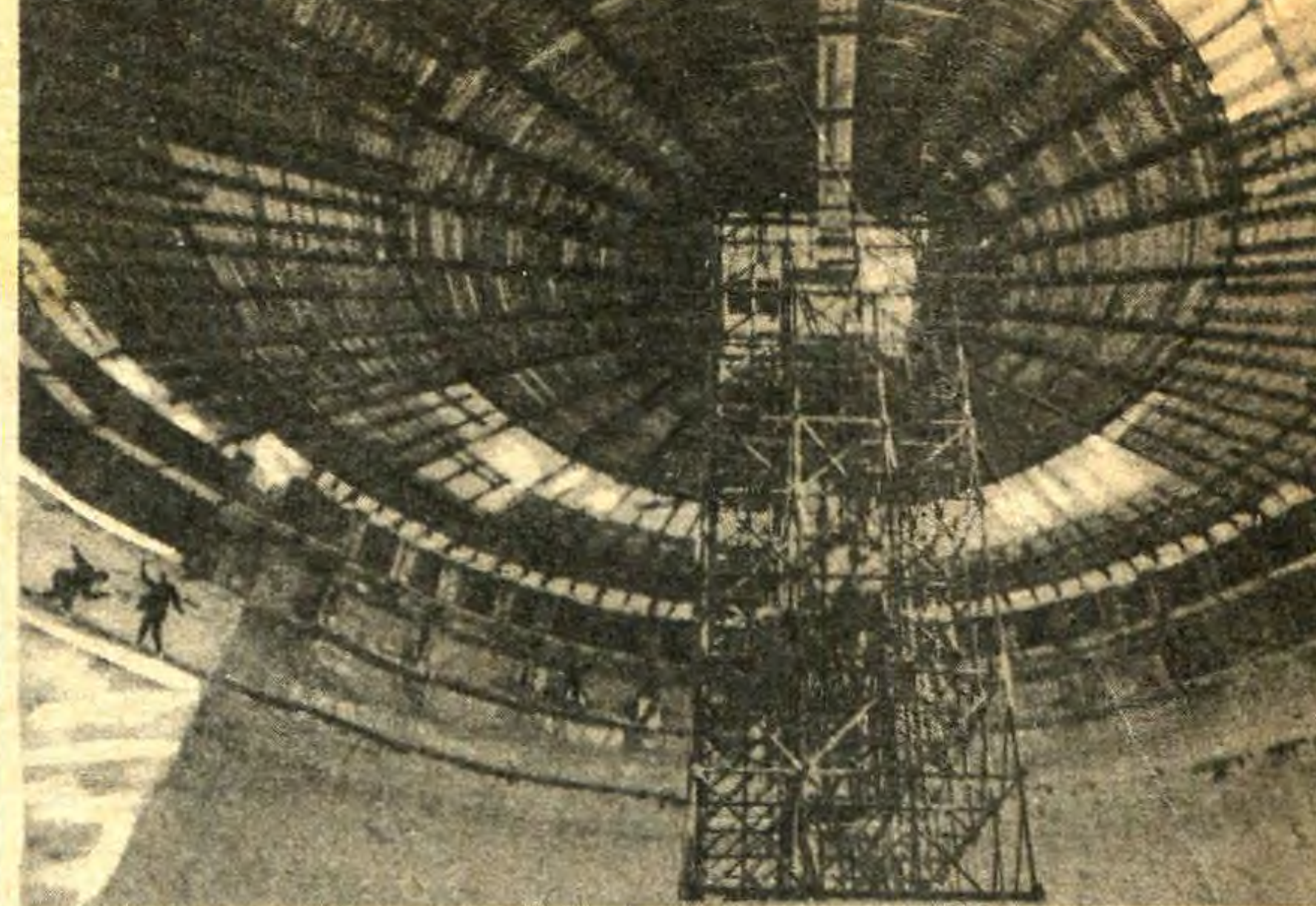
Москва

Когда скальпель хирурга вторгается в живую ткань, неизбежно возникает кровотечение. Однако его можно избежать при ликвидации возникших в организме злокачественных и доброкачественных новообразований, когда врач пользуется криохирургическими приборами, разработанными в Институте физики Академии наук СССР. В этих приборах имеются заправочная полость, заполняемая хладагентом — жидким азотом, и три сменных вакуумтеплоизолирующих инструмента. Одним действуют на место заболевания аппликационным способом (наложением), с помощью другого проникают в глубь ткани, а третий действует открытой струей хладагента.

После однократной заправки (0,6 л) жидкого азота прибор действует не менее 5 мин.

Криохирургические приборы уже нашли применение в общей онкологии, нейрохирургии и оториноларингологии (лечении заболеваний уха, горла, носа).

Киев



На одной из всесоюзных ударных комсомольскихстроек возведения второй очереди Ставропольской ГРЭС приступили к сооружению уникальной 270-метровой дымовой трубы методом скользящей опалубки. Эта подвижная «ромашка» (см. фото) позволяет выполнять монтажные работы на любой высоте. Выброс дыма и газа в заоблачную высь избавит окружающую среду от загрязнения.

Ставропольский край

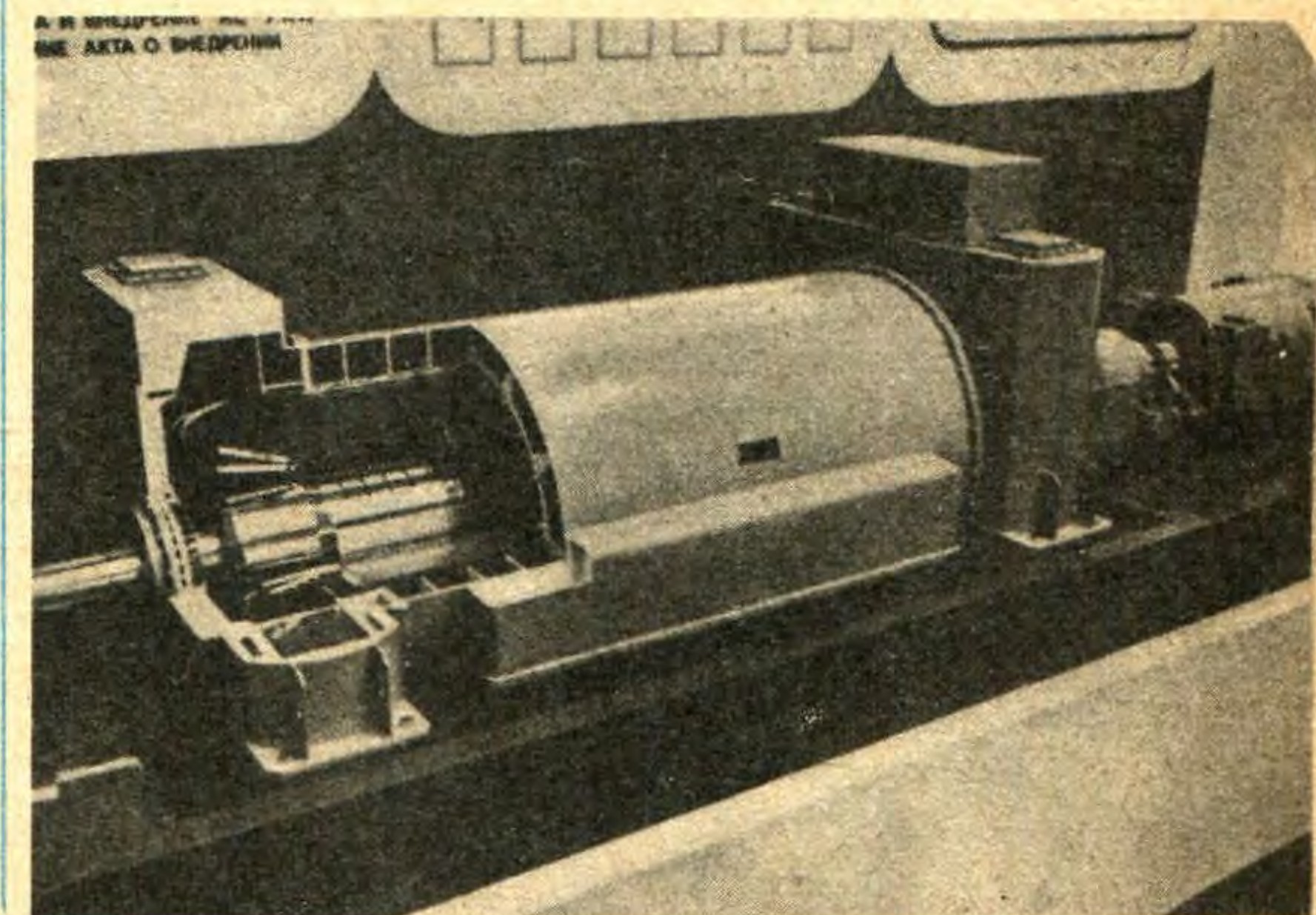
Новинка автомобильной техники — адаптированный многорежимный сигнальный фонарь. Между его рассеивателем и источником света находится жидкокристаллический элемент.

Он уменьшает слепящее действие лучей и меняет силу света в зависимости от углов видимости.

Москва

На снимке: макет турбогенератора типа ТВВ-1200-2 с системой автоматического теплового контроля наиболее важных узлов. Турбогенератор изготовлен электромашиностроительным объединением «Электросила», а конструкция его, сочлененная с паровой турбиной, запатентована во Франции, Швейцарии, Англии и США.

Ленинград







В марте 1939 года в возрасте двенадцати лет Айзек Азимов опубликовал в «Удивительных историях» свой первый рассказ «Покинутые на Весте», который, как ныне уверяет американская пресса, имел непосредственное отношение к зарождению совместной советско-американской программы «Союз» — «Аполлон». Тогда же он написал свой первый рассказ о роботах.

Его талант высоко оценил признанный лидер американской научной фантастики — двадцатидевятилетний Джон Кемпбелл, который не только напечатал в своем популярнейшем журнале «Поразительная научная фантастика» несколько произведений начинающего, но уже вполне зрелого по мыслям и мастерству автора, но и подарил Азимову некоторые свои идеи для дальнейшей литературной разработки, в том числе известные «три закона роботехники».

В июне того же 1939 года Азимов получил диплом химика, а через два

года ученую степень. Таким образом, литературные и научные успехи шли у него рука об руку с самого начала...

В произведениях Айзека Азимова центр тяжести обычно лежит не в борьбе с природными стихиями и сюрпризами, а в конфликте человека с человеком, людей с людьми. Не действия, приключения и космические чудища, а социальная психология интересует писателя в первую очередь.

В последние годы Айзек Азимов, как и многие другие писатели-фантасты, все чаще стал проявлять общественную активность, выступая за мир и сотрудничество народов, но в то же время проповедуя все те же буржуазно-индивидуалистические рецепты устройства общества.

Ниже с небольшим сокращением перепечатана статья Айзека Азимова, недавно опубликованная в американской печати. Разговор ведется из будущего века.

АЙЗЕК АЗИМОВ

# МАРШРУТЫ БУДУЩЕГО,

или Рассуждения известного писателя-фантаста  
о третьем тысячелетии

В 1976 году люди начинали сомневаться в том, справятся ли Соединенные Штаты и вся мировая цивилизация с возникшими перед ними величайшими трудностями: с недостатком энергии и других природных ресурсов, с загрязнением среды, с угрозой войны и т. п. Сейчас, в 2076 году, оглядываясь назад, они видят, что нашли в себе силы преодолеть все эти трудности...

Главное различие между 1976-м и нынешним, 2076 годом состоит в том, что американцы живут теперь в обществе с низким уровнем рождаемости. Уже к 1976 году стало ясно, что население земного шара не может больше слишком быстро увеличиваться по сравнению с тогдашним его уровнем...

Население можно было понизить до разумного уровня одним из двух способов: либо надо было допустить повышение уровня смертности до таких размеров, чтобы он превзошел даже высокую рождаемость; либо уровень рождаемости нужно было понизить настолько, чтобы он стал ниже даже самого низкого уровня смертности.

Соединенные Штаты избрали второй путь... На протяжении полувека население Америки, достигшее было 270 миллионов, медленно, но неуклонно уменьшалось. В 2076 году оно немного ниже 220 миллионов, причем предполагается, что для того, чтобы эти демографические изменения нашли полное отражение в жизни американского общества, то есть обеспечили его стабильность, необходимо снизить население по крайней мере до 180 миллионов человек.

Теперь трудно поверить, что в 1976 году нас волновала возможность нехватки энергии. Реакция ядерного синтеза и прямое использование солнечной энергии навсегда покончили с самой возможностью такой нехватки при условии, что человечество будет пользоваться ими разумно.

Развивалась и медицина. Уже к двухсотлетию с большинством инфекционных заболеваний было, в сущности, покончено. С тех пор геронтология и гериатрия стали наиболее важными отраслями медицины. Рак был побежден, артрит успешно излечивался. Медицина на-

училась «выращивать» сердца и другие органы человеческого тела вегетативным способом, как клоны, из клеток организма пациента и пользоваться ими в случае необходимости как «запасными частями».

В условиях низкой рождаемости и возросшей продолжительности жизни средний возраст населения, естественно, значительно выше, чем когда бы то ни было в прошлом. В 2076 году половину населения составляют люди старше 45 лет.

В прошлом это обстоятельство могло вызвать тревогу. В те времена можно было опасаться, что старые люди не смогут идти в ногу с новейшими достижениями науки и техники, что они не пригодны для работы и будут занимать непропорционально много места в лечебных учреждениях страны, составляя вместе с тем очень малую часть созидательных сил общества.

Но эти опасения не подтвердились.

Новая медицина удлиняет не только жизнь людей, но и их молодость, и делает их гораздо более крепкими и здоровыми. Изменились



и взгляды на образование: оно больше не является исключительной привилегией молодых людей.

Ныне принято считать, что образование продолжается всю жизнь. Теперь, когда почти каждый может рассчитывать на долгую жизнь и молодость, люди, достигшие середины жизненного пути, обыкновенно меняют его направление и род своей деятельности. Учебные заведения полны людей всех возрастов, и те, кому перевалило за 45 лет, так же полезны обществу, как и те, кто еще не достиг этого возраста.

Многие виды обучения проводятся, конечно, с помощью телевидения, и каждый может составить свою собственную учебную программу, наиболее отвечающую его индивидуальным вкусам и запросам. Занимаясь по ней, он может пользоваться видеозаписью и прибегать к помощи Центральной библиотеки, управляемой и обслуживаемой компьютерами.

Телевизор принимает большую ежедневную газету самого разнообразного содержания, и достаточно прикосновения руки к простому управляющему устройству, чтобы он отпечатал ту или иную ее часть. Любую книгу, имеющуюся в Центральной библиотеке, можно видеть по телевизору или, по желанию читателя, сделать с нее копию на микрофильме или на бумаге. Кроме того, по телевидению можно делать покупки, передавать документы, демонстрировать обзоры сложных производственных процессов, управляемых ЭВМ, а также проводить широкие многоязычные конференции, участники которых могут сидеть у себя дома в разных концах страны.

Телевидение стало выполнять такие задачи, что отпала необходимость в пересылке материала, содержащего информацию, посылаемая лишь сама эта информация. Никому не нужно посылать писем или телеграмм, если можно передавать изображение со скоростью света. Никому не надо отправлять людей в далекие командировки на самолетах, поездах и на автомобилях, вместо этого передают по телевидению образ «командируемых». Как следствие этого, громадные города канули в вечность. Не приходится больше тесниться на небольших пространствах, чтобы оставаться поблизости от своего учреждения, предприятия или культурного центра, будь то учебное заведение или место отдыха и развлечений. Передовая электронная техника позволяет каждому быть на работе независимо от того, где он живет.

Поскольку очень многие виды работ автоматизированы или управ-

ляются вычислительными машинами, американцы больше, чем когда-либо прежде, могут посвящать себя полезным хобби, научной работе, искусству, литературе и спорту. А то обстоятельство, что почти никому не приходится ездить по делам, позволяет гораздо большему числу людей путешествовать для развлечения или самообразования. В результате этого народы мира начинают все лучше узнавать и понимать друг друга.

Сейчас, в 2076 году, люди на Земле действительно дружны как никогда. Век назад мир только еще поправлялся после двух мировых войн и долгих лет взаимного недоверия и напряженности. Теперь, однако, эпоха вооруженных конфликтов миновала...

Космическая эра началась как результат работы ученых и конструкторов в Советском Союзе и в Соединенных Штатах. В 1957 году Советский Союз вывел на орбиту вокруг Земли первый искусственный спутник, в 1969 году Соединенные Штаты высадили первого человека на Луну. В 1975 году обе страны провели первый совместный полет в космосе...

В 2010 году человек вернулся на Луну, оснащенный новейшей техникой.

Были созданы более крупные и усовершенствованные космические станции; для перевозки людей и материалов с Земли на Луну и обратно стали применяться челночные космические летательные аппараты многократного использования.

В конце концов довольно значительное число людей было доставлено на Луну. Они основали там жилые убежища, в которых можно было оставаться недели и даже месяцы. Это было многонациональное мероприятие, которое, непрерывно расширяясь, увлекло все человечество.

Вначале каждый народ создавал свою колонию. Была американская колония, советская, западноевропейская, японская и др. Основание таких независимых, но взаимно сотрудничающих баз на Луне было многим обязано опыту исследования Антарктики...

В 2030 году на Луне стали рождаться дети, которым, как предполагалось, предстояло провести здесь всю свою жизнь...

А ныне, как ныне американцы представляют себе обозримое будущее?

Несомненно, что к 2176 году жители земного шара будут отчетливо сознавать себя землянами. Различные народы сохраняют свой язык, культуру и традиции.

Жилые строения, быть может, исчезнут с поверхности планеты и подобно поселениям лунян будут перенесены под землю. В этом есть свои преимущества: температура под земным покровом всегда одинакова, погоды не существует, отпадает необходимость в пояском времени.

На поверхности останутся только фермы, рудники, парки и заповедники. Все это будет управляться и обслуживаться вычислительными машинами — небольшими, но достаточно мощными, чтобы приводить в движение мобильных роботов.

К 2176 году луняне возьмут на себя задачу заселения космоса — нечто подобное тому, что предлагали в XX веке некоторые пионеры космической эпохи. Пустынная поверхность Луны будет в значительной мере использована как открытое месторождение сырья, идущего на постройку космических кораблей-колоний.

Больше того, луняне организуют полеты за пределы солнечной системы. Им будет легче предпринимать далекие космические путешествия, чем землянам, которые, по существу, всегда жили вне мира (в широком смысле слова) на своей планете со сложными экологическими условиями, с обилием воздуха и воды.

Луняне живут в другом мире, где экология предельно проста, а окружающая среда производится искусственным путем и тщательно регулируется. Условия жизни в космическом корабле весьма сходны с миром лунян и имеют очень мало общего с миром землян. Поэтому луняне психологически гораздо лучше подготовлены к суровым условиям дальних космических странствий, чем земляне.

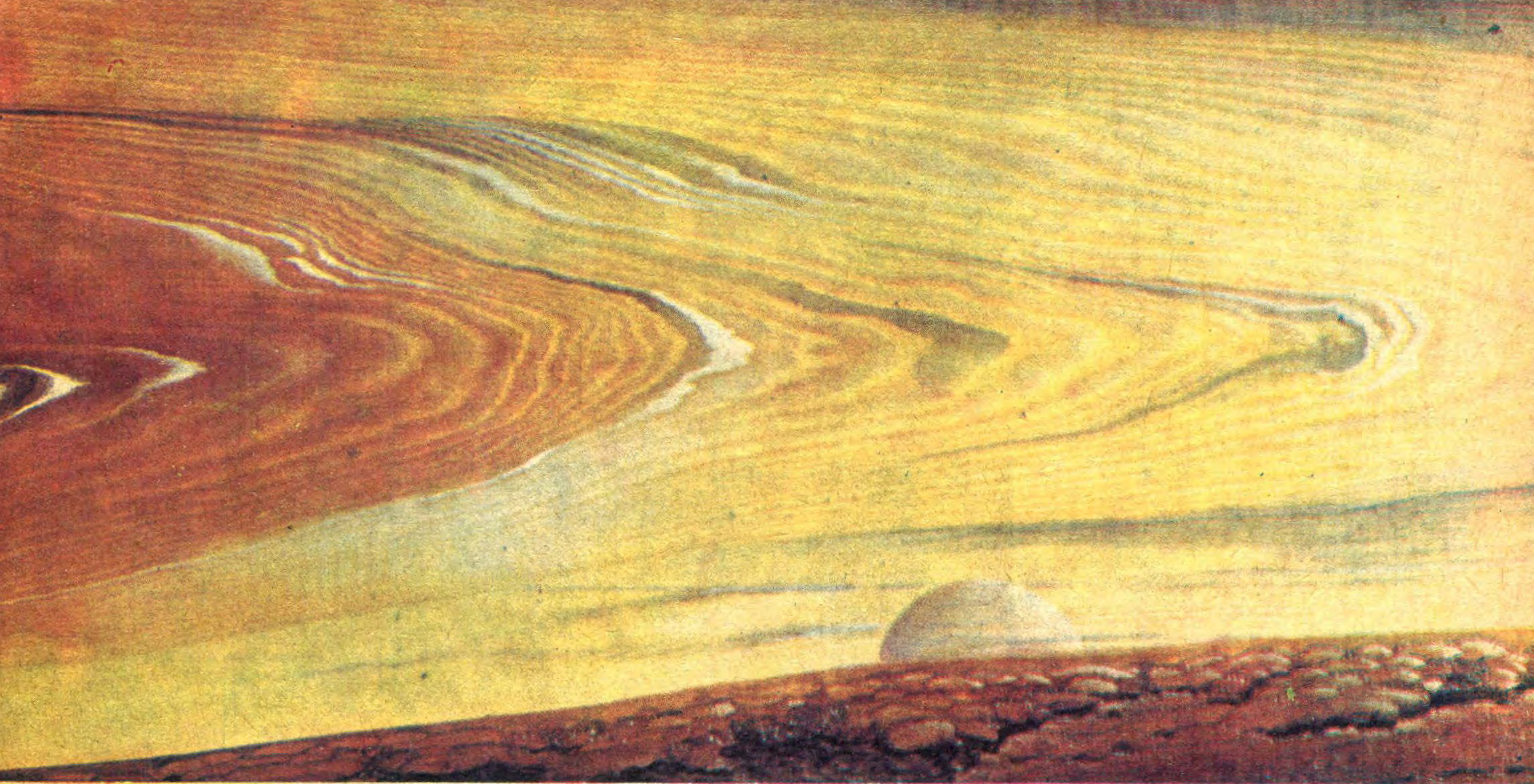
Ну а после?..

После человечество расселится по всей солнечной системе, Земля, несомненно, будет казаться крохотной...

К 2276 году тысячи космических колоний, рассеянных по необъятным пространствам солнечной системы, двинутся на новых космических кораблях, принципа устройства которых мы еще не знаем, в космос — в далекие, далекие путешествия к звездам.

Еще позднее человек, возможно, освоит вселенную и вместе с другими разумными существами, с которыми он может встретиться в космических странствиях, научится жить и идти путем прогресса до тех пор, пока существует сама вселенная.





Деревья — животворящие руки Земли, простертые к небу... Они пьют утреннюю росу и грозную влагу. А ветер нашептывает им тайную песню Земли и звезд — песню то грустную и ласковую, то шумную, рвущую облака, то пронзительную и зовущую. Деревья слушают и видят. Они запоминают и прячут в теле своем услышанное. Они многое знают, а потому молчаливы...

Гордые, терпеливые деревья. Леса — гигантские легкие планеты. Ископаемые метасеквойи, погибшие миллионы лет назад, и ныне здравствующие секвойи и эвкалипты — все они подлинны долгожители: их возраст достигает нескольких тысяч лет. А умирая, леса дарят людям накопленную, скрытую в них энергию. И не только энергию — дерево может немало поведать нам чеканным языком годовых колец! Тщательный анализ ученого, склонившегося над срезами могучей секвойи из Южной Калифорнии, возраст которой 3200 лет, безошибочно указывает на самую тесную связь между количеством пятен на Солнце и интенсивностью роста древесины. В максимум солнечной активности наблюдается резкое утолщение ствола, и ни осадки, ни температура воздуха сами по себе еще не объясняют этого могучего всплеска жизненных сил деревьев. Причина, возможно, кроется в усилении жизнедеятельности микроорганизмов под влиянием радиации.

## ЖИВОТВОРЯЩИЕ РУКИ ЗЕМЛИ

Редакция журнала решила предоставить художникам-фантастам возможность самим рассказать о своем творчестве. Первой выступает москвичка НИНА ЯКИМОВА.

Нина окончила астрономическое отделение физического факультета МГУ. В 1972 году защитила кандидатскую диссертацию на тему «Структура полосы неустойчивости классических цефеид Галактики и Магеллановых облаков». Год спустя впервые попробовала рисовать водяными красками по дереву. Неудивительно поэтому, что в ее статье «Животворящие руки Земли» причудливо соединяются логика ученого и темперамент художника.

И этот союз двух начал — одна из основ самобытности творческой манеры Нины Якимовой.

Так линии на срезах ствола хранят тень минувшего, дарованного Землей и Солнцем...

В этом они сродни свету звезд — ведь и он рассказывает нам о событиях миллионолетней давности.

Ряд лет я изучала классические цефеиды Галактики и Магеллановых облаков.

Классическими цефеидами именуют желтые пульсирующие звезды — сверхгиганты, периодически меняющие свою яркость, температуру, размеры. Массы их в несколько раз больше массы нашего Солнца — обычного желтого карлика. Классические цефеиды эволюционно старше Солнца и значительно ярче. Периодические пульсации их внешних оболочек (последовательное расширение, сжатие), происходящие с интервалом от одного до сотни и более дней — в зависимости от массы звезды, и соответствующие пульсации их истинной яркости позволяют оценивать расстояние до этих объектов, даже если они находятся в иных звездных системах, в спиральной ли галактике созвездия Андромеды, в неправильных или соседних с нами галактиках — Большом и Малом Магеллановых облаках.

Пульсации внешних слоев звезды возникают на определенных стадиях ее развития. Это своего рода возрастное, не хроническое, наружное «заболевание» массивного плазменного тела.словно в смешанном лесу, где растут де-





ревья разной высоты и толщины, пронесется буйный ветер и сгибает самые высокие и тонкие из них. А потом ветер стихает, и лес спокойно продолжает свою зеленую жизнь, залечивая старые раны.

Картина происходящего в мире звезд наглядно демонстрируется рядом диаграмм, основная среди них — зависимость истинной яркости от температуры поверхности. Особое место занимают здесь цефеиды. Это узкая крутая полоса — так называемая полоса неустойчивости. До недавних пор было лишь твердо установлено, как период пульсации цефеиды зависит от ее массы и температуры — чем она массивнее и холоднее, тем больше период изменений ее блеска, температуры. Знать лишь это — мало. Для более точного понимания процессов, происходящих в желтых сверхгигантах, необходимо сравнить индивидуальные особенности цефеид с одинаковыми периодами пульсаций.

Увлекателен процесс поиска. Он завораживает. Кажется, что останавливается время и пространство исчезает. Твое Я остается наедине только с идеей — отражением истины. Тебя окружают графики, диаграммы, формулы, цифры. Привлекая статистический анализ, ты пытаешься нащупать, понять, как же взаимосвязаны физические параметры трехсот полуразгаданных переменных... Но есть, есть общая физическая связь между ними! И она диктуется природой.

Постепенно, не без мук, рождается окончательный вывод: внешняя картина сложнее, чем представлялось ранее, так как мы имеем дело с набором цефеид, по-видимому, не одинакового химического состава. Но тенденция есть, она не ускользнула. Самые интенсивные пульсации возникают у цефеид не в середине полосы неустойчивости, как думалось некоторым, а на низкотемпературной ее стороне — всегда глубже дышат более холодные сверхгиганты...

Так и идешь по прекрасному дремучему лесу, по узкой, убегающей вперед тропе, уже многими проложенной, расширяешь ее, выравниваешь в меру своих сил и возможностей, спотыкаешься о могучие корни, падаешь, снова улыбаешься зелени и солнцу. А рядом с тобой друзья, верные спутники: Вдохновение, Фантазия, Интуиция и Факты. Вдохновение впереди; а рядом — Фантазия и Интуиция.

Интуиция многоопытна — это самая древняя форма познания, некая сверхбыстродействующая

ЭВМ, будто вмонтированная в нас Природой. И думается мне, что Интуиция оскорбится, если мы назовем ее подсознанием; она претендует быть надсознанием, руководящим нами, подсказывающим, что нет в мире ничего случайного — все взаимосвязано, многопричинно.

Фантазия, ослепительная Фантазия!.. Она всегда молода, неустрашима и рвется вперед за Вдох-

новением. Они же вечные спутники — Вдохновение и Фантазия.

Факты. Неудержимая стая фактов не отстает, бежит рядом по тропе поиска. Вдохновению бывает нужен и отдых, временный покой. Фантазия рядом с ним тоже затихает. А вот факты вечно в движении. И всегда буйное Вдохновение, пылкая Фантазия и прозорливая Интуиция с искренним доб-







рожелательством внимают жесткому слову новых Фактов.

Структура полосы нестабильности классических цефеид, структура древесных узоров... А может, есть удивительная потаенная связь этих двух видимых картин? Одна ниспослана нам небом, другая дарована родной планетой. Одна открывает нам часть далекого физического мира, другая зовет загля-

нуть в себя, в собственный мир раздумий и переживаний.

Не потому ли меня неудержимо влечет дерево как материал для творчества, для рисования. Его застывшие волокна, отполированные до светлого блеска, с жадностью впитывают водяные краски, будь то гуашь или темпера, тушь или анилиновые красители. Словно вспоминает умершее дерево былую

свою жизнь на земле — и вновь начинает утолять истомившееся по влаге тело. Будто начинает дышать и уже просит вселить в него новую жизнь, тоже не вечную... Ведь столько еще можно поведать людям, договорить, что было, что должно быть, что случится. И умоляют извивы дерева на его срезах привести их в движение. Вот они уже причудливо выстроились, готовые к плавному, ритмичному хороводу.

Смотришь на гладкую поверхность среза, испещренную волшебными письменами, изломами годовых колец, — и глаза твои начинают разгадывать сокровенный язык дерева, мысль и чувства твои вызывают к жизни необычные, новые образы.

Спасибо теплому, щедрому дереву за этот призыв к творчеству!

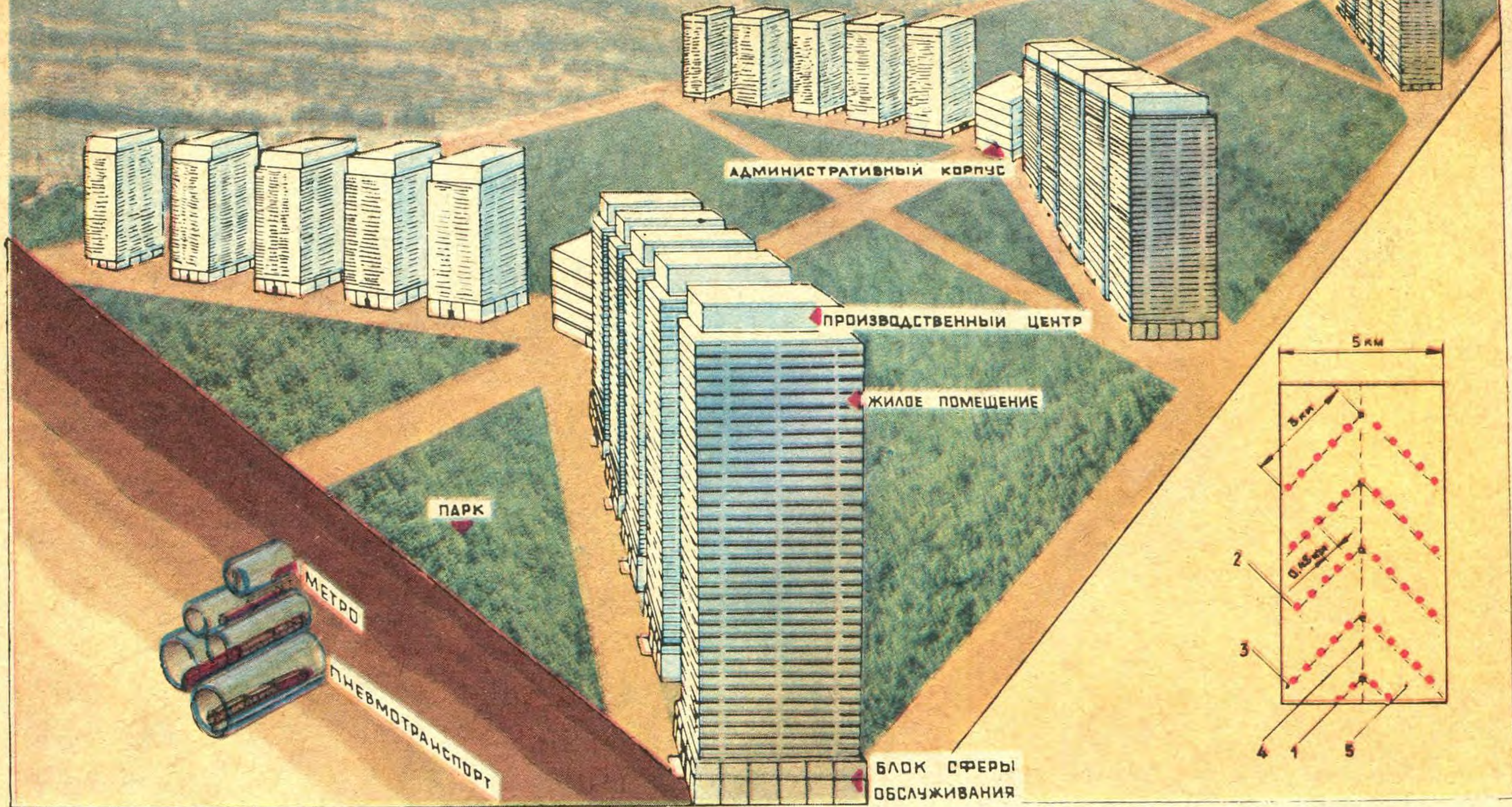
Творчество... По-моему, это стремление удержать любимое, свое, сохранить свою силу (не власть), свое Я. Если Я должно исчезнуть, то пусть живет его продолжение в будущем: любимый человек, любимый ребенок, созданное с любовью творение.

В этом устремлении сокрыта наша жажда жить вечно и биологически, и духовно. Вот почему страстное желание познать (наукой) и воспеть (искусством) Красоту Мира доступным для себя и понятным для других языком, по-моему, является глубинным стимулом жизни. Не остановить настоящее, а продлить его в будущее, заглянуть в завтра, достроить бытие. И каждый несет по жизни собственную песню: то это гимн неувядания самой жизни, то смелая ритмика творческих поисков в науке, технике, то мелодии озарений в искусстве, то симфония созвучий в самой музыке. Это и есть творчество. И одновременно форма познания мира.

Современный уровень знаний дает возможность говорить о глубоких корнях инстинкта творчества и познания, потребности в информации об окружающем мире. Думается, что этот инстинкт генетически запрограммирован и ведет свое начало от самых далеких наших предков. Он в самой природе развития жизни на Земле. По существу, это наиболее совершенная форма контакта живого с окружающей средой, обеспечивающая сохранение впредь уже возникшей жизни, ее усложняющихся форм на базе самого познания.

Вот почему человеческое творчество — ярчайшее воплощение стремления живого, разумного к бессмертию, к продлению своего Я в будущее.





Каким будет город недалекого будущего? Этот вопрос интересует не только урбанистов и футурологов, но и всех, кто планирует на десятки лет вперед развитие разных областей деятельности человека. Этот вопрос интересует и молодежь, так как близкое будущее принадлежит ей.

Предлагаемая нами модель города будущего — Биотронград не утопия, так как она основана на современных научных достижениях биологии и техники. Биотронград представляет собой линейный город, составленный из биотронов, связанных в единую коммуникационную систему.

Биотрон — это 55-этажный дом на пять тысяч человек, где производится все необходимое для повседневных нужд его жителей. Здание состоит из трех основных частей: жилой, обслуживающей и производственной. Жилая часть расположена в трех благоприятных в климатическом отношении сторонах здания, начиная с пятого этажа и выше. На пятидесяти этажах находятся квартиры для пяти тысяч человек. В первых пяти этажах — общественная кухня, школы, физкультурные залы, кинотеатр, клиника, лаборатории, ателье, кабинеты, клубы, помещения для игр и развлечений.

Центральная часть здания, его ядро, представляет собой четырехгранную призму, которая проходит по всей высоте здания и немного возвышается над окружающей ее жилой частью. Здесь расположены плантации, фермы, производственные цехи, очистительные сооружения. Каждый биотрон построен по индивидуальному проекту.

Техноплантации полностью автоматизированы. На многоэтажных стеллажах без почвы в искусственных растворах и при электрическом освещении выращиваются все растительные культуры, необходимые для питания людей и домашних животных, а также для изготовления одежды.

На фермах, оборудованных климатическими установками и сооружениями для очистки воздуха и удаления отходов, содержатся домашние животные, птицы и рыбы. Здесь

## БИОТРОНГРАД — ГОРОД БУДУЩЕГО

НИКОЛАЙ ХРИСТОВ  
(Болгария)

производится вся необходимая продукция животного и растительного происхождения.

Сточные воды отводятся по отдельным трубам канализационной сети биотрона и поступают в соответствующие очищающие или регенерирующие сооружения.

Совершенно одинаковое устройство и режим работы автоматизированных систем биотрона позволяют использовать дистанционное управление по единым программам с помощью ЭВМ и техники дальней связи.

Производственная призма на каждом этаже окружена коридором, куда выходят двери квартир и производственных служб, лестницы, лифты. В каждом биотроне можно заказать себе одежду и обувь из естественных волокон, кожи и меха.

Биотроны располагаются по пяти в ряд, на протяжении трех километров. Каждые два ряда связаны районным центром, в котором находятся административные службы, коммуникационные узлы, театры, библиотека, выставочные залы. Районный центр обслуживает 50-тысячное население всех десяти биотронов. Каждый десятый районный центр — областной. В нем есть высшие учебные заведения, научные институты, администрация.

Биотронград располагается в огромном парке шириной 5 км и неограниченном по длине. Полоса парков с биотронами, разветвленная и составляющая общую сеть, охватывает всю Планету, располагаясь в самых красивых частях континентов.

Транспортом внутри биотрона слу-

жат пассажирские и товарные лифты, конвейеры, электрокары-автоматы.

Связь биотронов с районным центром осуществляется транспортными кабинами, расположенными в галерее, проходящей неглубоко под землей. Уже разработаны проекты для подобного вида транспорта. При вызове кабина отделяется от конвейера и с помощью лифта достигает квартиры на соответствующем этаже, а если необходимо, доставляет пассажиров в вагон поезда метро, связывающего районные центры.

На больших расстояниях используется скоростной вакуумнотрубопроводный транспорт на магнитной подушке. В туннеле на глубине до 50 м расположены две параллельные стальные трубы, каждая диаметром 3,66 м, в которых поддерживается вакуум. Станции расположены через каждые 200 км, и отрезки между ними абсолютно прямые. На станциях в шлюзовой камере при нормальном давлении происходит пересадка пассажиров на другие линии. Вагоны рассчитаны на 136 пассажиров. Линейный электродвигатель разгоняет поезда до скорости 900 км/ч.

Таким образом, транспортная сеть Биотронграда, скрытая под землей, не мешает людям жить; на поверхности в прекрасных парках ходят только пешеходы. Среди цветов и деревьев возвышаются красивые и величественные биотроны, а между ними — детские и спортивные площадки, плавательные бассейны, пляжи и стадионы.

Город будущего, несомненно, будет городом окончательно завершённой научно-технической революции, а это значит полной механизации и автоматизации производства. Это будет город мира, город человека, достигшего совершенства в своем физическом и духовном развитии, и человечества, достигшего вершины своих социальных отношений и общественной организации.

На схеме: 1 — административный корпус; 2 — биотрон; 3, 4 — транспортные коммуникации; 5 — парк.





Время подтвердило идеи русского ученого. Проникновению математики в квантовую физику, химию, биологию предшествовала разработка прерывной — дискретной — математики, которая, кроме теории чисел, сегодня включает в себя матричное исчисление, комбинаторную геометрию, теорию конечных автоматов и др. Но как бы причудливы и разнообразны ни были разделы дискретной математики, они вытекают из того же фундаментального требования, на котором зиждется и теория непрерывных функций — математический анализ.

Требование это — однозначность.

«В настоящее время, — пишет советский математик В. Тростников, — в математике не принято говорить о многозначных функциях; функцией, по определению, называется сопоставление каждому значению аргумента единственного значения функции». А при таком подходе из сферы приложения математики выпадают многие процессы окружающего нас мира, в частности, процессы перехода веществ из одного агрегатного состояния в другое, пороговые эффекты в биологии и т. д. Вот почему весьма

В № 11 нашего журнала за 1975 год в разделе «Панорама» была опубликована небольшая заметка «Математическая теория катастроф», в которой рассказывалось о работах известного французского математика Рене Тома, оказавшихся в центре внимания на нескольких международных математических конгрессах последних лет. Заметка заинтересовала многих наших читателей, которые в своих письмах просят рассказать более подробно о новой математической дисциплине.

## СТРАШНЫЕ И НЕСТРАШНЫЕ

Более ста лет назад, работая над «Диалектикой природы», Фридрих Энгельс, отмечая крайне неравномерную математизацию различных наук, писал: «Применение математики: в механике твердых тел абсолютное, в механике газов приблизительное, в механике жидкостей уже труднее, в физике больше в виде попыток...; в химии простейшие уравнения первой степени; в биологии—0». Причины этой неравномерности, пожалуй, наиболее ясно изложил современник Энгельса, русский математик Н. Бугаев. Он считал, что подобно тому, как природа являет собою мир непрерывных и прерывных величин, так

и математика должна состоять из теории непрерывных функций — математического анализа — и теории прерывных функций — аритмологии. «Все приводит к мысли, — писал Бугаев, — что аритмология не уступит анализу по обширности своего материала, по общности своих приемов, по замечательной красоте своих результатов. Прерывность гораздо разнообразнее непрерывности. Можно даже сказать, что непрерывность есть прерывность, в которой изменение идет через бесконечно малые и равные промежутки.

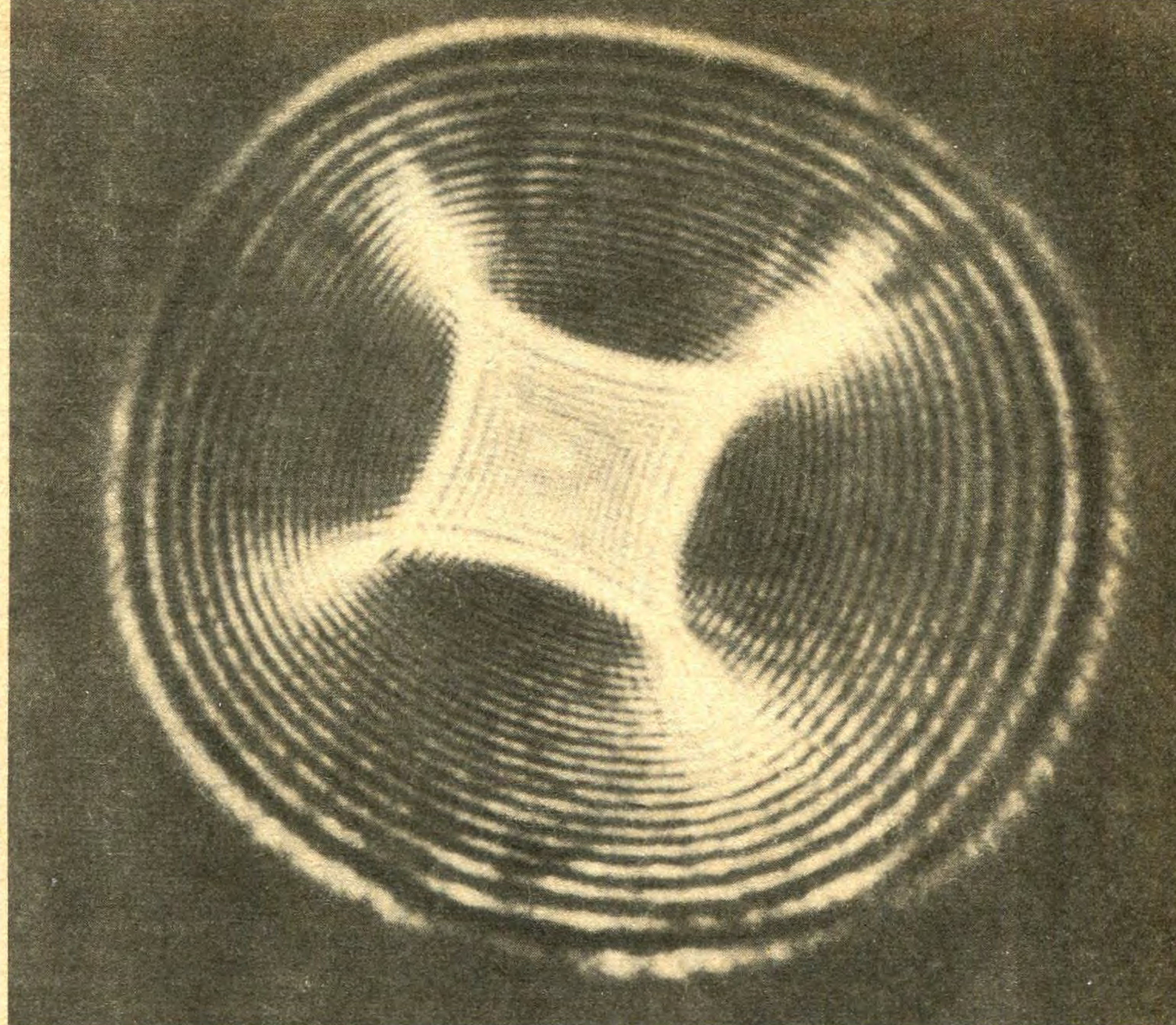
Сферой приложения аритмологических законов Бугаев считал строение химических элементов, протекание химических реакций, структуру химических соединений, строение кристаллов, биологические процессы. «Непрерывность объясняет только часть мировых событий, — писал Бугаев. — С непрерывностью непосредственно связаны аналитические функции. Эти функции приложимы к объяснению только простейших случаев жизни и природы».

злободневно звучат сегодня мысли Бугаева о функциях, обратных прерывным. Он называет их функциями произвольных величин, так как они могут иметь бесчисленное множество значений для одного и того же значения независимой переменной. В качестве примера Бугаев приводил известный закон Вебера, согласно которому ощущение и раздражение связываются между собой логарифмической функцией. Однако при этом обнаруживается интересная особенность. В то время как раздражение изменяется непрерывно, ощущение изменяется скачками. Чтобы, скажем, рукой ощутить увеличение положенного на нее груза, надо его вес увеличить не менее чем на одну треть первоначальной величины. Это значит, что ощущение есть прерывная функция впечатления. И обратно: впечатление как функция данного ощущения есть произвольная величина, способная получить любое значение в определенных границах изменения. Таким образом, в данном индивидууме данному впечатлению всегда соответствует опреде-



ленное ощущение, но данному ощущению может соответствовать множество впечатлений. Отсюда с неизбежностью следовал вывод: к области психики неприменим закон механического детерминизма, психическая причинность немыслима без элемента произвольности. «Некоторая доля случайности, появляющаяся в наших действиях, вносит элемент случайности в самую природу. Таким образом, случайность выступает на сцену как присущее свойство некоторых мировых явлений. В мире господствует не одна достоверность».

К сожалению, Бугаев не смог предложить никакого математического аппарата, с помощью которого можно было бы исследовать безграничное множество открывшихся перед ним объектов. Думается, всеобщий интерес к работам Рене Тома объясняется тем, что его теорию катастроф можно считать первой удачной попыткой такого рода. Хотя эта теория и приложима к катастрофическому разрушению мостовых ферм и опор, область ее применения гораздо шире, чем можно предположить по названию. Это и возбуждение нервного волокна, и переход ламинар-



## КАТАСТРОФЫ РЕНЕ ТОМА

ГЕРМАН СМЕРНОВ,  
инженер

ного течения в турбулентное, и внезапная потеря человеком самообладания, и превращение жидкости в пар, и деление клетки, и крах биржи и т. д.

Такая широкая сфера применения поначалу даже породила стремление рассматривать весь окружающий нас мир как арену действия таких непрерывно происходящих «катастроф». Но, думается, в таком расширении понятия «катастрофа» нет нужды. Правильнее считать, что Тому удалось изобрести математический образ, позволяющий смоделировать скачкообразный переход количества в качество. Образ, позволяющий показать, как непрерывно меняющиеся причины приводят к резким, прерывно меняющимся следствиям, как ничтожное изменение начального состояния может привести к мгновенному, заранее непредсказуемому результату. При таком толковании «катастрофой» могут быть названы многие процессы, далеко не всегда несущие какую-либо угрозу или убыток человечеству. В этом можно убедиться, из-

учая придуманную английским математиком Э. Зеemanом «машину катастроф».

Нет, нет! Никаких разрушительных действий эта машина не производит. Она состоит (см. рис. 1 на 20-й стр.) из диска, вращающегося вокруг вертикальной оси. К одной из точек на периферии диска прикреплены две резиновые нити. Свободный конец одной из нитей жестко закреплен в точке Q, а свободный конец другой — P — может свободно перемещаться в плоскости, параллельной плоскости диска. Опыт показывает, что, когда P попадает в любую точку, находящуюся вне ромбовидной области ABCD, у диска есть только одно положение устойчивого равновесия. Когда же P попадает внутрь этой области, устойчивых положений два.

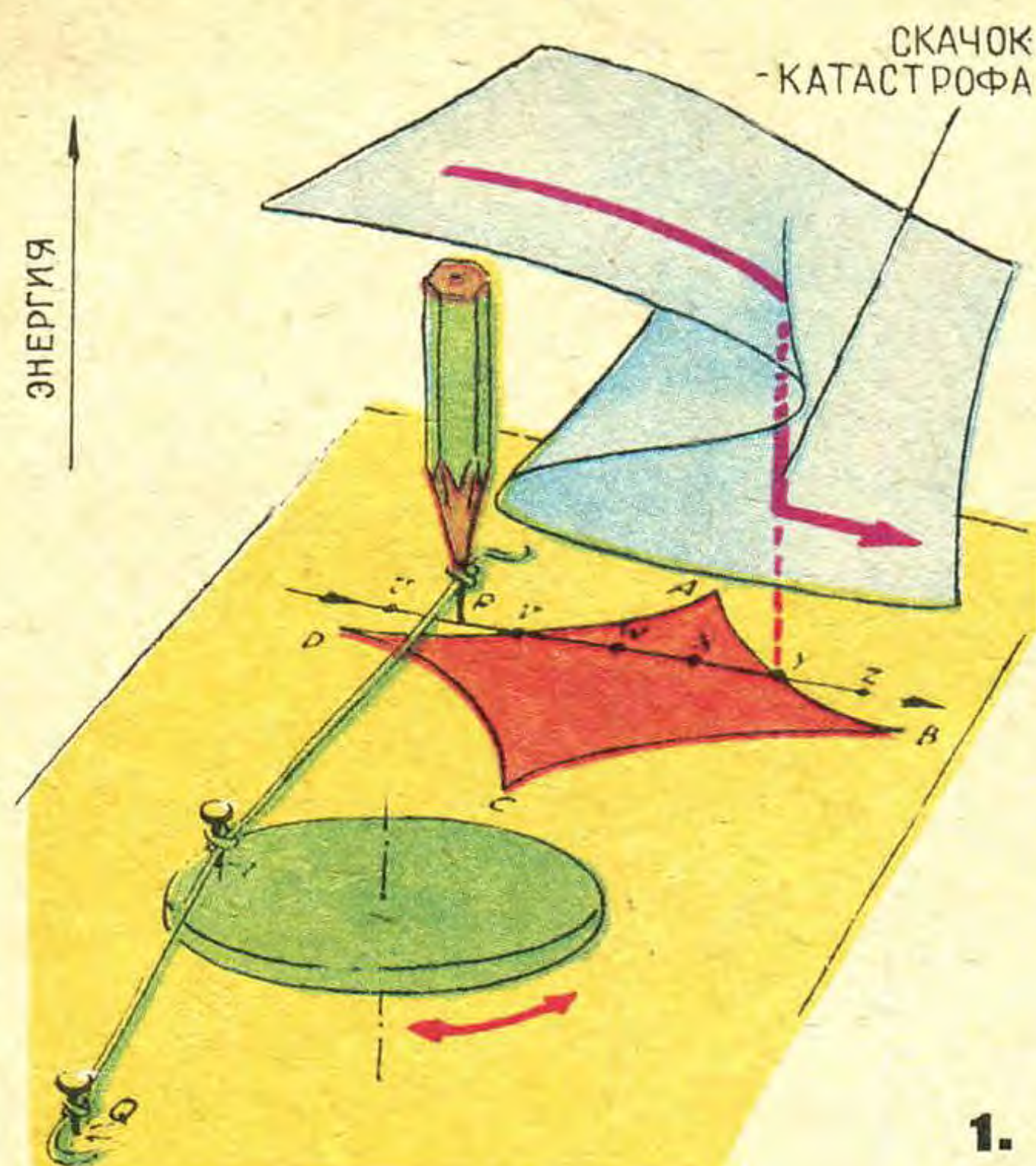
Как же это отражается на поведении диска? Если P плавно перемещать вне ромбовидной области, диск будет плавно поворачиваться в ту или в другую сторону. Но когда P попадает в область ABCD,

положение меняется. Предположим, точка P движется по линии UVWXYZ слева направо. При медленном движении точки диск плавно поворачивается. Но вот когда P выходит из ромба в точке Y, диск резко, скачком меняет угол поворота. Но самое удивительное: когда P начинает перемещаться в обратном направлении по той же прямой, в точке Y никакого скачка не происходит. Он появляется на этот раз в точке V, там, где P выходит из ромба. Таким образом, поведение диска не меняется на прямо противоположное, когда P проходит прежний путь ZYXWVU в обратном направлении.

Будучи специалистом в области топологии, Том предложил образ, с помощью которого можно описывать поведение «машин катастроф».

На снимках: Стихийное наводнение и абберация оптической системы, страшное бедствие и «нестрашный», вполне рядовой физический эффект — подход к изучению столь несхожих явлений открывает теория катастроф Рене Тома.





1.

роф». Это трехмерное пространство, в котором по вертикальной оси откладывается энергия равновесных положений диска  $X$ , а по горизонтальным осям — координаты точки  $P$ . Основа образа — поверхность со складкой, изображающая собой совокупность всех равновесных положений диска. Проекция складки на плоскость образует часть ромбовидной области, прилегающей к точке  $A$ . Когда  $P$  находится вне заштрихованной области, каждому ее положению соответствует одно-единственное значение  $X$  и одна-единственная точка на поверхности: состояние системы здесь описывается однозначной функцией. Но когда  $P$  оказывается внутри заштрихованной площади, одному положению  $P$  соответствуют три значения  $X$  на разных частях складки. Функция здесь перестает быть однозначной.

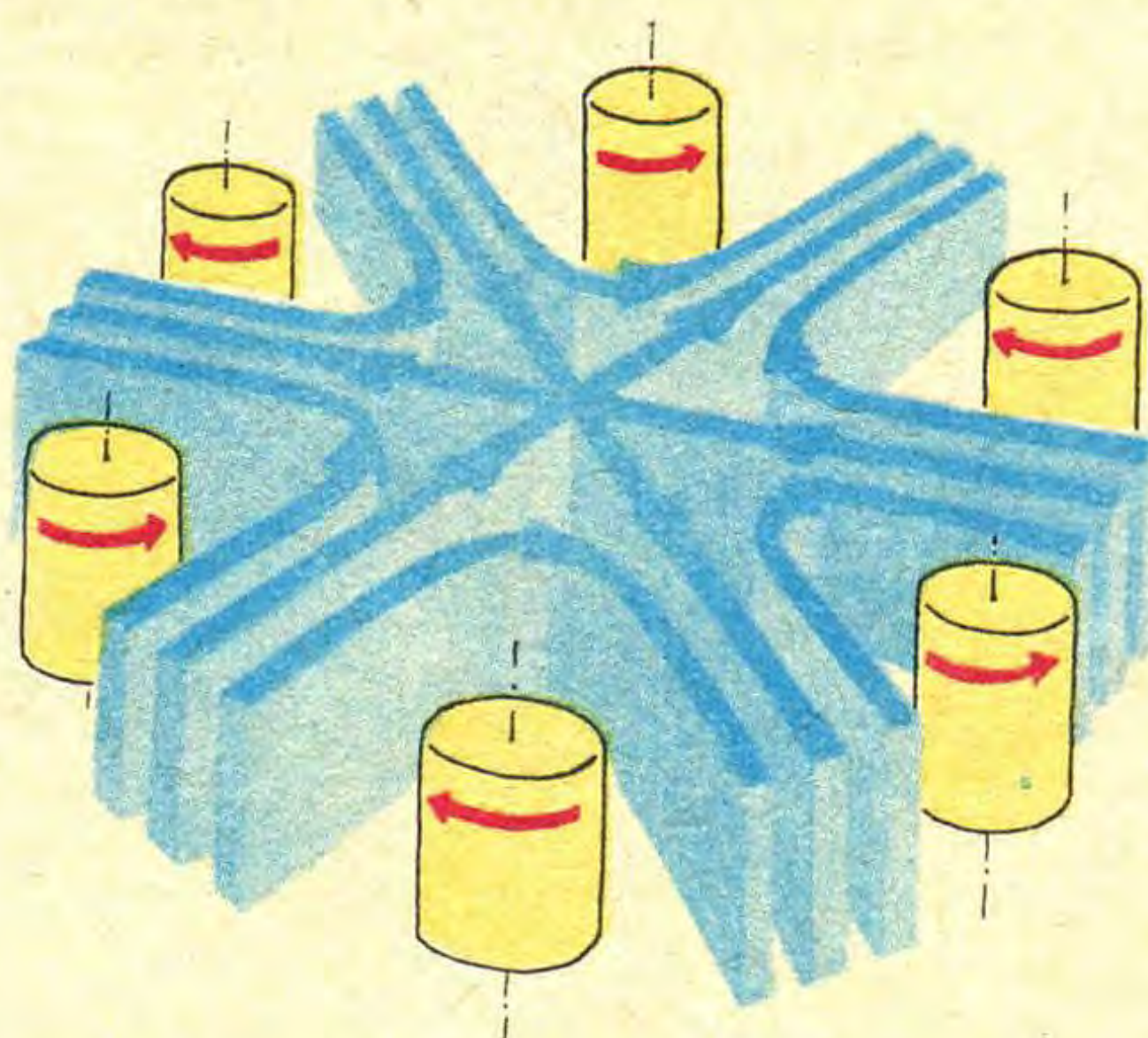
Такая модель хорошо объясняет поведение диска. При движении  $P$  слева направо  $X$  движется вдоль гладкой поверхности до тех пор, пока не достигается край перегиба. Дальнейшее нарастание координаты приводит к резкому перебою  $X$  с верхнего на нижний уровень — так называемая «катастрофа» Тома. При движении  $P$  в обратном направлении — справа налево —  $X$  перемещается плавно по нижней поверхности складки, пока не достигнет ее края. Дальнейшее изменение координаты приводит снова к «катастрофе» — скачку с нижнего на верхний уровень.

Это простейшая модель, в которой энергия равновесия зависит всего от двух независимых переменных — координат точки  $P$ . Том исследовал более общий случай: системы, поведение которых при изменении конечного набора независимых переменных  $a, b, c, \dots$  зависит от конечного набора параметров  $x, y, \dots$ , а энергия равновесия

также зависит как от этих параметров, так и от независимых переменных  $a, b, c, \dots$ . Считая, что для реальных систем количество независимых переменных должно быть не более четырех — три пространственные координаты и одна временная, — Том доказал теорему: за немногими исключениями, не представляющими интереса, всегда возможно такое плавное и обратимое изменение независимых переменных, при котором в окрестностях данной точки система в зависимости от вида энергетической функции претерпит одну из семи «элементарных катастроф». Название каждой из них определяется видом поверхности энергии равновесия: перегиб, пик, ласточкин хвост, бабочка, гиперболический, эллиптический и параболический узлы.

Такова вкратце теоретическая суть. Но есть уже и кое-какие практические приложения идей Рене Тома.

Одна из первых попыток применения теории катастроф была сделана в гидродинамике для опи-



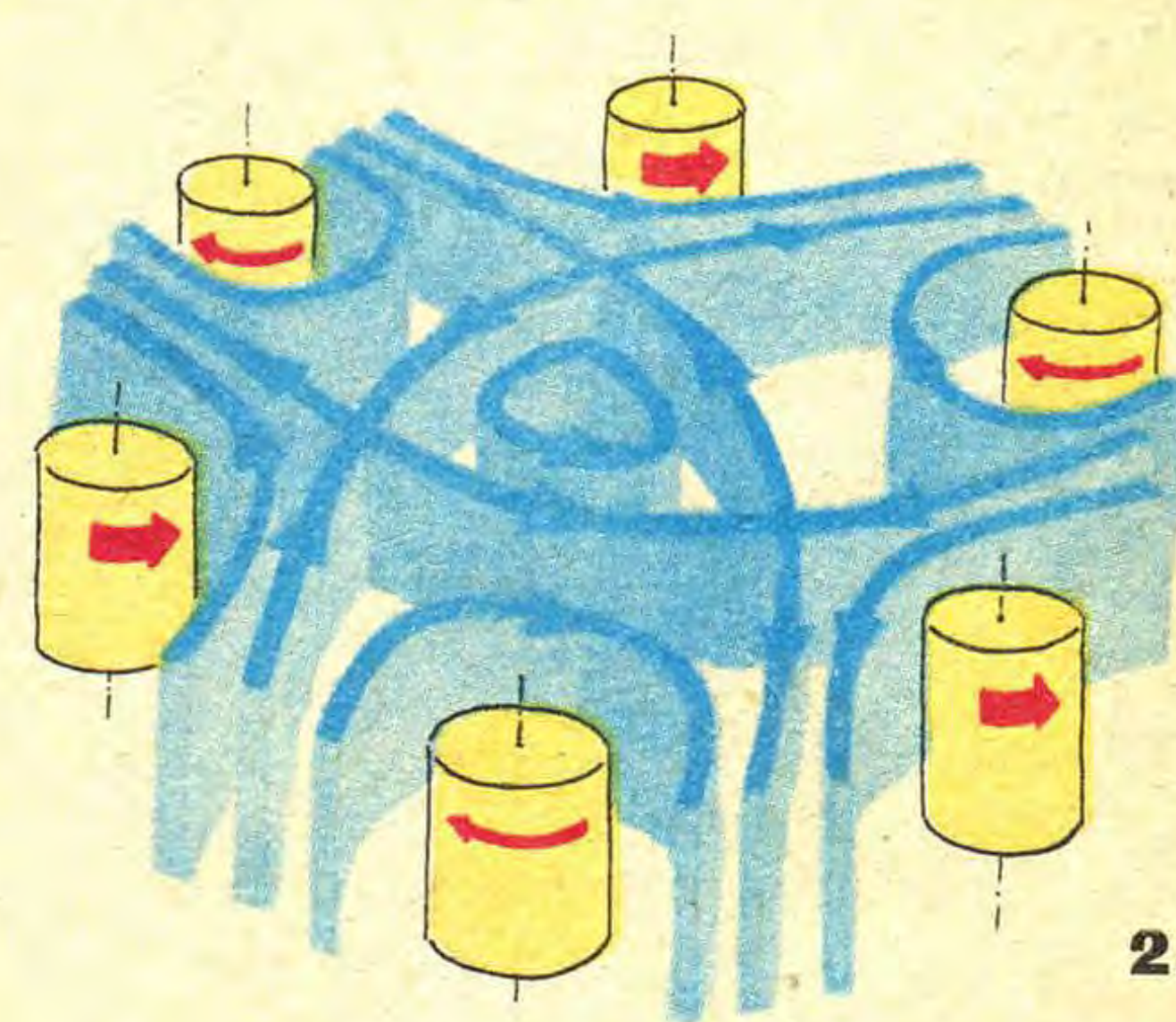
сания разбивающихся о преграду волн. Как недавно выяснилось, попытка эта оказалась некорректной, поскольку давала неправильное описание процесса после того, как волна утрачивала свою форму. Эта неудача должна служить напоминанием о том, что не всякий разрушительный процесс может считаться «катастрофой Тома». Наоборот, процесс, не сопровождающийся какими-либо разрушениями, нередко оказывается именно такой «катастрофой».

Например, в гидродинамике идеальных, лишенных вязкости жидкостей есть функция, в которой нетрудно узнать «энергетическую функцию» теории катастроф. Это дает возможность применить теорию для изучения, скажем, двумерного потока, создаваемого шестью симметрично расположенными, вращающимися навстречу друг другу роликами (рис. 2). Ли-

нии тока получаются такими, какие показаны на рисунке слева только в том случае, если скорость вращения всех роликов одинакова. Малейшее отклонение в скоростях вращения приводит к «катастрофе» — скачкообразному изменению картины линий тока. Так, если все ролики, вращающиеся против часовой стрелки, увеличат свою скорость, картина мгновенно перестроится и станет такой, как показано на рисунке справа.

С помощью теории катастроф можно быстро, не строя самих картин, предсказать, что в общей сложности могут существовать всего лишь 10 типов таких картин, и не больше.

Другое практическое применение было сделано Зеemanом, попытавшимся объяснить результаты исследований немецкого психолога К. Лоренца. Изучая реакции собак, Лоренц обнаружил, что, когда собака доведена до высокого уровня страха и злобы одновременно, ее поведение становится непредсказуемым: она может начать кусаться или бежать без каких-либо ви-



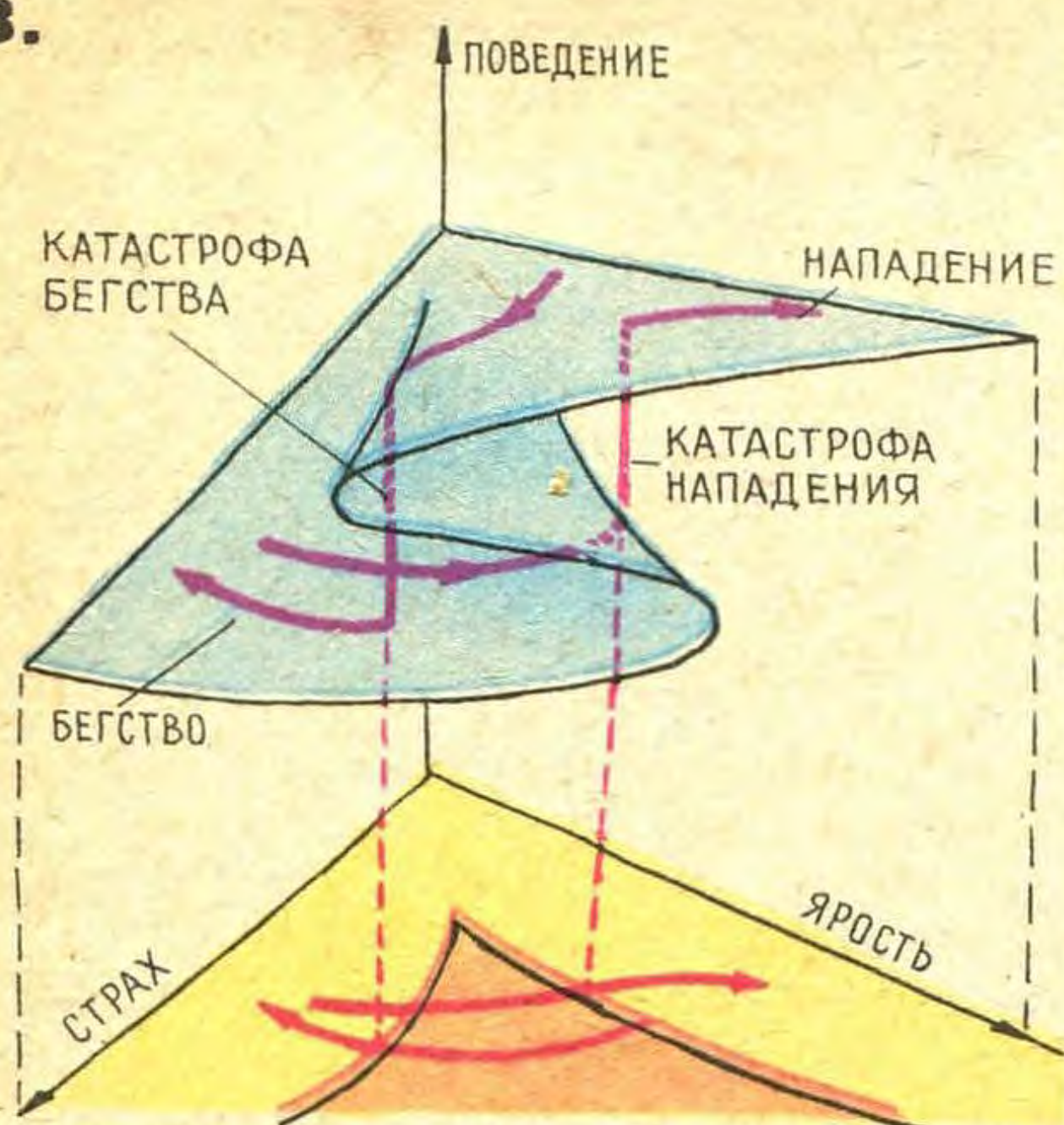
2.

димых признаков, по которым можно было бы судить об ее поведении в следующий момент. Более того, при одних и тех же значениях показателей страха и ярости животное могло вести себя совершенно по-разному.

Зеeman предположил, что такое поведение хорошо описывается «пиковой катастрофой» Тома. Эта модель разъяснена уже достаточно хорошо, чтобы читатели сами смогли разобраться в приведенной схеме (рис. 3) и понять, какое есть глубокое качественное различие между поведением животного в состоянии спокойствия и возбуждения. По этой модели можно даже предсказать и проверить экспериментально существование расхождения в поведении собаки в том случае, когда страх и ярость возбуждаются одновременно. Действительно, в этом случае поведение собаки может «пойти» по верх-



3.



ней — агрессивной — или по нижней — «трусливой» — частям катастрофической складки, и ее поведение будет полностью определяться с самого начала сделанным «выбором». Из анализа этой модели нетрудно сделать еще один вывод: возбужденное животное скорее склонно броситься кусаться или обратиться в бегство, нежели пребывать в состоянии пассивной нейтральности.

Увлечшись логичностью этих построений, Зеeman предложил еще одно — весьма, конечно, спорное — применение теории катастроф: объяснение событий, происходящих во время знакомства юноши и девушки. На приведенной схеме (рис. 4) ясно видно, что в начале знакомства у Него инициатива к сближению сильна, а у Нее, напротив, наблюдается легкая тенденция к отчуждению. Затем, когда, удрученный неуспехом, он прекращает свои попытки, у Нее стремление к сближению становится очень сильным, и их взаимные отношения быстро несутся к перегибу складки. И если здесь Он сделает попятный шаг, отношения гораздо раньше, чем если бы они были предоставлены естественному ходу событий, могут мгновенно достичь состояния, которое все мы именуем взаимным увлечением, а Том — «катастрофой»...

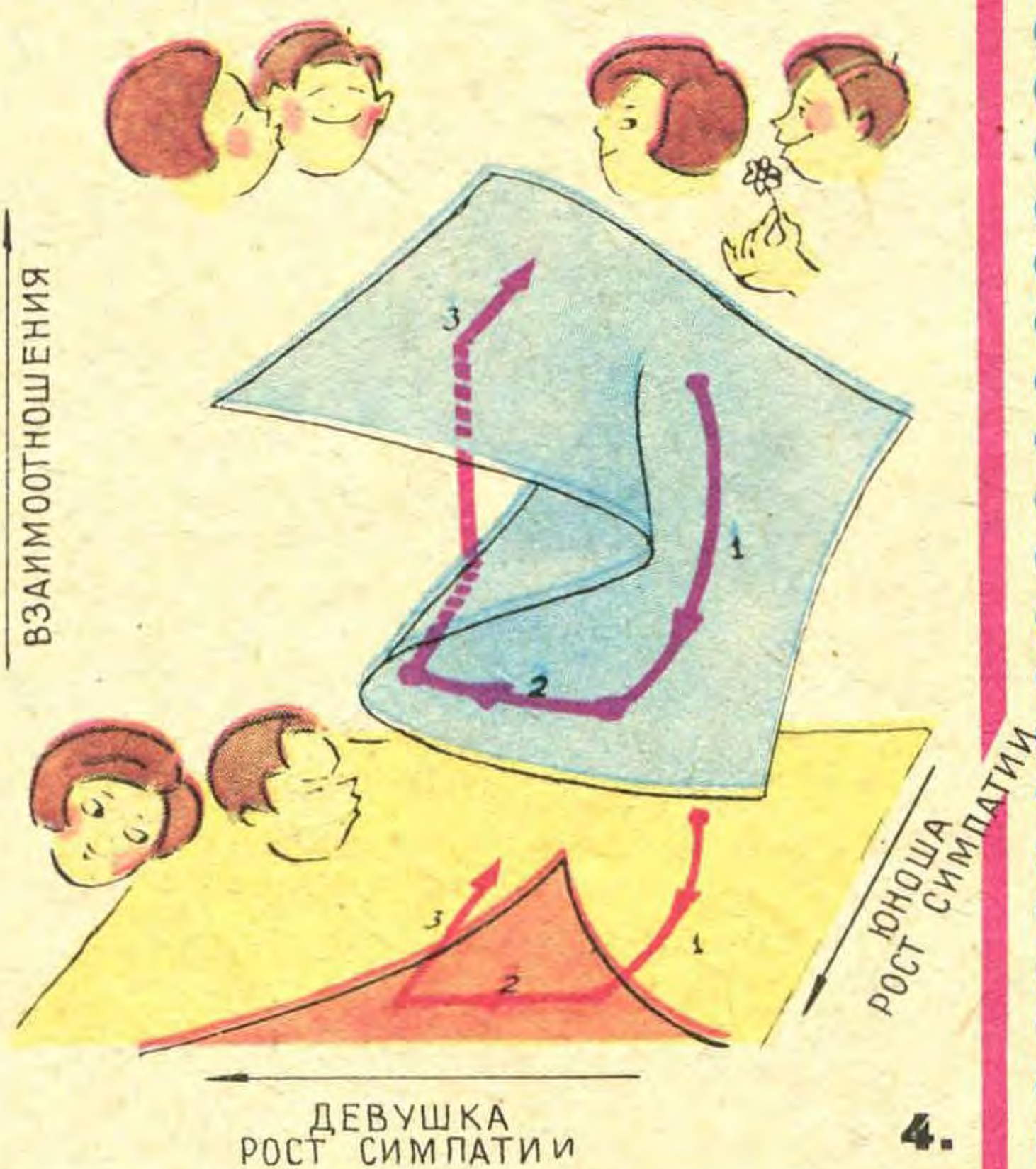
Этот пример, показывающий, до каких пределов может дойти увлечение модной математической теорией, свидетельствует в то же время о том, как нуждаются сейчас естественные науки в новых математических образах и математических аппаратах. Даже в таких хорошо разработанных отраслях, как сопротивление материалов, строительная механика, гидро- и аэромеханика, оптика, теория катастроф дала новые, нетривиальные результаты и подходы. Сам Том считает более важной сферой применения своих исследований биологию, прежде всего эмбриологию,

где уже сделаны первые попытки создать математическую модель развития зародыша. Некоторые социологи и экономисты на Западе уповают на то, что теория катастроф даст в их руки ключ для объяснения механизма финансовых и экономических кризисов и банкротств.

Думается, такое расширенное толкование чисто математических закономерностей есть результат недостаточно критического подхода к ним. Безупречная, с точки зрения чистой математики, теория катастроф может дать надежные результаты в естественных науках лишь тогда, когда будут тщательно осознаны и проанализированы допущения, с помощью которых она стыкуется с процессами реального мира.

А влияние этих допущений даже в таких науках, как физика и химия, осознано еще так мало, что американский физик Е. Вигнер прямо называл эффективность математики в естественных науках «непостижимой».

Подвигнутый на свои исследования мыслью о том, что «история Вселенной есть неустанное созидание, развитие и разрушение форм» и что «цель науки провидеть эти изменения форм и, если можно, объяснять их», сам Рене Том прекрасно понимает, чего можно, а чего нельзя ожидать от разработанной им теории. «Ни в коем слу-



чае, — говорит он, — математик не может диктовать что-либо природе. Познавательная ценность теории катастроф в естественных науках сомнительна, если не считать физики и химии, где возможно создание точных моделей. Все остальные утверждения делаются на чисто качественном уровне...»

## Стихотворения номера

ДЖ. А. ЛИНДОН

О том,  
как плотнику Чарли  
положительно  
не повезло

Жил плотник Чарли Брэттиксон,  
Был к алгебре пристрастен он.  
И выпилил однажды днем  
Куб с отрицательным ребром.  
Да, есть над чем подумать тут:  
Ребро длиною в минус фут!  
Идея здесь весьма остра:  
Ничто на фут длинней ребра!  
Получим, оценивши грубо,  
Фут в кубе мы в объеме куба,  
Но также минус перед ним  
Мы в результате сохраним.  
Шесть раз (чему он был не рад)  
Наш Чарли спиливал квадрат,  
И весь вспотел, поскольку был  
Плюс фут в квадрате — каждый  
спил!

Затем он сделал куб иной —  
С ребром уже плюс фут длиной:  
Объем (всем ясно, кто не туп)  
Плюс в кубе фут имел тот куб.  
Так создал он, в конце концов,  
Два куба — братьев-близнецов,  
И, увлечен своей игрой,  
Он в первый куб вложил второй!  
И плюс на минус дал ничто:  
Остались плоскости, зато  
Объемы сгнули тотчас,  
Взаимно уничтожась!  
Исчезли ребра в тот же миг,  
И перед ним предмет возник,  
Двойной в размере плоскостном,  
Но где длина? И где объем?  
Хотя он выпилил из дуба  
Два крепких и здоровых куба —  
Они слились в предмет, похожий  
На кубик из тончайшей кожи,  
Двенадцати квадратных футов,  
И он, все планы Чарли спутав,  
Стоит в углу — и как с ним быть?  
И для чего употребить?

Перевод Виктора ФЕТА

г. Ашхабад





## БЕРЕЗОВЫЙ СОК И... ЗОЛОТО!

Металлы в растениях находили еще в XVI веке. В наши дни ученые сумели обнаружить в них практически все химические элементы и научились искать месторождения полезных ископаемых по микроэлементному анализу растений.

Теоретическая и практическая разработка основ такого метода, названного биогеохимическим, была сделана советскими геохимиками под руководством академика А. Виноградова.

Недавно советские ученые Ф. Кренделев и Ю. Погребняк, справедливо считая, что березовые леса наиболее распространены на территории СССР, предложили использовать для поисков рудных скоплений золота и цинка содержание этих элементов в березовом соке. Они опробовали возможности нового способа на одном из золотоносных приисков в Забайкалье.

Концентрация золота в березовом соке различных деревьев колеблется от 1,5 до  $133,0 \cdot 10^{-9}$  г/л, причем максимальное его содержание найдено в соке берез, растущих непосредственно над рудными жилами.

Еще более убедительные результаты были получены для цинка в колчеданно-полиметаллическом месторождении на юго-западе Витимского нагорья.

Другая перспективная возможность применения биогеохимического метода открыта М. Ивашовым по результатам исследований на Дальнем Востоке.

В пределах лесной зоны Дальнего Востока встречаются территории, где вследствие пожаров и различных природных явлений широко развит сухостой.

Оказалось, что содержание рудных элементов в сухих деревьях в десятки раз выше, чем в живых растениях. Причина этой разницы проста: в результате удаления влаги происходит

накопление химических элементов. Установив такой эффект для серебра, олова и молибдена, автор считает, что «биогеохимическое опробование сухостоя, в частности хвойного, может дать положительный результат при выявлении биогеохимических аномалий».

Кроме того, геологи Дальневосточного геологического территориального управления провели детальное изучение 16 видов наиболее распространенных на Дальнем Востоке деревьев и кустарников.

Рудные элементы искали и нашли в листьях, хвое, коре, древесине, корнях растений. Выяснили, какие части дерева предпочитают тот или другой элемент. Исследовались также и низшие растения, наиболее типичные для флоры Дальнего Востока: мхи, лишайники; не забыли и лесную подстилку. Два гольцовых кустарника — шикша и кассиопея, а также ягель и лесная подстилка оказались любителями золота. В них обнаружили максимальные концентрации 79-го элемента по сравнению с его содержанием в других растениях.

Как же практически осуществим поиск рудных месторождений? Перспективную зону делят на квадраты, как в игре «морской бой». А дальше начинают «тянуть разведочные линии», то есть брать пробы растительности через определенные интервалы. Предварительная обработка проб ведется прямо на месте. Она достаточно проста: собранные образцы растительности сжигают, а полученный органический остаток или золу исследуют.

Результаты анализов наносят на карту. Если руда есть, метод обязательно «сработает»: повышенные концентрации образуют сгущение, которое показывает форму рудного тела. Для исследования микроэлементов в растениях широко используются все современные приемы анализа, начиная от спектральных и кончая ядерно-физическими. Недавно ученые Ленинградского университета разработали способ определения содержания ртути в растениях, который также представляет интерес при открытии новых рудных месторождений. Для этой цели достаточно всего от 1 до 5 г пробы растения. По этой методике ртуть, выделенную из растений, анализируют на атомно-абсорбционном фотоспектрометре. Уже сейчас создан ряд ценных для практики изобретений, внедрение которых позволит эффективно осуществлять поисково-разведочные работы при выявлении месторождений полезных ископаемых, а перспективы развития метода благоприятные.

**ВЯЧЕСЛАВ ЗВЕРЕВ,  
ВЛАДИМИР ТЫМИНСКИЙ,**  
кандидаты  
геолого-минералогических наук

## ПАМЯТЬ КЛЕТОК

В изучении памяти сегодня совершенно особое место занимает исследование следовых (условно-рефлекторных) процессов на уровне клетки живого организма. Есть ли память у клетки? На этот вопрос попытались ответить сотрудники Института биологии развития имени Кольцова АН СССР. В серии проведенных экспериментов они доказали, что и клетки способны запоминать. У крысы были взяты клетки из ткани околушной железы. Кстати, для опытов брались не нервные клетки, а соматические, то есть те, из которых практически состоят все ткани организма. Биологов заинтересовали колебания синтеза и количества в клетках белка. Они составляют в среднем около одного часа.

Но их цикличность изменится, если крыс подвергать определенной тренировке (к примеру, изменять ритм их кормления).

Промежутки между максимальными значениями содержания белка в клетке всегда строго пропорциональны моментам подачи корма. Новый ритм работы животные воспринимают очень быстро, в среднем с шестнадцатого опыта.

Такая цикличность сохранялась на протяжении всего процесса тренировки, и клетки «запомнили» временные промежутки.

Самым удивительным в этих опытах было то, что те же самые ритмы синтеза белка долго прослеживались и после прекращения подачи сигналов, раздражающих орган. Клетки, помещенные в питательную среду, продолжали работать в навязанном им ритме еще четырнадцать-шестнадцать часов.

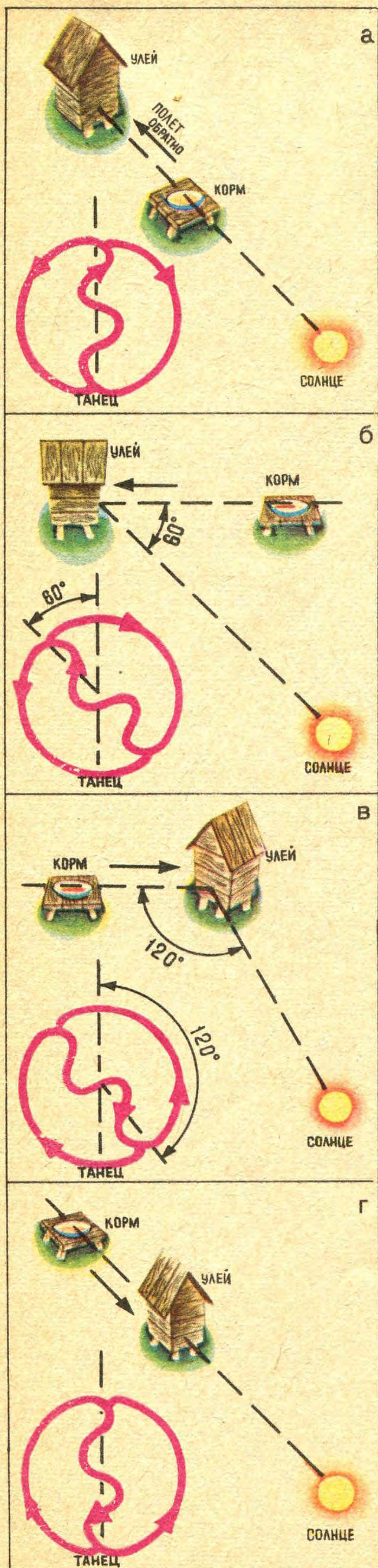
Каков же вывод? Клетки запоминают время раздражения органа естественными раздражителями — пищей. Но когда заданная ритмичность подачи корма нарушается (пища не дается тогда, когда ее ждут), клетки по инерции продолжают работать в прежнем режиме. Похоже, можно обеспечить определенный режим работы даже для клеток, не то что для животного или человека. Видимо, организм может приспособиться к меняющейся обстановке даже на уровне своих клеток.

Но ученые пошли дальше. Сейчас они работают над проблемой памяти не только клеточного «сообщества», но и отдельной клетки.

**ДАНИЛА АНДРЕЕВ,**  
биолог



# ПЧЕЛИНЫЕ ТАНЦЫ И ГРАВИТАЦИЯ



Жизнь пчел не одну сотню лет привлекает внимание многих людей. Но только в середине XX века К. Фришу удалось приоткрыть тайну пчелиных танцев, своеобразного способа передачи информации. Оказалось, что отдельные «па», скорость, а также направление прямого пробега пчелы дают точную информацию о местоположении нектароносных растений.

Прошедшие тридцать с лишним лет после этого открытия принесли новые сведения об этих удивительных насекомых: определены особенности пчелиного зрения, слуха, реакций на электрические поля и многое другое.

Но природа, как известно, не слишком охотно раскрывает свои тайны до конца.

Так обстоит дело и с пчелиными танцами. Возникает много неясных вопросов: каким образом расстояние влияет на вид фигуры? Почему в одних случаях пчелам помогает поляризованный свет, а в других нет?

Наконец, каков «часовой» механизм и где он расположен у пчелы, чтобы отсчитывать время с точностью до сотых (!) долей секунды?

На некоторые из поставленных вопросов можно ответить сравнительно легко, в жизни пчелиной семьи гравитационные силы земли и солнца играют более важную роль, чем это казалось ученым.

В самом деле, взглянем повнимательнее в некоторые из пчелиных танцев. Если пчела-разведчица летит домой от солнца, то в улье на сотах прямой пробег направлен вверх от земли, а если наоборот — прямой пробег направлен вниз к земле! Значит, пчела «пеленгует» корм при отлете «обратно», запоминает направление градиента гравитационной силы солнца.

Кроме того, в улье пчела показывает соплеменникам направление градиента, сопоставляя его с направлением силы тяжести Земли.

У таких удивительных созданий,

Так выглядят танцевальные «па» пчел на сотах в зависимости от нахождения источников корма (а, г). Определение пчелами направления к нектароносным растениям по положению Солнца (б, в).

как пчелы, танцы заготовлены на все случаи жизни. В зависимости от расположения пасеки и цветущих растений, с которых пчелы собирают нектар, картина танцев меняется. Вот два примера:

«Корм — улей — солнце». При отлете от растений к улью пчела летит навстречу солнцу — гравитационная сила солнца увеличивается. Значит, в улье пчела должна двигаться по вертикали сот сверху вниз: увеличивается гравитационная сила земли.

В момент равенства значений запомненного «солнечного» приращения силы гравитации и «земного» пчела делает поворот.

В случае комбинаций «улей — корм — солнце» пчела летит от солнца — гравитационная сила солнца уменьшается. Чтобы дать почувствовать пчелам такое же уменьшение сил гравитации Земли и показать направление на корм, пчела в улье движется на сотах вертикально снизу вверх.

С определением расстояний дело обстоит сложнее, но и тут пчелы достойно выходят из положения. Ученые предположили, что все зависит от гравитационной прямой солнца. Она имеет периодический, а не плавный характер.

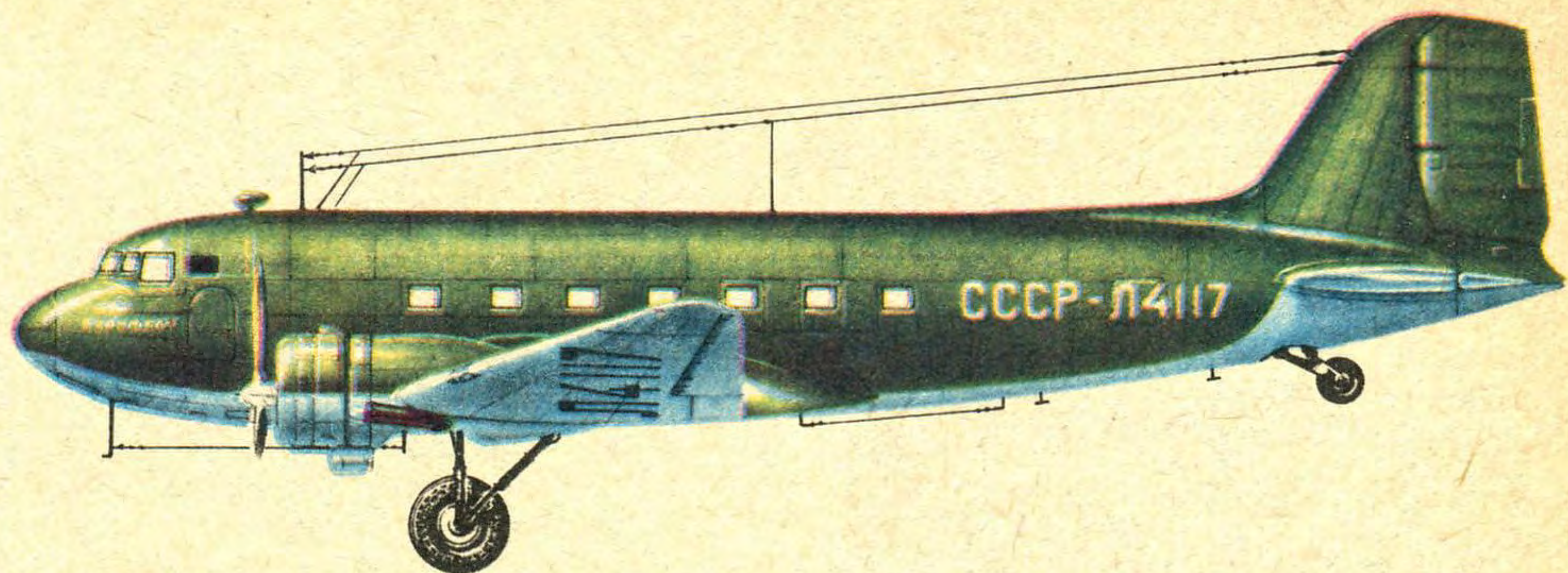
Тогда «виляющий» танец — просто сумма перепадов (периодов), а «круговой» — доли периода!

Чем больше расстояние от мест кормежки до пасеки, тем больше и количество «виляний» — зависимость тут прямо пропорциональная. Теперь, если биологам удастся найти внутренний механизм (может быть, это будут известные микротреугольники на крыльях, помогающие пчелам отсчитывать гравитационные перепады), можно надеяться на появление нового гравитационного пеленгатора нашего светила, пеленгатора, не знающего электромагнитных помех, безотказного в любое время суток!

АНАТОЛИЙ СНЕГОВ,  
инженер





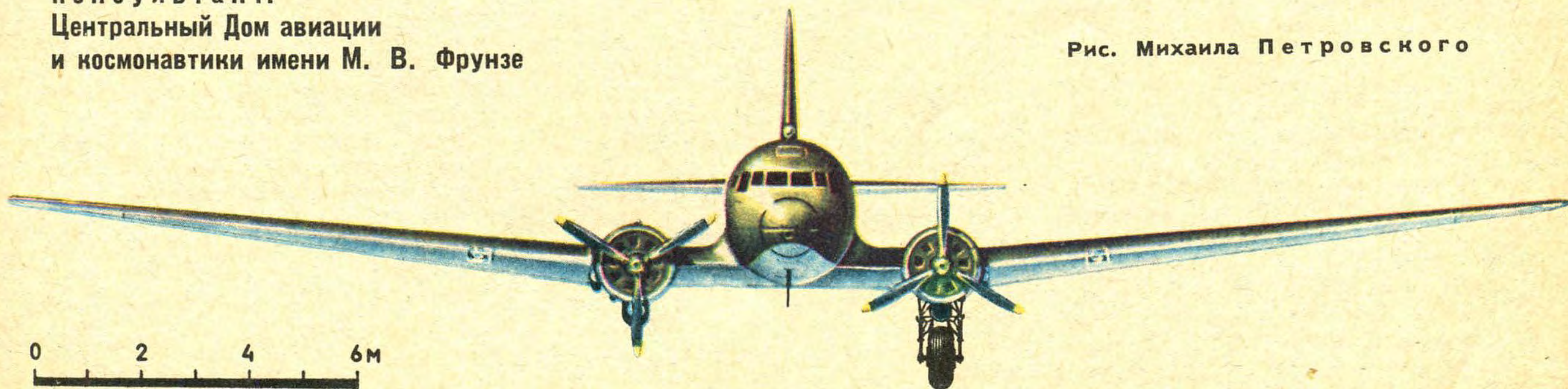


Под редакцией:  
генерал-полковника авиации,  
заслуженного летчика СССР,  
Героя Советского Союза,  
профессора Михаила ГРОМОВА;  
генерал-полковника авиации,  
заслуженного летчика СССР,  
Героя Советского Союза  
Алексея КАТРИЧА;  
генерал-лейтенанта-инженера,  
заслуженного деятеля науки  
и техники РСФСР,  
профессора Владимира ПЫШНОВА.  
Коллективный  
консультант:  
Центральный Дом авиации  
и космонавтики имени М. В. Фрунзе

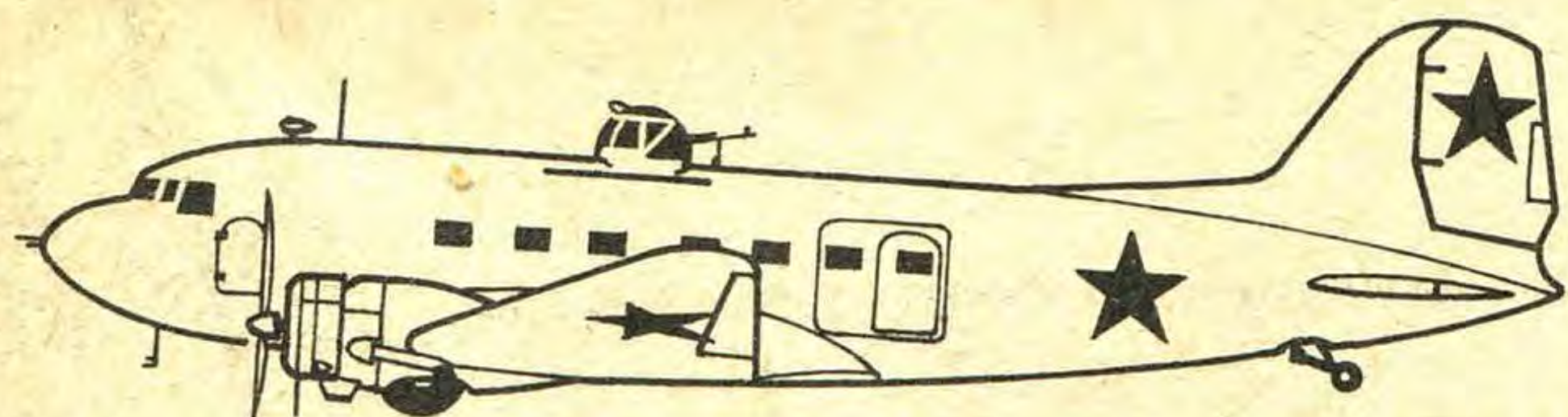
## Ли-2

Размах крыла . . . . . 28,8 м  
Длина самолета . . . . . 19,65 м  
Нормальный полетный вес 10 700 кг  
Максимальная скорость . 320 км/ч  
Посадочная скорость . . . 108 км/ч  
Практический потолок . . 5600 м  
Двигатель 2хАШ-62ИР по 1000 л. с.  
Год выпуска первого образца 1938  
Общее число выпущенных са-  
молетов до 1945 г. . около 3000 шт.

Рис. Михаила Петровского







Ли-2  
с пулеметной  
турелью.

## Историческая серия «ТМ» НЕИСТРЕБИМЫЙ «ДУГЛАС»

«5 октября 1948 года сейсмическая станция зарегистрировала толчок от землетрясения. Ученые определили, что центр землетрясения находится в Северном Иране, в районе хребта Копетдаг, в восьмидесяти километрах от столицы Туркмении — Ашхабада и что сила землетрясения в самом центре десять баллов, а в Ашхабаде восемь-девять баллов... Из Москвы и других городов Союза поднимались в воздух большие корабли и брали курс на Ашхабад. Три самолета Ли-2, вылетевшие из Москвы, уже пересекли Каспийское море и шли теперь над территорией Туркмении. Первый самолет вел Герой Советского Союза Таран. Справа от Тарана Дымов, слева Филонов...

И вот наконец показался Ашхабад. Вот и аэродром. Здесь уже стоят десятки Ли-2, прибывшие из ближайших городов...

Так описывает писательница Мария Белых обстоятельства ликвидации последствий землетрясения в Ашхабаде, когда основную роль в спасении потерпевших от бедствия сыграли замечательные авиалайнеры конца тридцатых годов — двухмоторные Ли-2...

Удивительные перелеты конца 20-х годов подтвердили надежность самолета как транспортного средства и вызвали живой интерес к воздушным путешествиям среди широких масс публики. Стремясь использовать этот интерес и привлечь на авиалинии как можно больше пассажиров, многие авиационные фирмы приступили к созданию вместительных скоростных пассажирских машин. Среди этих фирм была и фирма Дональда Дугласа, которому авиакомпания «Трансконтинентал энд Уэстерн эрлайнс» в 1932 году предложила сконструировать самолет на двенадцать пассажиров.

В результате этого предложения появился DC-1 — «Дуглас коммерческий один» — двухмоторный самолет, построенный в одном экземпляре и сразу же побивший девятнадцать мировых рекордов. Пока шли испытания DC-1, Дуглас проектировал более совершенную модель DC-2 на че-

тырнадцать пассажиров. Машина оказалась весьма удачной, была выпущена серией в 138 экземпляров, и Дуглас готов был продолжать серийное производство. Однако авиакомпания «Американ эрлайнс» считала, что фирма может создать кое-что получше. Она предложила Дугласу сконструировать более комфортабельный и вместительный самолет. Так появился знаменитый DC-3, известный всему миру под многими кличками и названиями: «дуглас», «номер три», «старый толстяк», «дуг», «дурная птица», «C-47», «DC40», «дакота», Ли-2.

Снабженный двумя двигателями «Пратт и Уиттней» по 830 л. с., этот самолет вмещал 21 пассажира и трех человек экипажа и развивал максимальную скорость до 340 км/ч. При удачной общей компоновке DC-3 был снабжен всеми новинками авиационной техники начала 30-х годов: системой автоматической регулировки шага воздушного винта для наиболее эффективного использования мощности двигателя в полете; автопилотом; закрылками для снижения посадочной скорости; триммерами, регулируемые в полете, для снижения усилий на рычагах управления; системой отопления и вентиляции пассажирского салона и кабины экипажа. Шасси убиралось в мотогондолы так, что небольшая часть колеса выступала наружу, что позволяло в аварийных случаях садиться при невыпущенном шасси. Уборка шасси и отклонение закрылков производились с помощью гидравлики.

DC-3 сразу же сделался необычайно популярным самолетом, и если поначалу Дуглас собирался выпустить не больше 50 экземпляров, то скоро ему пришлось пересмотреть свои планы. Решив, что удастся продать до 500 таких машин, он потратился на разработку крупносерийного производства на базе плазово-шаблонного метода, гарантировавшего точность изготовления деталей, их взаимозаменяемость и высокое качество сборки. И к концу 30-х годов DC-3 оказался лучшим пассажирским авиалайнером, наиболее приспособленным для крупносерийного выпуска. Вот почему Советское правительство, вознамерившись в 1935 году приобрести лицензию на производство двухмоторного лайнера для Аэрофлота, отдало предпочтение именно этой машине.

В течение трех лет в нашей стране был налажен выпуск «дугласов» с серийным советским двигателем М-62, а потом с АШ-62ИР мощностью 1000 л. с. При этом в конструкцию DC-3 были внесены изменения, связанные с повышением прочности, с применением отечественных материалов и оборудования. Большую роль в освоении производства этого самолета сыграл главный инженер завода Б. Лисун, в память о заслугах которого самолет стал называться Ли-2.

Начиная с 1939 года самолет, получивший в системе Аэрофлота наименование ПС-84, успешно эксплуатировался на авиалиниях наряду с АНТ-35 и ПС-89, но уже к концу 1940 года он становится основным самолетом Аэрофлота на магистральных линиях.

В судьбе DC-3 как у нас в стране, так и за рубежом огромную роль сыграла вторая мировая война. Хорошо отработанный, поставленный на серийное производство, «дуглас» стал основным транспортным самолетом стран антигитлеровской коалиции. Он перевозил военное снаряжение и раненых, доставлял в тыл врага парашютистов и буксировал десантные планеры. Потребность в этой надежной машине оказалась такая, что вместо первоначально предполагаемых к выпуску 500 машин заводы Дугласа выпустили с 1935 по 1947 год 12 149 DC-3 в разных модификациях. Именно массовое производство, вызванное войной, стало причиной повсеместного распространения DC-3 на авиалиниях всего мира. Многие зарубежные авиакомпании стали по дешевке покупать ставшие ненужными для американской армии «дугласы» и ставить их на линии. Согласно статистике, собранной фирмой, самолеты DC-3 налетали в общей сложности 140 млрд. пассажиро-километров и перевезли не менее 400 млн. пассажиров, не считая военных перевозок.

По мнению летчиков, DC-3 можно сломать, но он никогда не может износиться. И действительно, управление гражданской авиации при правительстве США трижды отодвигало предельные сроки годности «дугласов» и в 1951 году заявило, что пригодность DC-3 для воздушной службы «не ограничена никакими сроками».

Опыт эксплуатации Ли-2 в нашей стране подтвердил высокую надежность машины, запущенной в серийное производство в 1938 году: даже сейчас, спустя 40 лет, они продолжают с успехом эксплуатироваться в Арктике и на местных линиях Аэрофлота.

ИГОРЬ КОСТЕНКО,  
кандидат технических наук



Этим обзорным материалом мы завершаем цикл статей исторической серии, которые были посвящены самолетам советской гражданской авиации, построенным в годы довоенных пятилеток.

Два десятилетия, разделяющие первую и вторую мировые войны, вошли в историю самолетостроения как годы, на протяжении которых сложился тот классический облик современного воздушного корабля, принципиальная схема которого не изменилась даже с наступлением эпохи реактивной авиации. В самом деле, современный авиалайнер гораздо меньше отличается от машин начала сороковых годов, чем эти последние от аэропланов первой мировой войны.

Пристальное изучение авиационных журналов довоенных лет показывает: обтекаемый цельнометаллический свободнонесущий моноплан смог прийти на смену громоздким дерево-полотняным бипланам и трипланам 1920-х годов только потому, что удалось успешно решить несколько важных технических проб-

лем, на которых сосредоточилось тогда внимание авиаконструкторов. Это: переход от биплана к моноплану, создание свободнонесущего металлического крыла, убирающееся в полете шасси, увеличение мощности авиадвигателя, разработка многолопастных винтов регулируемого шага с металлическими лопастями.

Какие же трудности стояли здесь перед конструкторами?

## Трипланы, бипланы, монопланы...

На заре авиации, когда в распоряжении конструкторов не было мощных моторов, их внимание было сосредоточено на создании аппаратов со скоростями порядка 100 км/ч, с крыльями тонкого профиля, как у птиц. Толщина такого профиля составляла 6—8% от ширины. Создавая необходимую подъемную силу, такие крылья не давали нужной прочности и жесткости. Компенсировать этот недостаток и были призваны схемы три-

плана и биплана, в которых прочность и жесткость коробки крыльев создавались множеством стоек и расчалок.

Не представляя особых помех при сравнительно малых скоростях полета — максимальная скорость советского двухмоторного триплана КОМТА в 1922 году достигала всего 130 км/ч, этот лес стоек и расчалок вскоре стал одним из основных препятствий к дальнейшему повышению скорости полета. Поэтому первое, что пришло в голову конструкторам, — уменьшить число стоек до двух. Именно так поступил Н. Поликарпов, создавая в 1928 году свой знаменитый У-2 (см. № 11 за 1978 г.).

Следующим шагом стал переход от биплана к полутораплану — самолету, у которого площадь нижнего крыла меньше, чем верхнего: именно полуторапланами были поликарповские ПМ-1 и Р-5 (см. № 1 за 1978 г.). Максимальная скорость полутораплана была больше, чем у биплана, в среднем на 10%.

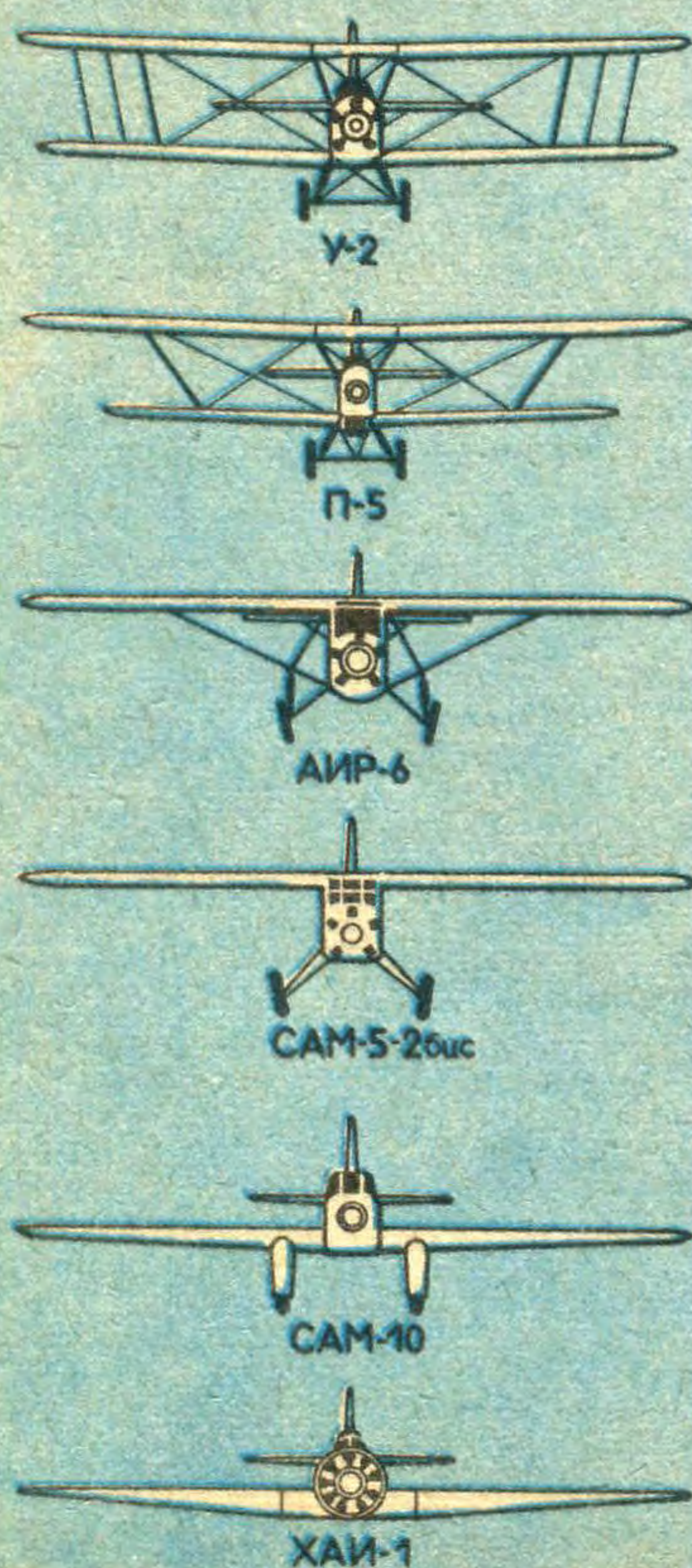
Логическим развитием полутораплана был моноплан с крылом, расположенным сверху фюзеляжа и прикрепленным к нему с помощью подкосов, именно по такой схеме строились К-5, Сталь-2, АИР-6 (см. № 2, 4, 5 за 1978 г.). Преимущество монопланов перед бипланами особенно ярко проявляется при сравнении двух самолетов с одинаковыми двигателями: у подкосного моноплана АИР-6 она на 20% больше, чем у биплана У-2.

Наконец, устранив подкосы крыла и стабилизатора, авиаконструкторы пришли к классической схеме моноплана со свободнонесущим крылом — шаг, давший существенный прирост скорости полета. При одинаковых двигателях свободнонесущий САМ-5-2-бис А. Москалева развивал максимальную скорость, на 23% более высокую, чем подкосный АИР-6!

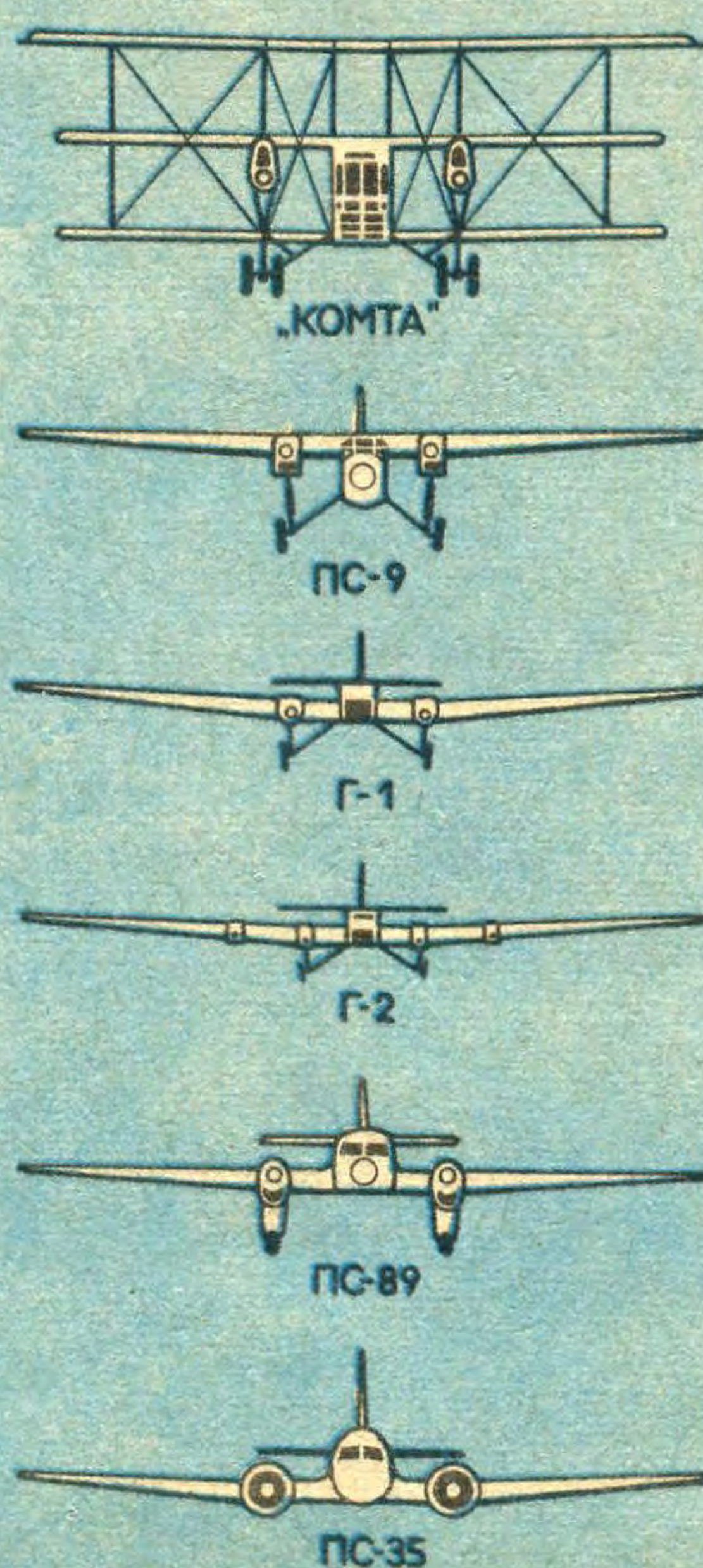
Через семь лет после триплана КОМТА А. Туполев создал знаменитый двухмоторный свободнонесущий моноплан АНТ-4. Он послужил основой для десятиместного пассажирского свободнонесущего моноплана ПС-9, скорость которого превосходила скорость триплана КОМТА на 70% (см. № 3 за 1978 г.).

Хорошо отработав схему моноплана со свободнонесущим крылом, конструкторы надеялись улучшить летные показатели машин за счет простого увеличения числа двигателей, мощность которых в начале

ОДНОМОТОРНЫЕ САМОЛЕТЫ



ДВУХМОТОРНЫЕ САМОЛЕТЫ





# ПЯТИЛЕТОК

30-х годов не превосходила 600 л. с. Однако выяснилось, что таким путем можно увеличивать лишь грузоподъемность самолета, но не его максимальную скорость. Так, у двухмоторного ПС-9 максимальная скорость составляла 215 км/ч, а у четырехмоторного Г-2, выполненного примерно по той же схеме, она не превышала 200 км/ч (см. № 7 за 1978 г.). Вот почему достижение скоростного рубежа в 300 км/ч стало серьезной технической проблемой в авиастроении 30-х годов.

Не имея в своем распоряжении мощных двигателей, авиастроители решили увеличивать скорость полета только за счет снижения лобового сопротивления самолета: заменять гофрированную обшивку гладкой, убирать подкосы, уменьшать длину стоек шасси, объединять крыло с элементами шасси. Все эти требования заставили конструкторов обратиться к схеме свободнонесущего низкоплана, позволяющего легко объединить крепление шасси с крылом, а в случае двухмоторной схемы скомпоновать шасси с моторными гондолами. Но, кроме того, было еще одно обстоятельство, делающее свободнонесущий низкоплан особенно перспективным...

В начале 30-х годов для увеличения подъемной силы крыла и для уменьшения таким путем посадочной скорости стали применять щитки, отклоняемые при посадке на угол 45—60°. Чем большую площадь крыла обслуживали такие щитки, тем выше их эффективность. Поэтому их выгодно устанавливать и в той части крыла, которая находится под фюзеляжем, что возможно только на низкоплане. Вот почему по этой схеме в 30-х годах создаются САМ-10 А. Москалева, ОКО-1 В. Таирова, ПС-89 (см. № 8 за 1978 г.).

Следующим шагом в борьбе за скорость стала разработка убирающегося в полете шасси...

## Шасси по-птичьи

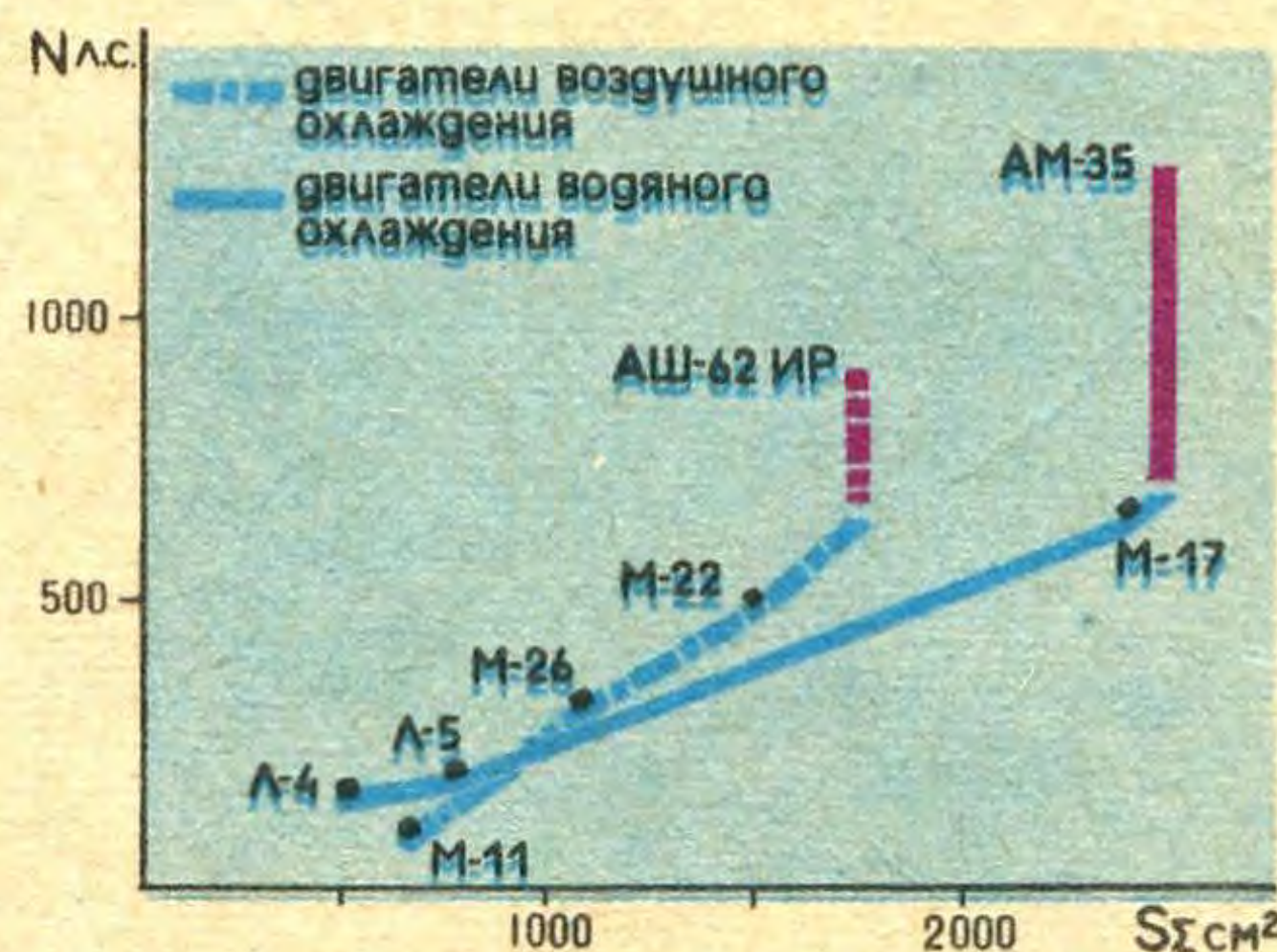
Самолетные шасси — это колеса со стойками. Если они даже закрыты обтекателями, их лобовое сопротивление составляет существенную долю (до 20%) от общего лобового сопротивления самолета.

Убирающееся шасси — давний патент природы, применяемый любой птицей, — было запатентовано еще в 1911 году в проекте гоночного моноплана немца Е. Винчерца. Однако на пассажирских са-

молетах его стали применять лишь спустя 21 год, ибо дело оказалось не столь уж простым.

Прежде всего: куда и как убирать колеса? Естественная мысль: делать это «по-птичьи» — в фюзеляж. Так убирались колеса на гоночном высокоплане М. Баумана в 1920 году (США). Однако такая схема требовала использования внутренних объемов фюзеляжа, которые на пассажирской машине заняты основной нагрузкой — людьми. Значит, остается только убирать колеса в крыло, а при многомоторном самолете — в мотогондолы.

Для этого требовалось расположить крыло снизу фюзеляжа. При этом колеса можно было убирать либо вдоль крыла, либо назад с поворотом колес вокруг продольной оси основной стойки. Вторая схема хотя и применялась на ряде самолетов, однако кинематика уборки

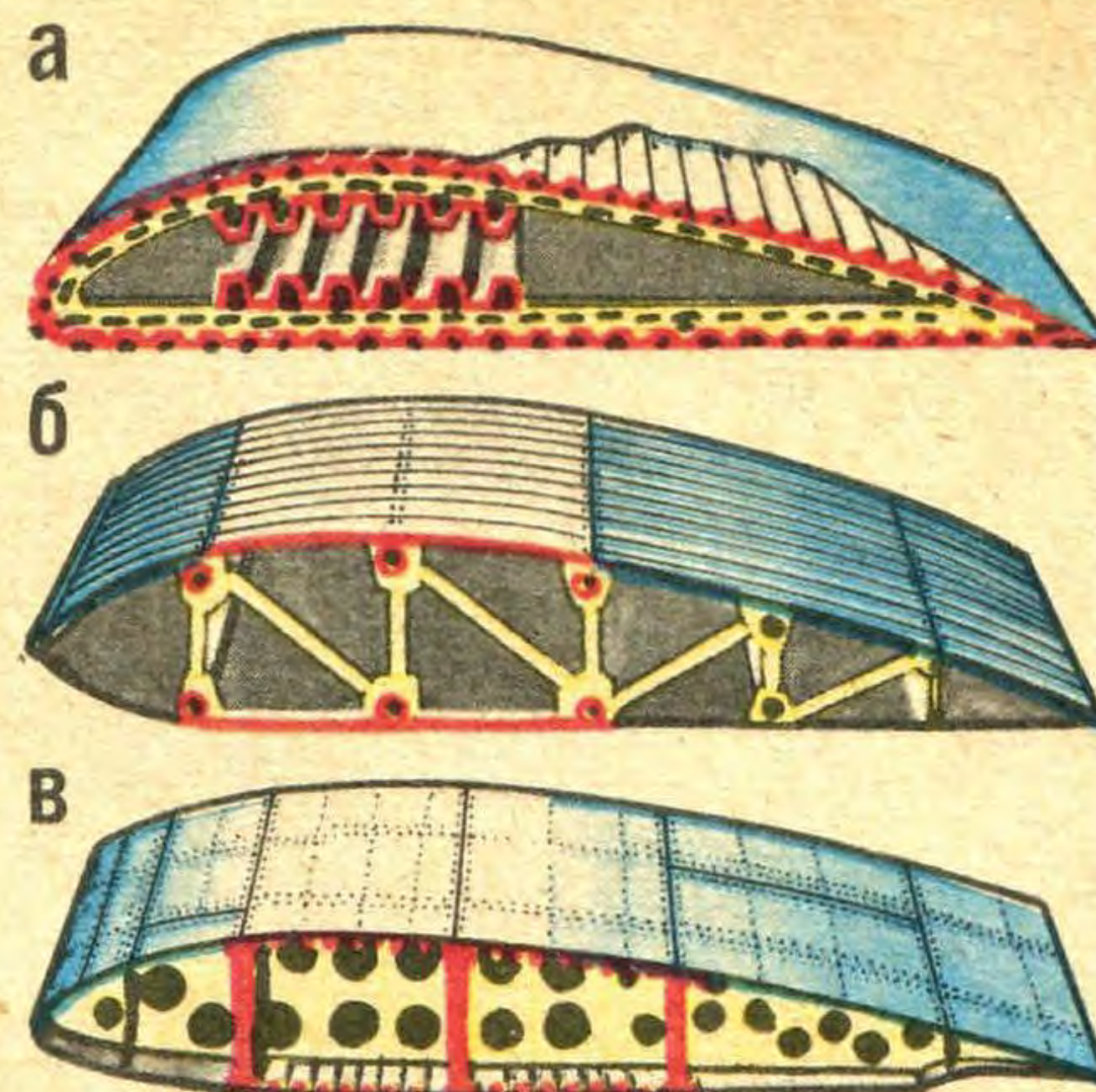


получалась сложной в изготовлении и в эксплуатации. Более выгодной оказалась уборка колес в крыло, а при многомоторном самолете — в мотогондолы.

На ХАИ-1 — первом линейном пассажирском самолете Аэрофлота с убирающимся в полете шасси — применялась система уборки шасси вручную вдоль крыла колесами внутрь. Этот самолет с гладкой обшивкой и свободнонесущим оперением достиг максимальной скорости 324 км/ч (см. № 9 за 1978 г.).

На десятиместном пассажирском двухмоторном низкоплане АНТ-35, поступившем на авиалинии в 1937 году, шасси с помощью электропневматики убиралось в мотогондолы. Максимальная скорость АНТ-35 при двух двигателях по 800 л. с. составляла 376 км/ч (см. № 10 за 1978 г.).

Наиболее совершенная уборка шасси была у двухмоторного ПС-84 — колеса у него подтягивались в мотогондолы гидравлической



системой, однако снизу мотогондолы оставалась небольшая часть колеса, позволяющая в случае невыпуска шасси безопасно садиться на аэродром (см. № 12 за 1978 г.).

## Руки-крылья

При тонком профиле крыла для деревянных монопланов и бипланов периода 1914—1920 гг. применение расчалок и стоек было неизбежно. Лишь на одном цельнометаллическом моноплане Г. Юнкерс в 1915 году применил свободнонесущее крыло с относительной толщиной 16%. Форма профиля при этом соответствовала крыловым профилям, разработанным профессором Н. Жуковским еще в 1911 году.

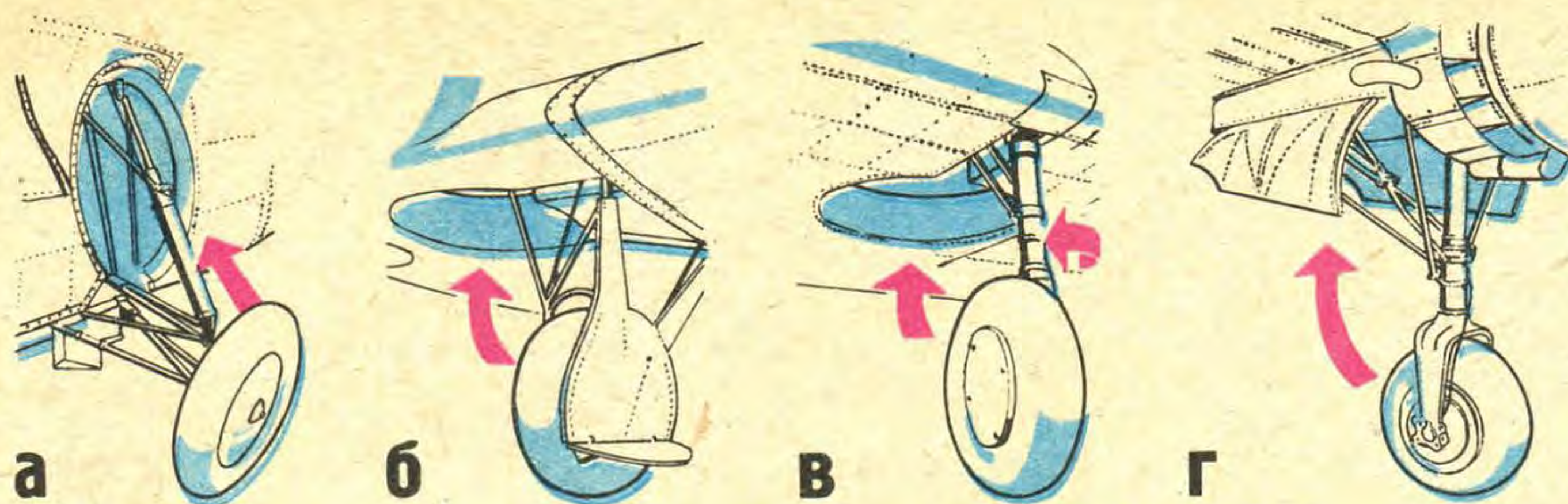
Большая относительная толщина крылового профиля позволяет продольным элементам крыла — лонжеронам — лучше сопротивляться изгибу. Однако при обычной деревянной конструкции применение толстого профиля вызвало бы чрезмерное утяжеление. Вот почему в авиации применение металла оказалось тесно связанным со свободнонесущим крылом. Начиная с 1924 года А. Туполев с успехом применял в корне крыла профили с толщиной до 22%. Вдоль крыла размещались три мощных лонжерона, соединенных раскосами. Все это обшивалось тонким дюралюминием с гофром, идущим по потоку. Гофрированная обшивка, подкрепленная стрингерами, работала при

От триплана к свободнонесущему низкоплану — так развивался у нас в стране пассажирский самолет, как одномоторный, так и двухмоторный.

Мощность поршневого авиадвигателя, как воздушного, так и жидкостного охлаждения, росла при увеличении суммарной площади поршней и от повышения рабочего давления в цилиндрах.

Так развивалось свободнонесущее металлическое крыло. Конструкции: а) Г. Юнкерса (1915 г.), б) А. Туполева (1928 г.), в) — моноблочная конструкция ПС-84 (1938 г.).





Шасси можно в полете прятать в фюзеляж (а) и в крыло. Выгоднее всего для пассажирского самолета убирать колеса в центроплан (в) или в мотогондолы (г). На некоторых боевых самолетах шасси убиралось в крыло назад с разворотом вокруг стойки (б).

этом только на сдвиг. Применяя такую конструкцию крыла, наши авиаконструкторы отработали схему двухмоторного, а затем многомоторного моноплана со свободнонесущим крылом. На транспортных самолетах этого типа — ПС-9 и Г-2 — на линиях Гражданского воздушного флота была освоена скорость полета около 200 км/ч.

В 1933 году американский инженер Грин спроектировал и построил крыло, в котором усилия, возникающие при изгибе, воспринимались верхней и нижней дюралюминиевыми обшивками, подкрепленными стрингерами, размещенными под обтяжкой. Перерезывающие силы при этом воспринимались лонжеронами, выполненными в виде стенок с весьма слабыми полками, которые предназначались лишь для крепления обшивки. Это было первое крыло моноблочной конструкции. Простое в изготовлении — все его элементы штампованные, — оно по сравнению с обычным трехлонжеронным крылом с гофрированной внешней обшивкой было более жестким при меньшем весе.

У самолета ПС-84 использовалось моноблочное крыло с тремя лонжеронами-стенками. Полки этих лонжеронов были небольшого рабочего сечения. Гладкая обшивка крыла толщиной от 1,2 до 0,6 мм усиливалась часто расположенными стрингерами. Применение моноблочной конструкции у ПС-84 позволило почти на  $\frac{1}{3}$  уменьшить относительную толщину крылового профиля по сравнению с ПС-9. Это помогло вместе с применением убирающегося шасси и свободнонесущего оперения довести максимальную скорость пассажирского самолета на линиях Аэрофлота в среднем до 350 км/ч.

## Вместо сердца — пламенный мотор

Если до первой половины 30-х годов улучшение летных данных транспортных самолетов шло главным образом по пути совершенствования аэродинамической компоновки, то в дальнейшем к этому добавился другой важнейший фак-

тор — повышение мощности авиадвигателя. Примерно до 1924 года серийные авиадвигатели жидкостного охлаждения развивали наибольшую мощность 600 л. с., а воздушного — 400 л. с.

До 40-х годов двигатели жидкостного охлаждения сохраняли первенство по максимальной мощности. У звездообразных двигателей воздушного охлаждения из-за ограничений внешней поверхности картера нельзя установить в один ряд больше девяти цилиндров. У двигателей жидкостного охлаждения такого ограничения нет.

В 1924—1926 годах наша авиапромышленность выпускала двигатели жидкостного охлаждения М-5 — 400 л. с. и воздушного охлаждения М-11 — 100 л. с. Дальнейшим развитием М-5 стал двигатель М-17, который широко использовался на самолетах Гражданского воздушного флота — на П-5, ПС-9, К-5, ПС-89 и МП-1. Повышение мощности с 400 л. с. у М-5 до 500 л. с. у М-17 достигалось повышением степени сжатия с 5,4 до 7,3. При создании этих моторов авиапромышленность ориентировалась в основном на зарубежные образцы (моторы Либерти и БМВ). Первым серийным авиадвигателем полностью советской конструкции был пятицилиндровый М-11 мощностью 100 л. с. Он находился в серийном производстве рекордно большой срок: с 1926-го по 1955 год. М-11 применялся на самолетах Аэрофлота, работавших в сельскохозяйственной авиации и на местных авиалиниях, — У-2, Ш-2, АИР-6, САМ-5-2-бис.

В 1930 году создается первый отечественный мощный мотор жидкостного охлаждения М-34 конструкции А. Микулина. Начиная с 1932 года он строится серийно. Его номинальная мощность составляла 675 л. с. Повышенная мощность этого мотора была достигнута за счет большего диаметра цилиндров и увеличенной по сравнению с М-17 степени сжатия.

В дальнейшем мощность М-34, называвшегося с 1934 года по имени А. Микулина АМ-34, увеличивалась за счет повышения давления на поверхность поршня. Сначала она была повышена до 1000 л. с. Потом установкой нагнетателя — до

1260 л. с. Эти двигатели работали на шестимоторном 70-местном авиалайнере ПС-124.

Мощность советских серийных двигателей воздушного охлаждения росла главным образом за счет увеличения числа цилиндров. У семицилиндровых М-26 и МГ-31 она составляла 300 л. с. При девятицилиндровой схеме М-15 и М-22 развивали 450 и 480 л. с., причем у М-22 дополнительно повышалась степень сжатия. Двигатель М-22 использовался на самолетах К-5, Сталь-3 и ХАИ-1, М-26 и МГ-31 — на Сталь-2.

Основные недостатки двигателей воздушного охлаждения — дополнительное лобовое сопротивление фюзеляжа за счет обтекания воздухом ребристых цилиндров. Недостатки двигателей жидкостного охлаждения — сложная система охлаждения и дополнительное лобовое сопротивление радиатора. Более высокая мощность двигателей жидкостного охлаждения по сравнению со звездообразными долгое время заставляла применять эти двигатели на транспортных самолетах. Создавались модификации самолетов К-5, Сталь-2 и АНТ-9 с двигателями жидкостного охлаждения. Некоторые из этих модификаций оказались весьма удачными и строились серийно.

В 1934 году стали применять кольцевой обтекатель на двигатель воздушного охлаждения — сначала так называемое кольцо Тауненда, охватывающее верхушки цилиндров, а затем капот НАСА, полностью прикрывавший двигатель. При этом дополнительное лобовое сопротивление фюзеляжа и мотогондол за счет ребристых цилиндров звездообразных двигателей почти полностью устранилось, и теперь двигателисты могли смело переходить на большие размеры цилиндров и на увеличение их числа. Мощность звездообразного девятицилиндрового двигателя М-25 была повышена до 635 л. с. за счет увеличения диаметра цилиндра и введения нагнетателя.

Дальнейшим развитием М-25 стал девятицилиндровый М-62 с двухступенчатым нагнетателем, мощность которого возросла до 920 л. с. Все звездообразные двигатели воздушного охлаждения у нас в стране создавались коллективом А. Швецова, поэтому двигатель М-62 после запуска его в серийное производство получил наименование АШ-62.



Этот мотор применялся на самолетах АНТ-35 и ПС-84.

Позднее был создан замечательный четырнадцатилиндровый двигатель воздушного охлаждения — двойная звезда — АШ-82, мощность которого возросла почти в два раза. У этого двигателя цилиндры размещались в два ряда, по семь в каждом ряду. После такого нововведения двигателя воздушного охлаждения, закрытые капотами НАСА, полностью вытеснили на самолетах Аэрофлота жидкостное охлаждение со сложной системой радиаторов.

До 1935 года на наших пассажирских самолетах применялись исключительно деревянные воздушные винты, которые тогда называли пропеллерами. Однако неуклонное повышение мощности двигателей требовало непрерывного увеличения общей поверхности лопастей винта. При сохранении двух лопастей этого можно было достигнуть либо за счет увеличения диаметра винта, либо за счет увеличения ширины лопастей. Оба эти пути оказались бесперспективными. По мере роста диаметра винта растут потери за счет приближения скоростей концов лопасти к скорости звука. Чрезмерное же увеличение ширины лопастей приводит к резкому возрастанию их сопротивления и снижению КПД винта.

Более разумным решением оказалось применение трех- и четырехлопастных винтов, которые проще было делать с металлическими лопастями и ступицей. Сначала такие винты делались с шагом, который можно было устанавливать на земле. Но при скоростях больших 300 км/ч понадобились винты с шагом, регулируемым в полете. Это было вызвано тем, что винт фиксированного шага не позволяет двигателю отдавать полную мощность на взлете, тем самым ухудшая летные показатели машины.

Винт регулируемого шага устраняет этот недостаток. Когда при взлете скорость самолета мала, мотор отдает полную мощность при уменьшенном шаге винта.

С 1936 года на самолетах, развивающих скорость свыше 300 км/ч, стали применять винты регулируемого шага. В частности, они устанавливались на серийных АНТ-35 и ПС-84 и на опытном Сталь-7.

В годы первых пятилеток советская авиапромышленность совершила огромный скачок, освоив все новинки тогдашней авиационной техники и создав предпосылки для вступления в новую эру — эру реактивной авиации, в которую советские конструкторы внесли такой весомый и признанный всем миром вклад.

# ГОРДОСТЬ РЕСПУБЛИКИ, ГОРДОСТЬ СТРАНЫ

ВАДИМ ОРЛОВ, наш спец. корр.

Во всем мире, пожалуй, не найдется высокогорного предприятия, подобного этому. Тырныаузский вольфрамо-молибденовый комбинат на земле Кабардино-Балкарии, неподалеку от высочайшей вершины Европы — Эльбруса, и в самом деле представляет собой уникальный производственный комплекс цветной металлургии.

Многое связанное с ним необычно. Необычна история открытия вот уже почти 40 лет разрабатываемого подземного клада, необычен и сложен труд бурильщиков, взрывников, шоферов, монтажников на высоте от 2 тыс. до 3 тыс. м, вызывает восхищение проводимая непрерывно и в широких масштабах техническая реконструкция комбината.

Первые строители предприятия начали с того, что проложили по горе к руднику дорогу. Делая огромные зигзаги, серпантинном взбирается она на головокружительную высоту, туда, где кружат орлы. Драгоценную руду сначала возили только по ней на грузовиках.

Затем одна за другой вступали в строй канатные дороги. Они связали рудник с обогатительной фабрикой, сооруженной внизу, на берегу стремительной реки Баксан. Канатные дороги здесь метко прозвали «нотами». Если смотреть снизу, с улиц раскинувшегося в ущелье горняцкого города Тырныауза, то видишь возвышающиеся на разных уровнях опоры, соединенные едва различимыми линейками канатов. И, как нотные знаки, слегка покачиваясь на ветру, плывут по ним вагонетки с рудой.

С развитием комбината и этих грузовых транспортных артерий стало недостаточно. К тому же обслуживать канатки в условиях высокогорья нелегко. Сильные ветры иной раз достигают ураганной силы. Тогда, если вовремя не принять мер, они могут сбросить вагонетки и вывести из строя магистраль.

«Поток руды к обогатительной фабрике должен возрасти», — решили руководители отрасли и проектировщики. И вот годы десятой пятилетки стали для заоблачного комбината временем реализации еще более смелых, принципиально новых технических решений. Уже летом этого года здесь начал действовать

не имеющий себе подобных комплекс по добыче и переработке вольфрамо-молибденовых руд.

Линейки «нот» дополнили две нитки трубопровода, уступами протянувшиеся по крутому склону горы. По ним пошла измельченная в виде пульпы руда. В ясную погоду взору открываются и смонтированный на опорах конвейерный тоннель, внушительных размеров корпус самоизмельчения руды, линии теплотрассы и водоводов высокого давления. И все это не внизу, в ущелье, а там, на высоте. Но то, что можно увидеть, стоя в долине, дает представление лишь о сложности, а не об объеме реконструкции комбината. Всего создавалось и обновлялось более ста объектов...

## «МУЖЕСТВУ ЗДЕСЬ УЧИТЬСЯ, ДУША!»

Непрерывное развитие уникального предприятия и наращивание его производительности оказались бы несбыточным делом, ошибись геологи в оценке запасов руды. А ведь еще в начале 30-х годов сведения о размерах этих запасов были самыми противоречивыми.

Название молибденового пика Кургашинли-Тау в переводе с балкарского означает «свинцовая гора». Но свинца, как теперь достоверно известно, здесь нет и в помине. Правда, молибденит внешне схож с рудами, содержащими этот мягкий металл. Еще в старину местные жители подбирали на склонах горы куски очень твердой породы и пытались калить их на сковородке, чтобы выплавить свинец для пуль. Теперь-то легко иронизировать: сковородка и молибден, один из самых жаростойких металлов с температурой плавления 2620° С! Охотники-балкарцы ничего про него не знали. И ошибочное название горы сохранилось.

В начале 30-х годов в Баксанское ущелье, где паслись лишь стада туров да слышалось завывание горных ветров, одна за другой стали прибывать геологические партии. Много времени и сил ушло на разведку сурьмяного месторождения. Оно оказалось бесперспективным. И вдруг открытие. Вот как писал о нем академик Д. И. Щербаков.

«Кавказ иногда сравнивали с



Альпами, относя его к молодым геологическим образованиям. Это послужило даже поводом отрицать возможность найти на Кавказе залежи таких руд, которые образуются обычно на значительных глубинах в непосредственной близости от породивших их гранитных пород. Поэтому велико было удивление геологов, когда поздней осенью 1934 года смелые молодые разведчики Борис Орлов и Вера Флерова, спустившись с гор, принесли сведения о залежах руд, находившихся на гребнях скалистого хребта».

С волнением перечитываешь сегодня письма студентки Новочеркасского политехнического института Веры Флеровой к матери. В них она сообщает, как первые же анализы показали: в найденной руде — молибден. Вместе с Верой поиски вел ее друг Борис Орлов, окончивший тот же институт. Вскоре они поженились, но недолго длилось их счастье. Ненастной осенью 1936 года, когда Вера шла по висячему мосту через реку Баксан, резкий порыв ветра сорвал ее с моста, и она упала в каменные объятия ущелья.

После гибели жены Орлов продолжал изучение открытого ими месторождения, считая это лучшим памятником Вере. В борьбе со скептиками молодой геолог проявил незаурядное гражданское мужество, глубокие знания. Именно тогда немногочисленной группе специалистов удалось доказать промышленное значение вновь найденных рудных кладов. И после вмешательства наркома Серго Орджоникидзе началось строительство комбината, первая очередь которого была пущена в эксплуатацию 1 сентября 1940 года.

Сегодня даже к карьере «Мукуланский», расположенному неподалеку от горной вершины, по скальной дороге с завидной легкостью поднимаются мощные БЕЛАЗы. А в первое время строительства на рудник вела лишь узкая выючная тропа, по которой люди могли двигаться только с большой осторожностью. Рабочие неделями оставались на верхней площадке, потому что на спуск и подъем уходила целая смена. Вначале на горе было лишь пять-шесть землянок, а внизу, в ущелье, несколько деревянных домиков. Скорость проходки первых штолен составляла 7—8 см за сутки. И хотя большую часть работ тогда выполняли вручную, желание строителей скорее дать стране металл было неукротимым.

Память первопроходцев сохранила немало рассказов о подвигах, совершенных в горах. Например, как бригадир землекопов Павел Жидков, отогревая после смены лицо над костром, говорил: «Если написать домой, что в горах человек

кусом льда потеет, скажут, что заврался Павлуша. А если прибавить к этому, что мы выше облаков и все боги ниже нас, анафеме могут предать».

Им было очень трудно, первым строителям комбината. Но они чувствовали себя властелинами земли и в этом черпали свою силу. Они развеяли мистический трепет перед суровым ликом гор, повсюду тающих для человека засады и ловушки. О новом отношении людей к природной стихии хорошо сказал народный поэт Кабардино-Балкарии Кайсын Кулиев:

Молний и грома полон простор  
В ночь, когда буря идет, круша.  
Что ж! Пусть опасны дороги гор,  
Мужеству здесь учись, душа!

## ЛАБИРИНТЫ КУРГАШИНЛИ-ТАУ

Мы привыкли считать, что горняки, направляясь на свои рабочие места, спускаются в шахту. Здесь, в Тырныаузе, все обстоит иначе. Каждому, кто идет на свой рабочий участок, прежде всего необходимо подняться на 700 м в гору. Конечно же, не выючной тропой — теперь это далекая история. Чтобы попасть наверх, надо войти в комфортабельную кабину пассажирской канатной дороги.

Последуем туда и мы. Кабина просторная, по вместимости (до 70 человек) сравнима с автобусом. Звучит сигнал, она плавно трогается с места, все дальше и дальше уплывают кварталы жилых домов. На середине пути мелькнул встречный ярко-красный вагон, идущий вниз. Прошло несколько минут, кабина замедляет ход, и вот уже распахнулись двери у «небесного причала» станции «Комсомольская».

Мы на промышленной площадке рудника «Молибден». Здесь расположен дробильно-транспортный узел, отсюда руда поступает на грузовые канатные дороги. Три такие дороги связывают рудник с обогащательной фабрикой (см. рисунок на центральном развороте журнала). Отсюда же, с промплощадки, берет свое начало и технологическая цепочка нового перерабатывающего комплекса, введенного в строй летом этого года. Но о комплексе речь впереди. Сначала мы заглянем в лабиринты Кургашинли-Тау, побываем там, где добывают руду.

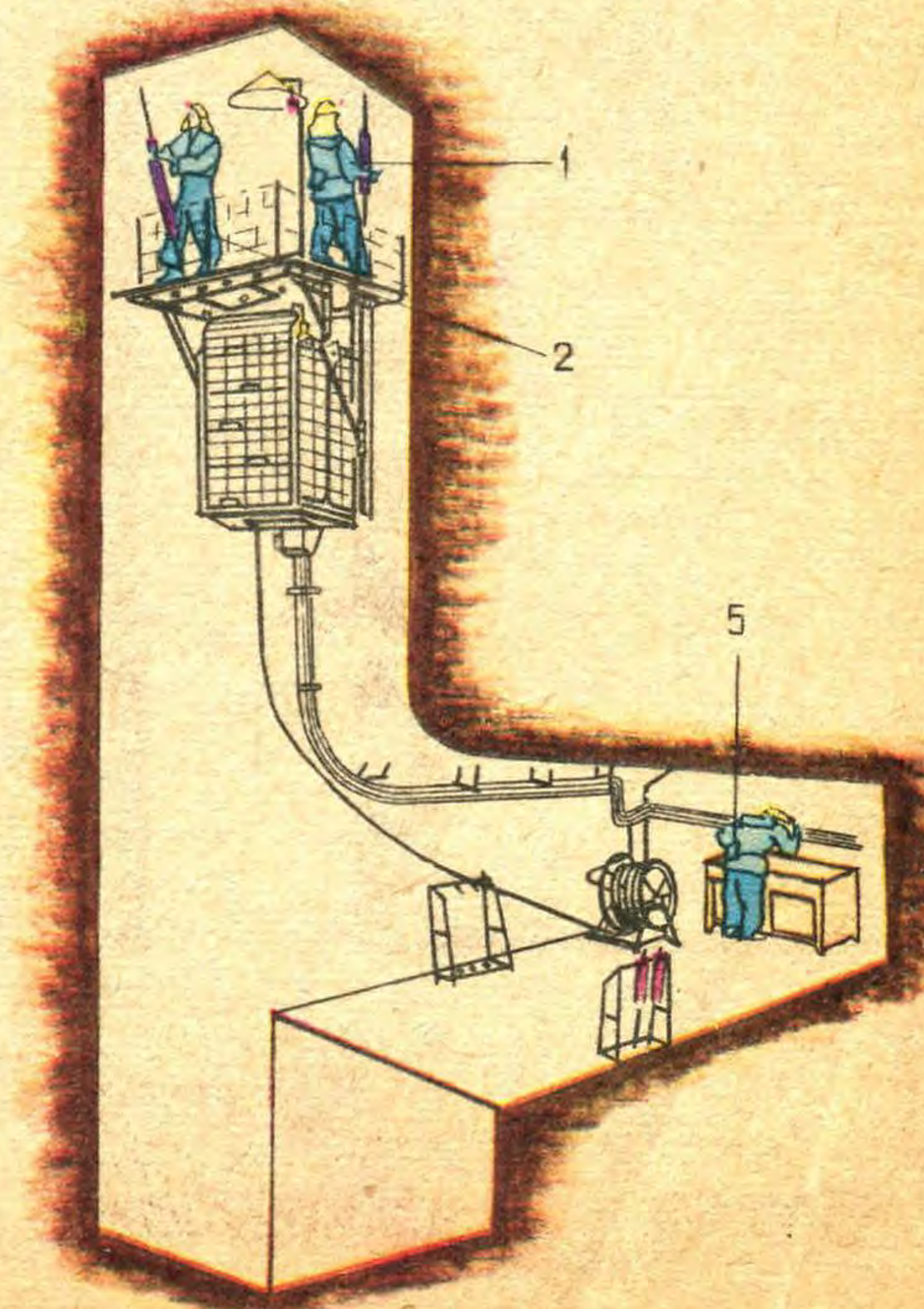
Гора вся пронизана сетью вертикальных и горизонтальных выработок, общая протяженность которых достигает десятков километров. Это шахты, рудоспуски (вертикали) и штольни (горизонталы). Чтобы не загромождать рисунок, на нем сделаны лишь один вертикальный и

один горизонтальный разрезы и показана система доставки руды с карьера «Мукуланский» на промплощадку. На «Мукуланском» добычу ведут открытым способом, хотя в 50-е и 60-е годы основные поступления шли за счет подземных выработок. Ныне оба способа совмещаются.

Породы, содержащие молибден и вольфрам, очень тверды. Взятые у горы силой взрыва, они по рудоспускам попадают на горизонт промплощадки, грузятся в вагонетки и вывозятся к дробильно-транспортному узлу.

Основная откаточная и транспортная артерия рудника — штольня «Главная». По ней электровозы ведут составы большегрузных вагонеток емкостью 4 м<sup>3</sup> с пневматическим опрокидывателем. На комбинате уже давно внедрен перепуск руды с более высоких на нижележащие горизонты. Это позволило централизовать откатку, отказаться от транспортировки на отдельных горизонтах и тем самым значительно сократить расходы по доставке руды.

О росте производительности труда горняков говорят неоднократно устанавливаемые здесь всесоюзные рекорды скорости проходки подземных вертикальных выработок. Ведутся они снизу вверх. Система механизации продумана так, что позволяет бурить глубокие скважины в «потолке» породы, закладывать туда взрывчатку, обрушивать руду на нижний этаж и удалять ее оттуда с помощью мощных скреперных лебедок. Эта система снизила выход негабаритной руды по сравнению с другими способами разработки месторождений, увеличила производительность труда скреперистов, а так-





же позволила уменьшить расход взрывчатых материалов при вторичном дроблении.

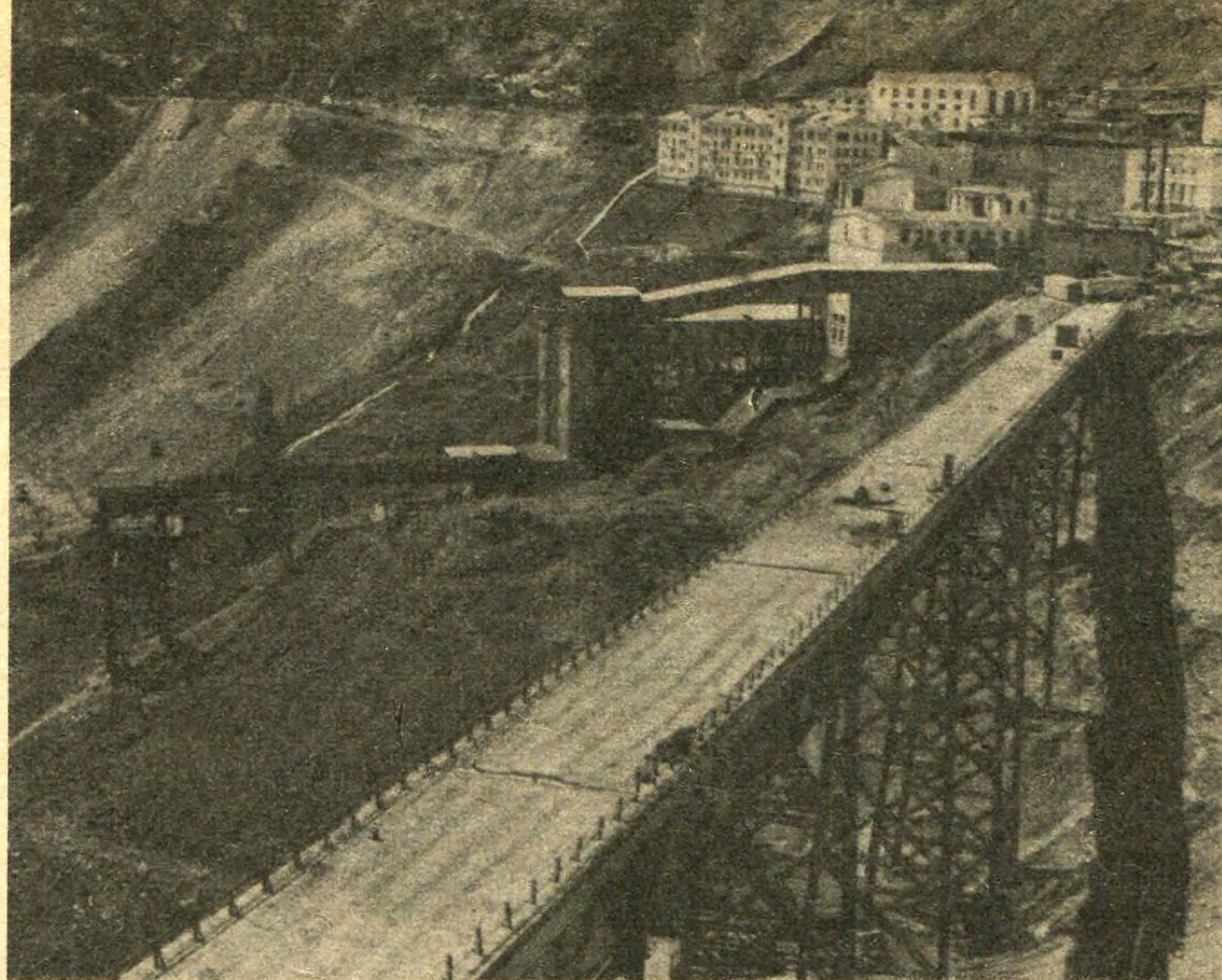
А насколько активно идет открытая добыча на «Мукуланском», можно судить по тому, что здесь пришлось даже срезать вышележащий горный массив, который грозил опуститься в карьер. Об этой опасности заблаговременно узнали благодаря показаниям чувствительных сейсмических приборов. И тогда горную вершину Мукулан решили ликвидировать. В последний день 1977 года на вершине раздался взрыв огромной силы. В балку и район воронок, образовавшихся от подземных выработок рудника «Молибден», было сброшено более 400 тыс. м<sup>3</sup> породы.

На расчистку площадки, возникшей после взрыва, устремились экскаваторы и многотонные БелАЗы. Затем началась подготовка ко второму взрыву, что, в свою очередь, даст фронт для развития вскрышных работ, чтобы проложить новые подступы к рудному телу.

Словом, инженерные службы комбината делают все возможное, чтобы добыча руды росла из года в год. Именно поэтому и пришлось заняться созданием, помимо грузовых канатных дорог, новых транспортных артерий.

## ТЕХНОЛОГИЯ, ПОДНЯТАЯ В ГОРУ

Новый производственный комплекс спроектировали сотрудники ленинградского института «Механобр» в содружестве со специалистами других учреждений. В основу проекта положена смелая идея: широко применяя механизмы и автоматику, требующие для своего об-



служивания минимум рабочих, поднять вверх, на уровень промплощадки карьера «Мукуланский», как можно больше операций по переработке руды. А говоря детальнее, предложено измельчать ее наверху и, смешав с водой, в виде пульпы спускать по трубам к обогатительной фабрике.

Теперь, помимо канаток, руда двинулась от дробильно-транспортного узла еще и по ленте конвейера, смонтированного в длинном тоннеле, который покоится на серии опор разной высоты. Так руда попадает в корпус самоизмельчения, где уже пришли в движение гигантские мельницы. После них руда представляет собой уже не куски, а пульпу, и она устремляется в трубы гидротракта.

Более чем на 3 километра тянется по склону горы двойная нитка пульпопровода. Через каждые 30—40 м возвышаются черные «бочки» стальных колодцев, так что трасса непрерывно идет уступами. «Бочки» нужны, чтобы гасить скорость движения пульпы, уберечь трубопровод от разрушающей силы потока.

Выполняли уникальные работы опытные коллективы трех министерств: строительства предприятий тяжелой индустрии, монтажных и специальных строительных работ, цветной металлургии. В сложных условиях пришлось трудиться монтажникам. Для кранов, бульдозеров на крутых склонах делали площадки всего в несколько десятков квадратных метров. Малейшее неосторожное движение грозило бедой. Но беды не случилось.

Создана и замкнутая система водоснабжения (см. центральный раз-

ворот). С обогатительной фабрики пустая порода поступает по трубе в отстойник. С его поверхности чистую воду откачивают две плавучие насосные станции, направляя ее к насосной высокого давления для подачи наверх, в гору.

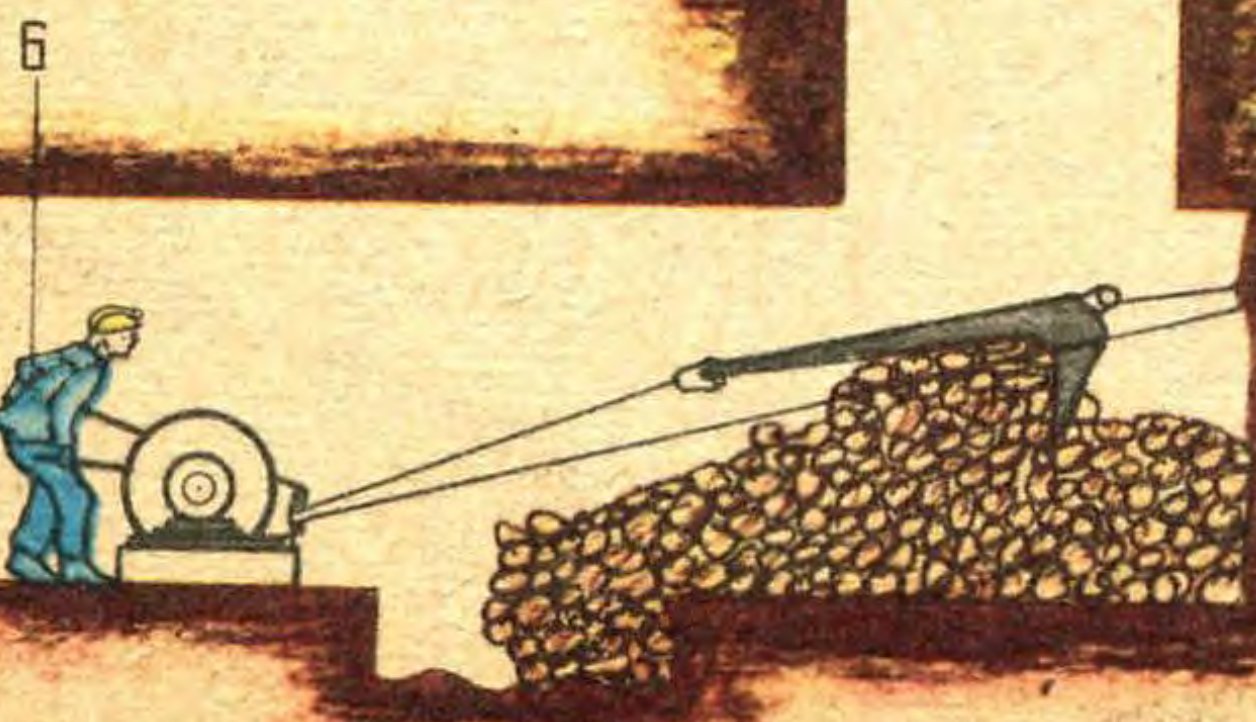
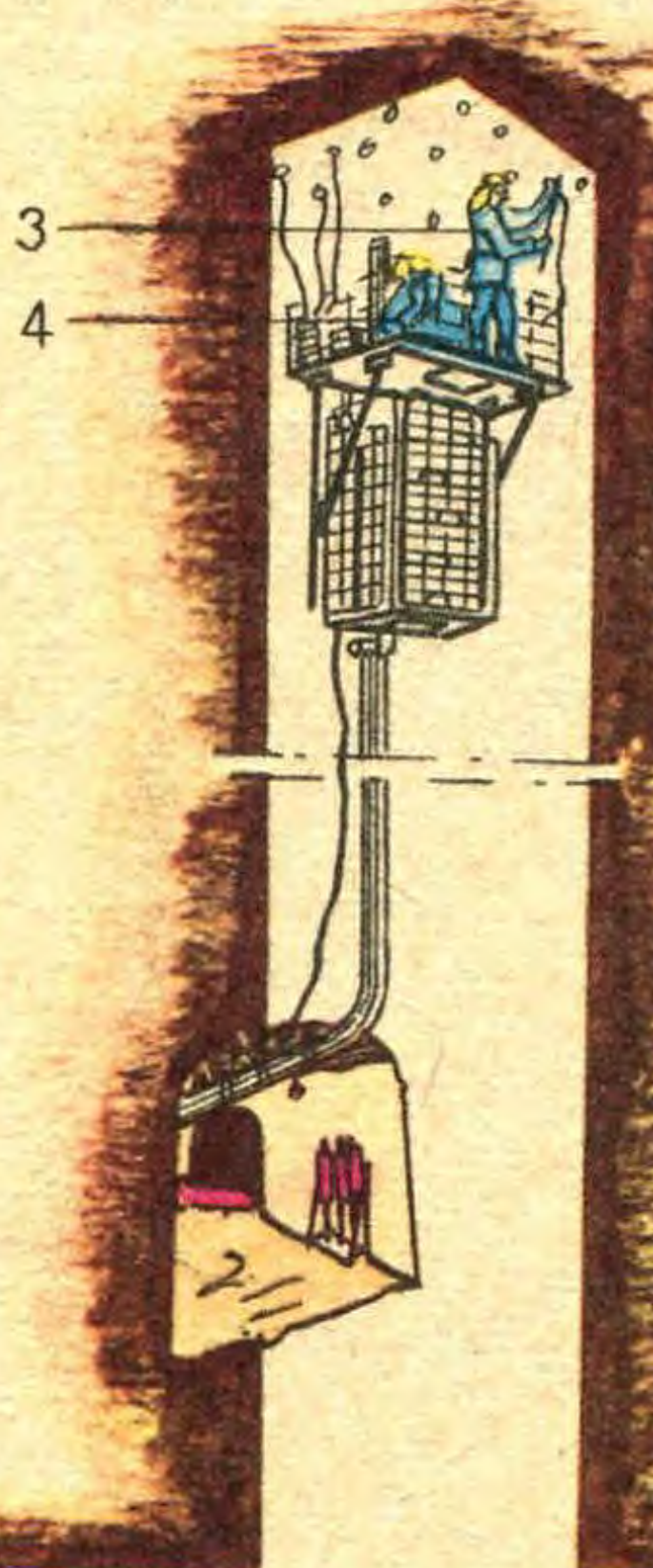
Параллельно велась реконструкция обогатительной фабрики. Снималось прежнее дробильное оборудование, устанавливались новые эксплуатационные машины, высокоэффективные сгустители. Комбинат уже дает вольфрамовый и молибденовый концентраты по новой технологии. С вводом в строй первой очереди комплекса на проектную мощность добыча и переработка руды на комбинате увеличатся в полтора раза.

В цехах обогатительной фабрики путь руды заканчивается. Полученный продукт для дальнейшей переработки идет на гидрометаллургический завод в городе Нальчике.

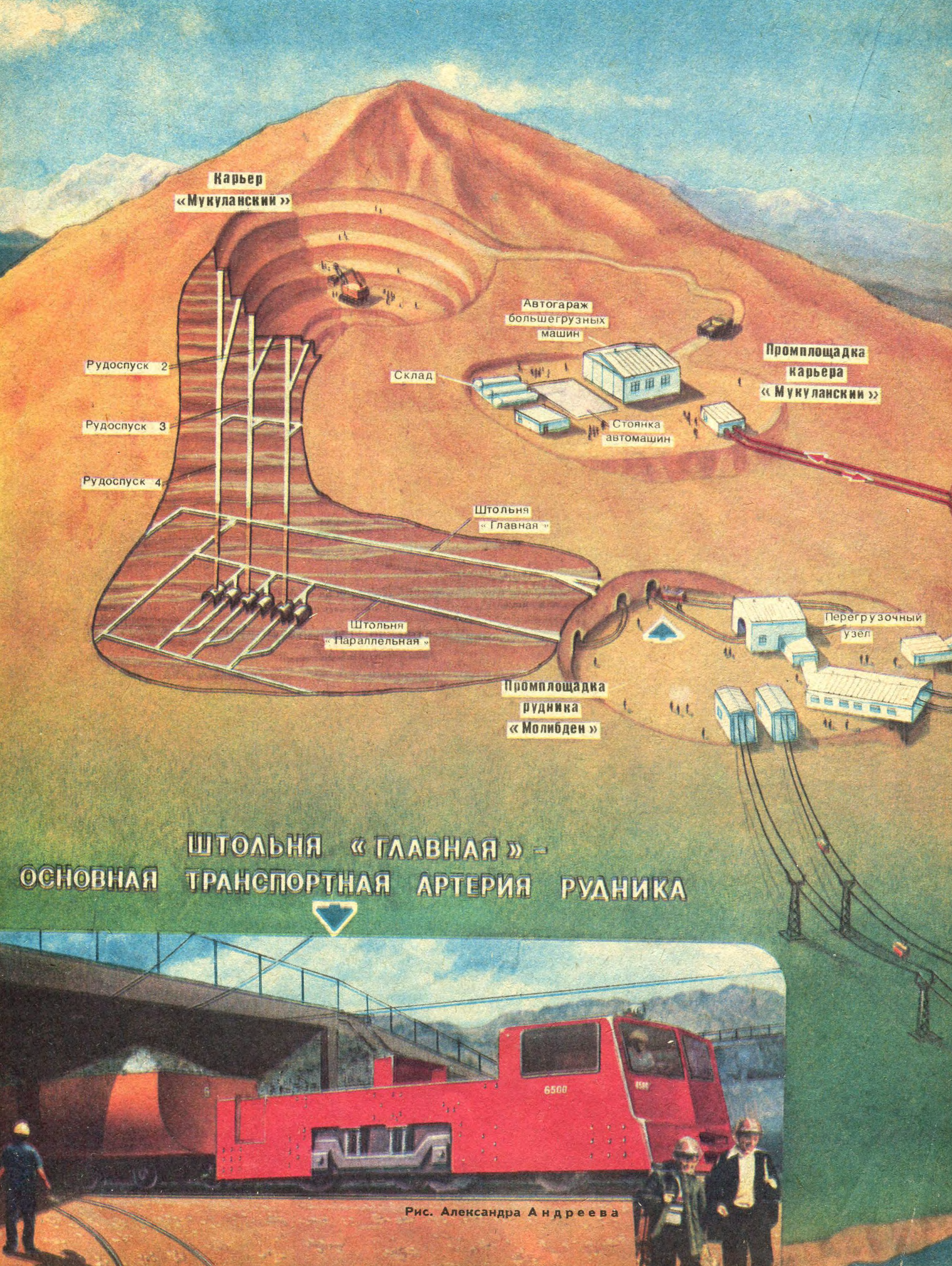
Современным высокопроизводительным предприятием гордится Кабардино-Балкария. В ходе реконструкции коллектив комбината накопил ценнейший опыт, который могут позаимствовать многие предприятия нашей страны, причем не только цветной металлургии. Особый интерес для других отраслей представляет внедрение системы трубопроводного транспорта.

Конвейерный тоннель, установленный на опорах.

Организация труда в проходческом звене при подземных выработках: бурение (справа); зарядание и взрывание (слева). Цифрами обозначены: 1 — проходчик-звеньевой, 2 — проходчик, 3 — старший взрывник, 4 — взрывник, 5 — электрослесарь, 6 — скреперист.







Карьер  
«Мукуланский»

Рудоспуск 2

Рудоспуск 3

Рудоспуск 4

Склад

Автогараж  
большегрузных  
машин

Стоянка  
автомашин

Промплощадка  
карьера  
«Мукуланский»

Штольня  
«Главная»

Штольня  
«Параллельная»

Промплощадка  
рудника  
«Молибден»

Перегрузочный  
узел

ШТОЛЬНЯ «ГЛАВНАЯ» —  
ОСНОВНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ АРТЕРИЯ РУДНИКА

Рис. Александра Андреева







# В ДВУХ ШАГАХ

# ОТ ЭПИЦЕНТРА

ВЛАДИМИР ГУБАРЕВ



## Подземный склад

Человек может жить без воды несколько суток.

Машина немыслима без горючего.

Эту аналогию я привел вовсе не для того, чтобы доказывать преимущество живого над «металлом». Нет. Я хочу подчеркнуть одну тривиальную мысль: современная цивилизация невозможна без газа, нефти, угля и других видов топлива. Армия разнообразной техники обслуживает человечество.

А прожорливость машин тоже общеизвестна. Они «съедают» все горючее, которое добывает человек всеми доступными ему способами. Миллиарды тонн нефти, газа и угля уже ушли в топку цивилизации, обернувшись для нас городами, заводами, комфортом. Но с каждым днем топлива требуется больше и больше. Поэтому столь интенсивны поиски нефти и газа во всех уголках земного шара.

Полноводные реки, небольшие речушки и крохотные ручейки нефти и газа текут сегодня по трубопроводам. Одни из них гиганты, другие тоненькие — толщиной с палец. И если бы мы смогли видеть

сквозь металл и посмотреть сверху на такой город, как Москва, мы разглядели бы грандиозную «кровеносную систему», которая питает и заводы и дома горючим. Если вытянуть трубопроводы в одну линию, то пришлось бы оперировать расстояниями вполне астрономическими.

При столь больших объемах горючего, добываемого и потребляемого, нельзя обойтись без всевозможных резервуаров и емкостей, где сосредоточивались бы его запасы.

Это нужно не только крупным городам и магистральным нефте- и газопроводам, но и любому колхозу, небольшому предприятию, геологической партии. Везде, где люди имеют дело с горючим, то есть там, где есть машины, — в 99 случаях из ста.

Итак, очевидно, речь должна идти о цистернах... Но не будем торопиться.

Чтобы построить из металла хранилище, например, для нефтепровода «Дружба», наверное, крупному металлургическому комбинату придется работать несколько месяцев. Это только для того, чтобы дать металл. А строительство? Здесь ворох неразрешенных проблем. И поэтому найдены новые, хотя и необычные, но, безусловно, очень эффективные способы хране-

ния горючего. О них мне рассказал один из специалистов.

...Сказочная картина предстает перед вами, когда вы спускаетесь в соляную шахту. Раньше шахта была затоплена. Сейчас воду откачали, и сверкающий, переливающийся всеми цветами радуги туннель лежит подобно дороге, ведущей во владения Хозяйки Медной горы...

Главные художники этого великолепного интерьера — вода и соль. Они тщательно «заделали» каждую трещину. Способность соли «заплывать» плюс хорошая растворимость и подсказали ученым метод создания подземных хранилищ.

В скважину опускается набор труб. Через них вода вымывает соляной раствор, и постепенно в пласте разрастается полость. Свод укрепляется настолько, чтобы он мог выдержать нагрузку многометровой толщи грунта. В конце концов в соли упакована гигантская «бутылка». Стенки благодаря ее способности «заплывать» достаточно прочны, чтобы надежно, как в настоящей бутылке, хранить многие годы нефть, бензин, керосин.

Такие хранилища есть, в частности, в Башкирии и Армении. Можно было бы построить и больше — оказывается, соляные пласты залегают во всех районах, даже Москва на них стоит. Но специалисты

Начало см. «ТМ» № 11 за 1978 год.



столкнулись с совершенно непредвиденной трудностью. Они не знают, куда девать соляной раствор — загоняют его под землю или отдают на химические комбинаты.

Между тем, если поставить у скважины элементарную установку для выпаривания соли, то легко можно заполнить брешь в пищевой промышленности. Но установок нет. Дело не в том, что конструкция сложна и их трудно изготовить, — просто некому ими заняться. Министерству газовой промышленности не до того, а Министерство пищевой промышленности не имеет возможности самостоятельно с этим справиться. Так и лежат горы соли между двумя ведомствами.

Сравнительно недавно неподалеку от моего дома на окраине Москвы находился большой склад горючего. Гигантские серебристые шары казались мне очень красивыми. Идя в школу, я любовался ими — действительно, они выглядели эффектно. Но если вдуматься, то это любованье вызвано отсталостью. Технической отсталостью. Потому что слишком дорого обходится эта красота государству. Склады под землей, надежные, безопасные, — вот признак технического совершенства. Склады, над которыми шумят леса и разбиты парки...

Существует несколько способов создания хранилищ под землей...

Обычные химические взрывчатые вещества достаточно широко использовались для подобной работы. В слои породы закладывался мощный заряд тротила. После взрыва образовывалась полость, в которую уже можно было закачивать горючее. Но срок службы такого склада, к сожалению, не очень долгов, потому что стенки постепенно осыпались и гора породы на дне неумолимо росла. Полость переставала существовать. Несколько лет склад работал, а потом выходил из строя. Даже не успевал окупить себя.

Известно, что при высоких температурах порода превращается в «кирпич». А если организовать своеобразный кирпичный завод под землей? И в скважину опустил специальную горелку. До тысячи градусов разогревалась порода и, запекаясь, превращалась в твердый камень. Такой склад уже держится сколь угодно долго. Осыпание не грозит ему, как дому из кирпича.

Но не правда ли, насколько усложнилась вся процедура? Уже недостаточно пробурить скважину и произвести взрыв, нужно опустить специальную горелку, обжигать стены.

А нельзя ли совместить оба процесса? Можно, если использовать энергию ядерного взрыва...

Наука не любит торопливости. Только тщательный анализ всех данных покажет, удачен эксперимент или нет. И хотя главная скважина уже закончена, сейчас мы ждем, пока ученые установят всю свою аппаратуру. Несколько дополнительных скважин пробурено рядом с главной, и в них опущены датчики — глаза и уши исследователей.

— То, чем мы сейчас заняты, конечно, интересно. Но уже после двух-трех аналогичных экспериментов науке здесь нечего будет делать. Хранилища начнут создавать, как на конвейере, — говорит один из ученых — геофизик. — Где-то, скажем, нужно хранилище, приедут специалисты, произведут взрыв — и, пожалуйста, готово. Одним словом, начнется подлинно промышленное использование ядерного взрыва...

Научный руководитель эксперимента смог мне уделить два часа. Я спросил:

— Насколько я понял из рассказов геологов, с помощью ядерного взрыва образуется полость, и одновременно идет обжиг, точнее, укрепление стенок?

— Правильно, — подтвердил научный руководитель. — И кстати, обычные химические взрывчатые вещества применить для этого невозможно. Судите сами. Необходимы хранилища объемом 10, 15, 25 и более тысяч кубометров. Подсчеты показывают, что тогда в одной точке потребуется сосредоточить несколько тысяч тонн тротила. Задача явно невыполнимая. Если попытаться загрузить в скважину такое количество взрывчатки, то она заполнит ее до горловины. О создании емкости не может быть и речи. Безусловно, можно попробовать достичь цели, многократно взрывая небольшие заряды. Сначала получить маленькую полость, потом опустить в скважину следующий заряд, затем еще один. Вполне понятно, что этот процесс очень трудоемок и неэффективен, потому что обратная волна разрушит стенки. Мне кажется, что крупных хранилищ этим методом не построишь...

— Очевидно, малые габариты и большая мощность ядерного заряда — основные его преимущества?

— Не только, — возразил ученый. — Взрыв химических ВВ гораздо больше растянут по времени, чем ядерный. К тому же ударная волна ядерного взрыва жестче, ну и, естественно, высокие температуры — миллионы градусов... Ударная волна, проходя через грунт, совершает тройственную работу: испаряет, расплавляет и нагревает его. Грунт резко уплотняется, кроме того, идет обжиг и термоуплотнение породы.

— Как известно, при нагреве порядка тысяч градусов глина превращается в кирпич, а при более высокой температуре — в стекло...

— В какой-то мере ядерный взрыв берет на себя роль гончара. Но наша главная задача — обработка сравнительно мощной толщи породы, а не только стенок. Безусловно, какая-то прочная корочка появится. Однако повторяю: важнее та зона, где после взрыва температура будет высокой. От прочности породы зависит устойчивость стенок хранилища.

— Расплав стечет, значит, на дне образуется озеро из стекла?

— Стекловидной пористой массы... Я рассказал вам о теоретических предпосылках. Задача этого эксперимента — проверить их. К сожалению, очень много неясного. Прежде всего интересно проанализировать работу взрыва в пласте. Пока таких данных недостаточно. Во-вторых, любопытно выяснить, насколько устойчивы стенки хранилища. Здесь тоже много всяких вопросов. К примеру, как поведет себя вода в порах? Естественно, после взрыва она перейдет в пар. А при падении температуры? Не будет ли пар разрушать стенки? Если да, то насколько велика эта разрушительная сила? Смогут ли давление в полости воспрепятствовать разрыву породы, на чьей стороне окажется победа в единоборстве давления и пара? Ответы на эти вопросы пока не получены. И наконец, как поведут себя радиоактивные изотопы, как долго они будут жить и т. д.?

— Таким образом, хранилище еще долго нельзя будет использовать?

— Вы ошибаетесь. Уже через несколько месяцев. Можно и раньше. Но так как взрыв в подобных условиях для нас новый, необходимо провести исследовательские работы, и это задержит заполнение хранилища. Вскоре после взрыва мы отправим в полость телевизионную установку и посмотрим, как выглядят стенки. А потом уже накачаем, например, нефть.

— А радиация?

— Расчеты показывают, что нефть можно запускать сразу. Она не сорбирует радиоактивные газы, и радиация в ней не наводится. Опасность представляют только механические включения, но контроль за ними легко осуществить. И естественно, сразу избавиться...

— Это тоже пока теоретические данные?

— Нет, уже экспериментальные. Нефть облучалась в реакторах.

— Значит, только через несколько недель мы выясним, что эксперимент удался, то есть когда увидим хранилище на экране телевизора?



— Я бы сказал — не выясним, а убедимся. На цементный столб через 10—15 минут после взрыва мы установим геоакустические датчики, соединенные с магнитофонами, и будем слушать, что происходит под землей. Думаю, что хранилище достаточно хорошо «расскажет» о себе. Цементный столб забивки — неплохой звукопровод. И хотя сразу после взрыва основание столба скрутится и обгорит, «разговор» с хранилищем состоится...

— Вокруг главной скважины несколько исследовательских. Одна из них — на расстоянии всего пяти метров, аппаратура погибнет мгновенно...

— Да, но мы все же успеем получить параметры ударной волны. А потом уже эта скважина не нужна... Другие находятся дальше от эпицентра. Их датчики должны взять сведения о температуре и сжатии. Они пропустят ударную волну и только потом начнут работать... Часть аппаратуры у нас вынесена в специальный домик. Здесь же кино- и фотооборудование — чтобы проследить и заснять так называемое «откольное явление». Ударная волна как бы откалывает верхний слой земли, он приподнимается и падает под собственным весом. Киносъемка позволит нам измерить этот временный подъем поверхности...

— В лагере много ученых. С точки зрения ядерного взрыва их присутствие оправдано?

— В основном они включатся в дело на втором этапе, уже после взрыва. Здесь организуется научная станция, которая будет вести разнообразные исследования. Кстати, есть и группа геохимиков. Они определяют, какие минералы получились в результате действия высокой температуры и давления. Ведь возможны самые разнообразные превращения. Пока мы знаем, что графит в этих условиях превращается в алмаз...

— Неплохо бы увидеть на дне хранилища россыпь алмазов, — пошутил я.

Ученый не улыбнулся.

— Я не удивлюсь, если в будущем, — сказал он, — ядерный взрыв будет использован и для промышленного «производства» искусственных алмазов... Но это сравнительно далекое будущее, а широкое применение ядерных взрывов для создания хранилищ — ближайшая перспектива, потому что, по моему мнению, это самый дешевый и эффективный способ строительства подземных складов. Это сейчас здесь много людей, всем интересен первый опыт, а через несколько лет подобная работа станет обыденной.

На площадку завозят станок, бу-

рят скважину. Приезжают подрывники, закладывают ядерный контейнер, цементируют скважину. Проводят взрыв и уезжают. Тем же станком затем делается «горлышко», и хранилище готово. Быстро, удобно.

— Строительство хранилищ с помощью подземных ядерных взрывов возможно только в соляных грунтах?

— Практически они существуют в любом районе Советского Союза.

Площадка имеет совершенно фантастический, нереальный вид. Долго смотрим на нее и, наверное, впервые понимаем, сколь необычное свершается в этом заброшенном уголке земли.

Природа, подарив человеку на несколько минут свою первозданную, необъяснимую красоту, возвышает его над собой. Он превращается в созерцателя, философа. Он делается лучше, возвышенней. Он чувствует свою силу, потому что эта красота принадлежит ему.

В эти минуты человек становится нежнее к другим.

Мне показалось, что осень прощается с нами...

Машина доставила на площадку ядерный контейнер.

Идет промывка скважины, измеряется плотность раствора. Рядом лежит макет, накрытый брезентовым чехлом...

В 8 вечера начался спуск макета — точной копии контейнера. Во-первых, необходимо проверить, не застрянет ли он где-нибудь в скважине, во-вторых, это тренировка буровой бригады.

Бригада работала слаженно, безукоризненно четко... Через несколько часов макет достиг проектной отметки и тронулся в обратный путь.

**Я** приехал на площадку пораньше. Возле установки хлопотали исследователи. Геннадий, Петр, Алексей сматывали на барабаны «свой» кабель. Поздоровались.

— Видите, как наука делается, — улыбнулся Петр, показывая на грязь. — Ничего не попишешь, стихия...

Здесь же конструкторы. Их легко определить по белоснежным перчаткам. Перчатки выглядят нелепо, но уже спустя минуту понимаешь — иначе нельзя.

Ядерный контейнер... Небольшой зеленый цилиндр. Я даже разочаровался: настолько он показался маленьким, несоизмеримым с той колоссальной энергией, которую ему предстояло породить. А тут — возьми под мышку и уноси...

На буровую прибыла дневная смена. Буровой мастер, которого все бесконечно уважают за его великое

мастерство, первым подошел к вышке. Он придирчиво осмотрел устье, спускные колонны, агрегаты. Подал сигнал.

Медленно поползла стрела крана. Звук работающего мотора стал приглушенней.

— Ишь ты, — сказал кто-то рядом, кажется, Петр, — видно, тяжелое... Маленькое, а тяжелое...

Машинист крана нес над землей свой драгоценный груз очень бережно.

Вчера вечером, разговаривая о предстоящем спуске, один из проектантов назвал контейнер «Аннушкой». Сейчас мне тоже захотелось назвать его этим ласковым женским именем. Он выглядел крохотным и беспомощным в нагромождении машин, установок, приспособлений. В голову пришла несуразная мысль, что все окружающие ошибаются — это не мощный ядерный заряд, а обычная фугаска.

«Аннушка» установлена на специальной подставке. Две крышки закрывают входы кабеля. Начальник группы подрыва сам завинчивает последние винты, потом отходит в сторону.

— Можно опускать, — тихо говорит он.

— Можно опускать! — вторит председатель комиссии.

Буровики не спеша идут к вышке. В их неторопливости и торжественности, и уверенности в своих силах, и плохо скрываемое волнение.

С обеих сторон станка две эстакады. Слева подается основной кабель, справа — исследовательский. Алексей и Геннадий забрались наверх и крепят ярко-красные датчики к спускной трубе. Геннадий рулеткой мерит расстояние от «Аннушки» до первого датчика. Что-то кричит Петру. Тот аккуратно заносит цифру в записную книжку.

Ядерный контейнер начинает опускаться. Горловина скважины открыта, вот уже зеленоватый цилиндр поравнялся с ее краями. Проектная отметка!

Скважину заполняют цементным раствором. Теперь уже «Аннушка» навсегда останется в земле. Ее «похоронили». Остается только ждать, пока затвердеет раствор и пробки наберут нужную прочность.

У шлагбаума, перегородившего дорогу, собрались буровики, геологи, физики, газовики. На шлагбауме лаконичная надпись: «Проход, проезд воспрещен!»

Мы с этой стороны, а радиометристы там, с другой. Они первыми поедут к площадке. Подхожу к ним, все-таки буду ближе других. Профессия обязывает...

В воздух взмывает красная ракета. Сразу же километрах в двух от нас, за леском, видим другую.



Значит, сейсмическая аппаратура готова к опыту.

Осталось чуть больше минуты.

Я подношу к глазам бинокль и смотрю на площадку. Из-за леса показывается черная точка, быстро приближается. Ворона. Обыкновенная ворона. Недолго раздумывая, она садится на бетон рядом со скважиной.

— Осталось сорок секунд! — раздается из репродуктора.

Теперь уже исчезли лес, дорога, люди. Я вижу только мачты. До боли в глазах вглядываюсь в опушку леса.

Черная точка поднялась и словно нехотя поплыла над полем. Кажется, ворона улетела вовремя.

Осталось 10 секунд!.. 8... 2...

Вспыхивают световые маяки. Их перемещение, застывшее на киноплёнке, расскажет о движении поверхности земли при взрыве...

С двумя физиками уезжаем в Москву.

— Когда-нибудь приеду сюда в отпуск, — замечает один, — рыбу ловить, грибы собирать. Хорошо здесь! Как-то раньше не замечал...

Мы молчим.

— Как вы думаете, — наконец спрашиваю я, — хранилище не обрушится? У ученых были неясности...

— Стойт, — говорит один.

— И долго будет стоять, — добавляет другой.

Первый ядерный взрыв подтвердил расчеты проектировщиков. Второй окончательно развеял сомнения скептиков. Третий возвестил о рождении новой технологии создания подземных хранилищ — теперь уже не для нефти, а для газового конденсата.

Проектировщики рассказывают о своей работе подробно, углубляются в расчеты, схемы, чертежи.

— К сожалению, месторождения не разбирают, что над ними — солончаки или отличные пахотные земли, — начал один из них, — вот и приходится вступать газовщикам и нефтяникам в конфликт с сельским хозяйством... А наш метод помогает спасти эти поля... В Оренбуржье, например, им цены нет — здесь выращивают лучшие сорта твердых пшениц, каждый клочок земли на строгом учете. К тому же исключается опасность пожаров и взрывов, ведь хранилища находятся на километровой глубине...

Конечно, возможность сохранять пахотные земли и гарантировать безопасность эксплуатации важна при сравнении двух типов хранилищ — подземных и наземных, но главное все-таки капитальные затраты. Стальные резервуары не

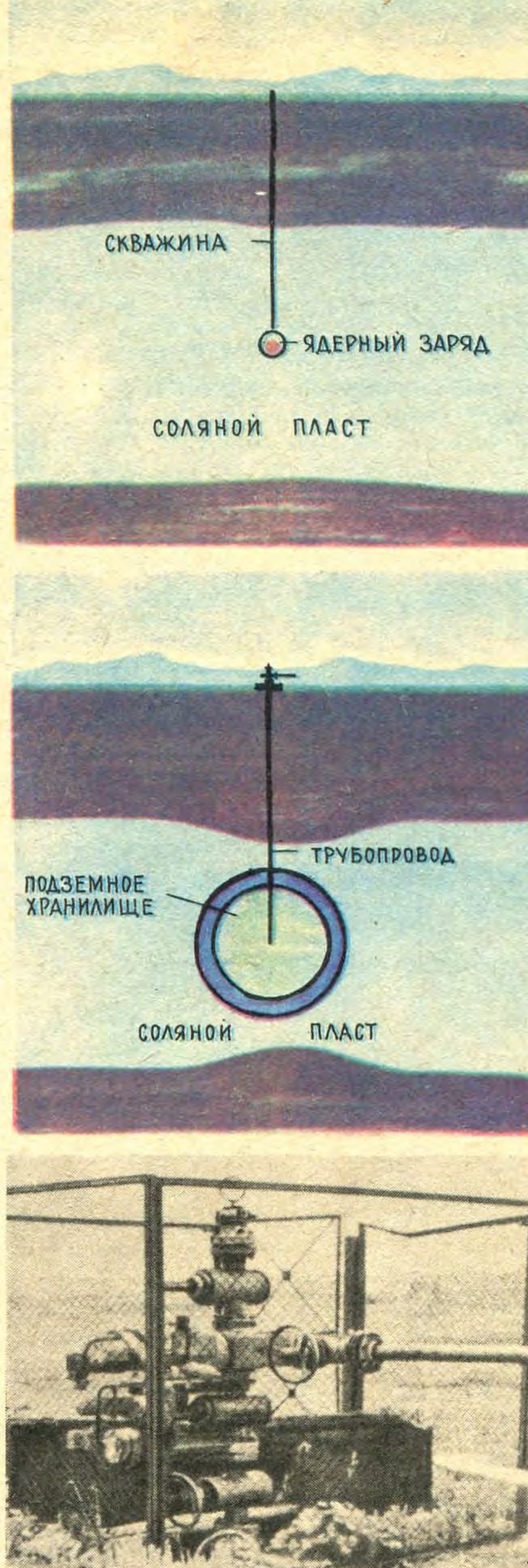


Схема образования хранилища для газового конденсата.

На фотографии — так выглядит на поверхности этот крупнейший подземный резервуар.

выдерживают конкуренции. Срок сооружения ядерного склада для газового конденсата — 5—7 месяцев, стального — 3—4 года. Металла, естественно, для потайных резервуаров требуется в 15—20 раз меньше. А это чрезвычайно существенно: используются легированные стали, так как обычные под действием серы, содержащейся в конденсате, интенсивно корродируют. Короче говоря, строительство ядерных складов емкостью несколько десятков тысяч кубометров в 3—5 раз дешевле. Да и в эксплуатации экономия средств немалая.

Первые хранилища наметили на работающих месторождениях. Здесь ощущался их острый дефицит. Правда, нельзя не упомянуть о сомнениях, которые высказывали газовщики: мол, месторождение действует, существуют поселки — не выведет ли искусственное землетрясение из строя оборудование, нет ли угрозы здоровью людей?

Но опыт ядерных взрывов в мирных целях — некоторые из них проводились в аналогичных условиях — подтверждал, что мощь ядерного заряда управляема: безопасность эксперимента, как это традиционно принято в атомной науке и технике, обеспечивается полностью.

К запланированному сроку подготовительные циклы были завершены. Ядерный заряд опустили, скважину зацементировали.

На окраине деревни, в 12 километрах от скважины, расположились вагончики физиков. Именно отсюда была передана команда на взрыв. У самой скважины был еще один вагончик. Его антенна приняла приказ, и через несколько секунд земля покачнулась...

Температура в несколько миллионов градусов испарила сотни тонн каменной соли. В земле образовался шар, внутри которого в первые миллисекунды давление достигало нескольких миллионов атмосфер. Этот шар расширился, но постепенно давление в нем падало. И наступило равновесие: горные породы нейтрализовали силу смеси газов.

Пока еще трудно было определить, насколько точны теоретические расчеты. Слишком раскалилась родившаяся полость...

Наконец разбурена цементная пробка в скважине. Парогазовая смесь устремилась вверх. Она сразу же попала в «плен» — в специальные очистные устройства.

Исследование полости подтвердило: оплавленные стенки подземного хранилища выдерживали давление горных пород. Они не обрушились, стоят прочно. Но не будет ли утечки конденсата? Не появились ли где-нибудь трещины?

Как положено при завершении строительства любых хранилищ, началось испытание на герметичность. В емкость закачали газ. И тут одно событие заставило проектировщиков изрядно поволноваться: неожиданно давление газа чуть упало. Неужели трещина?

Добавили газ, подняли давление до 85 атмосфер.

День проходит, два, три... неделя... Утечки нет. Значит, газ заполнил все пустоты в пласте. Через месяц сомнений уже не оста-

Окончание на стр. 43



# КОРРОЗИЯ—БОЛЕЗНЬ ВЕКА



## ЛОКАЛЬНЫЕ ФОРМЫ КОРРОЗИИ

ВАЛЕНТИНА КНЯЖЕВА,  
кандидат химических наук

Несведущий человек, заглянувший в современный справочник по коррозии металлов, наверняка будет ошеломлен обилием напастей, поджидающих металлическое изделие. Каких только видов коррозии здесь нет! Кроме обычного ржавления, металл может подстегать и щелевая коррозия, и коррозионная усталость, и контактная коррозия, и водородное охрупчивание и т. д. Но из всего множества таких локальных, местных, форм коррозии наиболее часты и опасны три — межкристаллитная коррозия, коррозионное растрескивание и питтинг...

### ОПАСНОСТЬ НА ГРАНИЦАХ ЗЕРЕН

Каждый, кто впервые попадает в центральную заводскую лабораторию или в цех испытаний предприятия, имеющего дело с коррозионно-стойкими сплавами, невольно обратит внимание на стеклянные колбы, заполненные бурно кипящими жидкостями. Приглядевшись, можно увидеть сквозь васильково-синюю или желтую жидкость лежащие на дне колб образцы металла.

Вот сотрудник лаборатории извлекает образцы. Бросает один из них на металлическую плиту, и вместо привычного звонкого металлического звука раздается звук глухой, как будто брошен не кусок металла, а кусок дерева. На дру-

В № 10 за 1978 год статьей академика Я. Колотыркина журнал начал публикацию цикла материалов, посвященных одной из важнейших проблем современной техники — коррозии металлов и противокоррозионной защите. Разговор был продолжен в № 11 статьями кандидата технических наук В. Новаковского и доктора технических наук Е. Ульянина. В этом номере вниманию читателей предлагаются новые материалы.

гой образец из этой же плавки сотрудник слегка нажимает рукой, и образец рассыпается в мелкозернистый порошок. Трудно поверить, что минутой раньше он представлял собой массивный кусок нержавеющей стали, внешне ничем не отличающийся от контрольного образца. Сотрудник выносит приговор: испытанная плавка нержавеющей стали склонна к межкристаллитной коррозии.

Конечно, далеко не всегда склонность к этому виду разрушения бывает так велика, как в описанном случае. Сталь бракуется, если после испытания она поражена на глубину больше 30 микрон. На поверхности изгиба таких образцов на угол 90° появляются трещины, которые служат браковочным признаком.

Межкристаллитная коррозия — одна из распространенных форм локального разрушения металлических материалов, состоящих из множества кристалликов размером от нескольких единиц до сотен микрон. Металловеды называют их зернами. Ускоренное растворение по границам зерен и есть межкристаллитная коррозия, приводящая к ослаблению или полной потере связи между зернами. Пластичность и прочность материала резко ухудшаются, и он может рассыпаться в порошок.

Межкристаллитная коррозия свойственна многим сплавам и металлам, но чаще всего в промышленности сталкиваются с межкристаллитной коррозией нержавеющей стали. Вскоре после разработки первых марок таких сталей выяснилось, что их сварные соединения быстро разрушаются, в то время как участки металла, не

подвергавшиеся нагреву в процессе сварки, прекрасно выдерживают воздействие той же агрессивной среды (рис. 1).

Во многих странах мира начались интенсивные исследования, в ходе которых выяснилось: при нагреве стали в определенном интервале температур (500—850° для широко распространенных сталей аустенитного класса) на границах зерен происходят микроструктурные превращения, приводящие к образованию избыточных фаз, обычно обогащенных хромом (рис. 2А). Чаще всего это цепочки из карбидов на основе хрома (типа  $M_{23}C_6$ ). Поскольку диффузионные процессы в твердом теле идут с очень низкой скоростью, вокруг таких цепочек образуются зоны, обедненные хромом. При контакте стали с агрессивной средой эти зоны избирательно растворяются, и начинает развиваться межкристаллитная коррозия. Чтобы избавиться от нее, надо исключить возможность образования карбидов хрома и обедненных хромом зон по границам зерен. Основным элементом, ответственным за образование карбидов хрома, — углерод, всегда присутствующий в сталях и наделенный горофильными свойствами: это значит, что он концентрируется по границам зерен. Установив причины межкристаллитной коррозии, ученые предложили три способа борьбы с ней:

1. Снижать содержание углерода ниже предела его растворимости в твердом растворе стали (примерно 0,002—0,005% для сталей аустенитного и меньше 0,01% для сталей ферритного класса).

2. Вводить в сталь стабилизирующие элементы (титан, ниобий, тан-

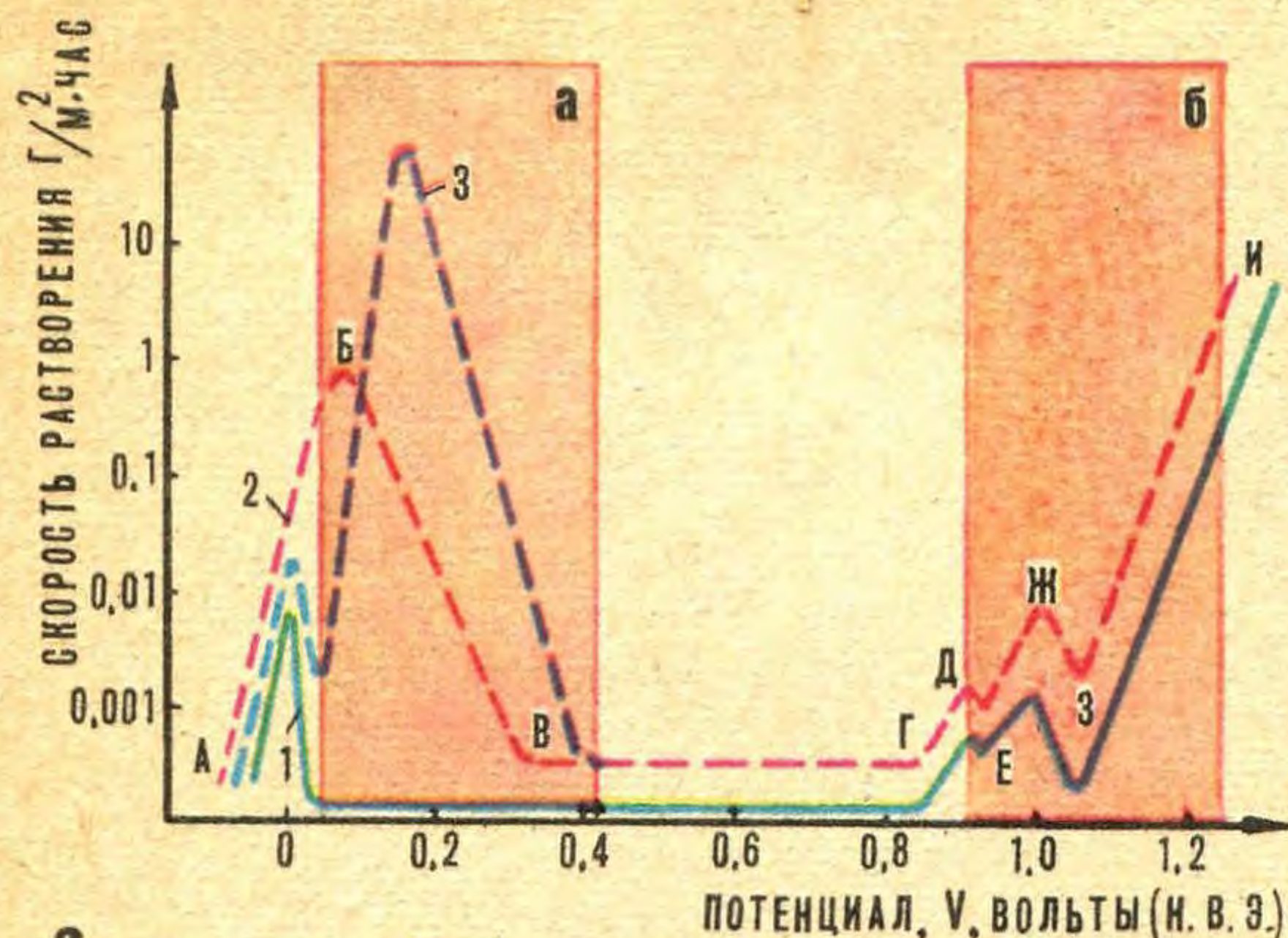
1.



2.







3.

тал и т. д.), которые связывают углерод в тугоплавкие карбиды, не разлагающиеся при основных технологических режимах нагрева стали.

3. Термически обрабатывать исходный металл, а также готовые изделия по режимам, гарантирующим разложение карбидов хрома или повышение содержания хрома в обедненных зонах за счет его диффузии из твердого раствора стали.

Наиболее часто в промышленности используется второй способ — введение в сталь при ее выплавке карбидообразующих элементов. Однако присутствие в стали карбидов ухудшает обработку ее поверхности. Кроме того, в последние годы выяснилось, что в сильно-окислительных средах карбиды стабилизирующих элементов, особенно карбид титана, ухудшают коррозионную стойкость нержавеющей сталей. Так, в совместной работе, выполненной в НИФХИ имени Л. Карпова и Институтом защиты материалов имени Г. Акимова (ЧССР, г. Прага), было установлено, что избирательное растворение карбида титана из структуры сталей (участок еж, кривая 2, рис. 3) — основная причина ножевой коррозии, развивающейся в очень узкой зоне, прилегающей к сварному шву.

Вот почему внимание коррозионистов и металлургов все более и более стал привлекать первый способ. Однако его стали активно разрабатывать лишь в течение последних 10—15 лет, когда в достаточных количествах появились исходные материалы высокой чистоты, а также новые, более совершенные технологические средства выплавки стали (см. «ТМ», № 11, 1978).

Для раскрытия механизма межкристаллитной коррозии и разработки способов борьбы с ней много дали электрохимические исследования (рис. 3). В 1-й области (а), соответствующей условиям эксплуатации сталей в слабоокислительных средах, межкристаллитная коррозия с высокой скоростью распро-

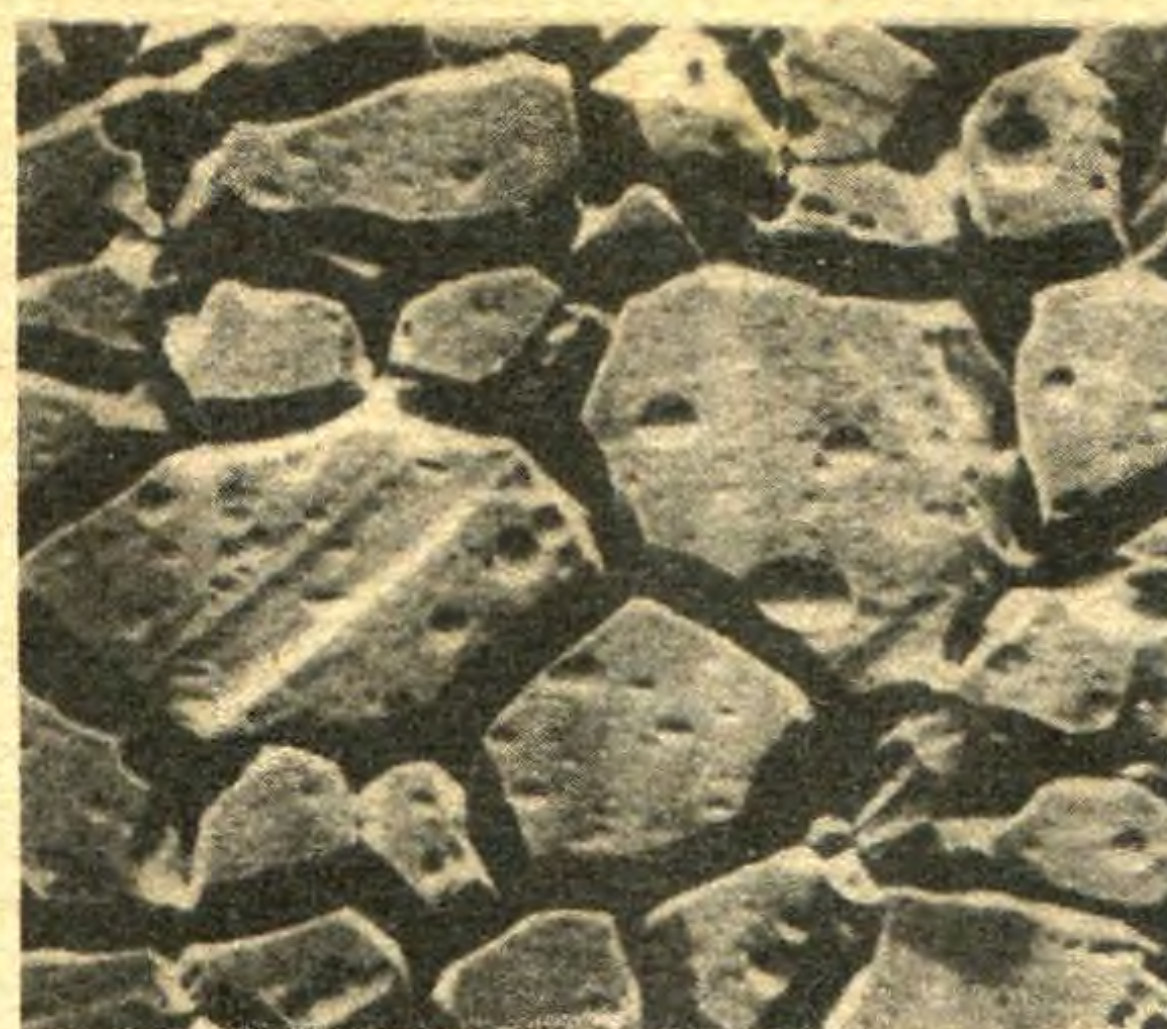
страняется в глубь металла. Здесь она обусловлена избирательным растворением пограничных зон, обедненных коррозионно-стойкими компонентами (хромом, молибденом, вольфрамом и др.).

2-я область (б) соответствует условиям эксплуатации сталей в сильно-окислительных средах. Здесь могут избирательно растворяться не только обедненные зоны, но и избыточные фазы (рис. 2Б). Кроме того, при достаточно высоких положительных потенциалах этой области обнаружено межкристаллитное разрушение, не связанное с выделением избыточных фаз по границам зерен. Скорость коррозионного процесса в этом случае на несколько порядков меньше, чем при выделении указанных фаз. Установлено, что разрушение обусловлено накоплением (сегрегацией) на границах зерен некоторых примесей (фосфор, кремний, сера, углерод и др.). Уменьшение содержания примесей повышает коррозионную устойчивость сталей в этих условиях (рис. 4).

Скорость проникновения межкристаллитной коррозии в глубь металла во 2-й области меньше, чем в 1-й. В то же время она характеризуется растравленными границами зерен и их выкрашиванием.

Между рассмотренными областями находится довольно широкая область потенциалов, в которой сталь пассивна и межкристаллитная коррозия хотя принципиально и возможна, но идет с очень низкой скоростью, не представляющей практической опасности.

Электрохимические исследования привели к двум важным практическим следствиям. Во-первых, предложен новый высокоэффективный электрохимический способ защиты от межкристаллитной коррозии оборудования, эксплуатирующегося в электропроводных средах. Суть его сводится к поддержанию потенциала оборудования в интервале между 1-й и 2-й областями. Во-вторых, созданы экспрессные электрохимические методы испытания сталей на склонность к межкристаллитной коррозии. Например, со-



А



Б

4.

гласно методу, предложенному НИФХИ имени Л. Я. Карпова совместно с ВНИИ трубной промышленности испытываемые образцы достаточно выдержать в электролите на основе  $\text{HClO}_4 + \text{NaCl}$  (кривая 3, рис. 3) при постоянном потенциале 1-й области склонности, равном 0,3 В, в течение 15 мин. А стандартный метод — кипячение образцов в жидкости василькового цвета — составляет от 8 до 24 часов. Многие предприятия уже опробовали и успешно используют экспрессный метод.

Таким образом, межкристаллитная коррозия возникает из-за различий в химическом составе и структуры зерна и его границы. Чем больше это различие, тем выше скорость коррозионного разрушения. В недавних работах японских исследователей предложен принципиально новый путь решения проблемы межкристаллитной коррозии — создание аморфных сплавов, то есть сплавов, в которых нет зерен и, следовательно, нет границ зерен.

Рис. 1. Межкристаллитное разрушение сварного соединения нержавеющей стали.

Рис. 2. Микрофотографии границ зерен с выделившейся избыточной фазой после травления образца при постоянном потенциале 1-й (а) и 2-й (б) области склонности к межкристаллитной коррозии. Увеличение 10 000 раз. А — цепочки избыточной фазы и вытравившиеся вокруг них зоны, обедненные элементами, коррозионно-стойкими в данной области потенциалов (хром, молибден, вольфрам и др.). Б — состояние границ зерен после воздействия коррозионной среды, обеспечившей избирательное растворение избыточной фазы.

Рис. 3. Схема зависимости от потенциала общей скорости растворения нержавеющей стали типа X18H10 в растворе серной кислоты (1 и 2) и в растворе хлорной кислоты с добавкой NaCl (3) в закаленном, не склонном к межкристаллитной коррозии (1) и отпущенном, склонном к этому виду разрушения (2 и 3) состояниях.

Рис. 4. Влияние содержания фосфора (А—0,097% Р, Б<0,003% Р) на устойчивость к межкристаллитной коррозии закаленной нержавеющей стали X20H20 во 2-й области склонности (по данным О. Каспаровой).

**НАШИ ДИСКУССИИ**



## КОВАРНЫЕ ТРЕЩИНЫ

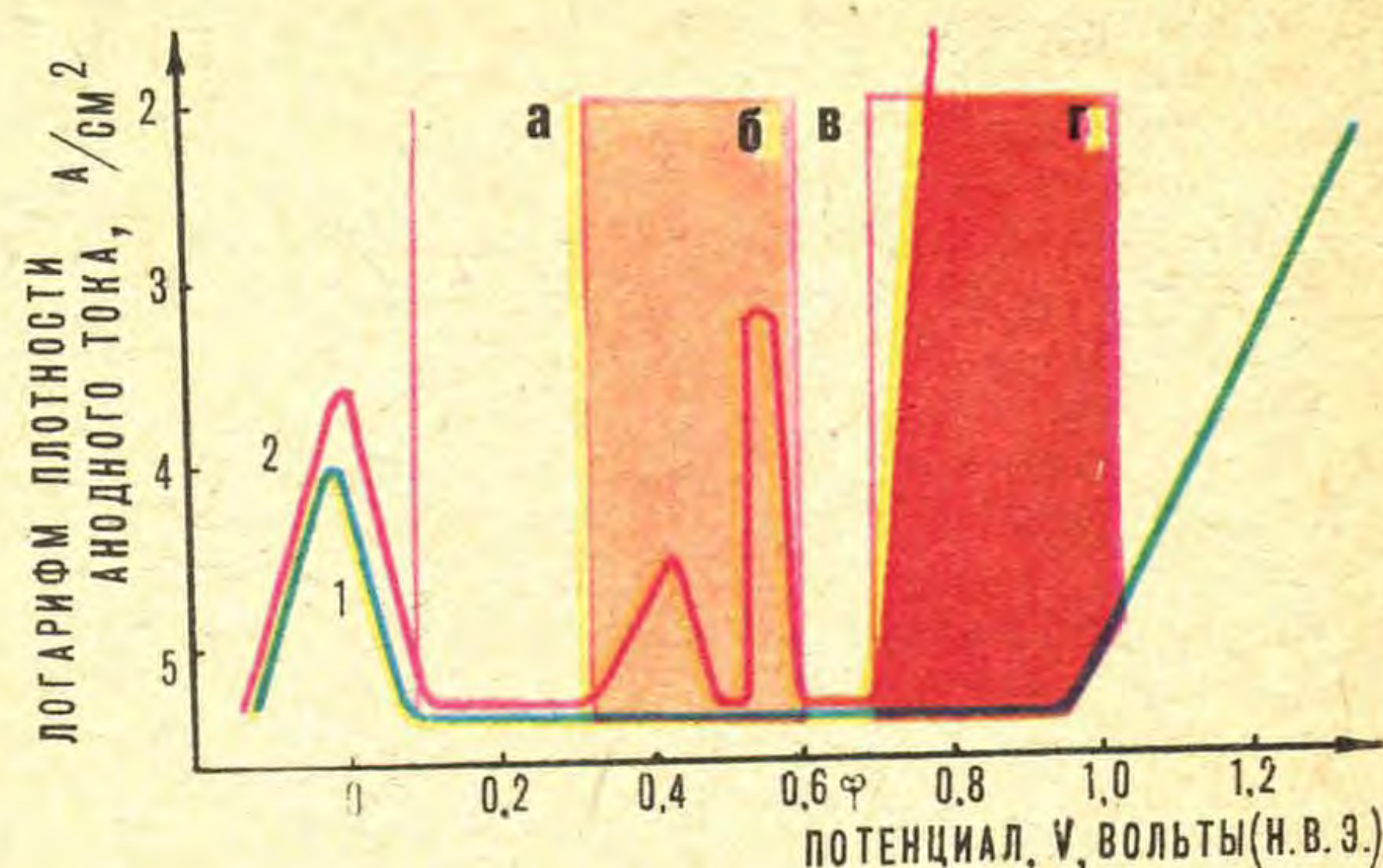
В воскресенье 1 июня 1974 года на химическом заводе по производству капролактама, расположенном недалеко от английского города Сканторп, произошел мощный взрыв и начался жестокий пожар. Погибло 28 и ранено 36 человек, а завод практически полностью разрушился. В близлежащих поселках повреждены 1821 дом и 167 магазинов и фабрик. Расследование показало, что причиной взрыва была коррозионная трещина, образовавшаяся в одном из реакторов, через которую произошел выброс в атмосферу большого количества циклогексана.

За последнее двадцатилетие по числу аварий и тяжести их последствий коррозионное растрескивание заняло первое место среди других локальных форм коррозии. Оно возникает при одновременном воздействии на металл некоторых агрессивных сред и механических напряжений, как приложенных извне, так и внутренних. Последние появляются в сварных конструкциях, не подвергавшихся после сварки отжигу; они возникают также в результате прошивки, обкатки роликами, глубокой вытяжки и др.

Коррозионному растрескиванию подвергаются многие технически важные сплавы, включая и нержавеющие стали. С этим видом разрушения особенно часто сталкиваются в тепловой и атомной энергетике, авиации, судостроении, химической, нефтехимической, бумажно-целлюлозной промышленности. Большой ущерб наносится не только в результате коррозионного растрескивания огромных реакторов, но и отдельных небольших, но весьма ответственных деталей. Во время второй мировой войны, например, много беспокойств доставляло коррозионное растрескивание винтовочных гильз, изготовленных из латуни.

В настоящее время еще не удалось создать полную теорию процесса коррозионного растрескивания. Однако уже выявлены закономерности влияния окружающей агрессивной среды, химического состава сплава, микро- и субмикро-структуры, степени деформации и других факторов на возникновение и развитие процесса. Установлено, что процесс растворения при коррозионном растрескивании имеет электрохимическую природу, следовательно, его скорость зависит от потенциала. Он интенсивно развивается в определенной области потенциалов и может быть практически прекращен при достаточном сдвиге потенциала в отрицательную сторону. Показано, что в большом числе случаев

Р и с. 5. Схематические анодные поляризационные кривые стали X17H13M3T в растворе серной кислоты (1) и в том же растворе с добавкой NaCl (2).



5.

развитие коррозионного растрескивания обязано локальному разрушению пассивирующей пленки под действием деформации и коррозионной среды, а также избирательному растворению коррозионно неустойчивых вторичных фаз, образующихся на дне трещины при деформации металла.

## ЯЗВЫ МЕТАЛЛА

Очень часто в промышленных условиях металлические материалы подвергаются питтинговой, или точечной, коррозии. В этом случае металл корродирует на отдельных очень небольших участках поверхности, однако процесс развивается так быстро, что иногда за несколько дней или месяцев в стенках образуются сквозные отверстия. Оборудование выходит из строя, хотя общее количество прокорродировавшего металла ничтожно. Часто при наличии механических напряжений зародившийся питтинг перерождается в коррозионную трещину.

К питтинговой коррозии склонны многие металлы: железо, алюминий, магний, никель, цирконий, а также сплавы на их основе, но особенно чувствительны к нему нержавеющие стали.

Часто даже незначительные коррозионные повреждения приводят к серьезному материальному ущербу. Так, было установлено, что питтинговая коррозия на плунжерных парах тракторных насосов уменьшает мощность двигателя. В среднем недобор мощности на один трактор составляет около 20%. Это значит, что каждая пятая машина работает вхолостую, покрывая нехватку мощности, вызванную коррозионным процессом.

Необходимое условие возникновения и развития питтинговой коррозии — присутствие в агрессивной среде активирующих анионов, прежде всего галоидных ионов, из которых наиболее агрессивен ион  $\text{Cl}^-$ . Если учесть, что ион  $\text{Cl}^-$  очень распространен в природе (в частности, он всегда присутствует в воде), то становится ясным, что

металл нелегко уберечь от питтинговой коррозии.

В последние годы установлено: питтинговая коррозия развивается в пассивной области положительнее характерного для каждой системы металл — раствор критического значения потенциала, называемого потенциалом питтингообразования (рис. 5, ф). Смысл действия активирующих анионов сводится к тому, что они, адсорбируясь на активных структурных участках поверхности, вытесняют пассивирующий кислород, а затем участвуют в процессе растворения металла. При потенциалах отрицательнее  $\varphi$  (рис. 5, область (б) неустойчивой питтинговой коррозии) на образовавшихся активных участках пассивирующий слой возобновляется — «залечивается».

Любая структурная неоднородность металла таит в себе возможность питтингообразования. Наиболее легко питтинги образуются на границе раздела металла и разного рода включений, особенно если эта граница обеднена компонентами, повышающими устойчивость сплава к питтинговой коррозии. Но даже если материалы не содержат таких включений, питтинги все равно образуются, но с меньшей вероятностью. Они образуются на дислокациях, формирующих границы субзерен и линии скольжения, а также на дислокациях, расположенных вдоль границ зерен. При этом более предпочтительны винтовые дислокации, декорированные примесями.

Для борьбы с питтинговой коррозией надо исключать из окружающей среды активирующие анионы или уменьшать их концентрацию ниже критической; повышать чистоту металла по включениям и примесям; поддерживать потенциал металла за пределами области питтингообразования. Можно также вводить в среду анионы  $\text{SO}_4^{2-}$ ;  $\text{NO}_3^-$ ;  $\text{CrO}_4^{2-}$  и др.), подавляющие неблагоприятное действие их активирующих собратьев. Давно успешно применяют легирование сплава элементами, более устойчивыми к питтин-



гообразованию, чем основные компоненты сплава. В случае нержавеющих сталей это молибден, кремний, молибден совместно с кремнием, ванадий, рений. Благоприятное действие этих компонентов при небольших содержаниях в сплаве обусловлено их накоплением в пассивирующей пленке в виде соответствующих окислов.

Несмотря на то, что у каждой формы локальной коррозии есть свои особенности, между ними имеется и много общего. Так, их возникновение и развитие зависят как от состава и свойств окружающей агрессивной среды, так и от состава и структуры самого металлического материала. При этом по мере ужесточения условий эксплуатации и создания материалов с более высокой коррозионной стойкостью устраняются «грубые причины», обуславливающие локальные формы коррозии, и все более отчетливо проявляется их связь с тонкой структурой металла.

Коварность локальных форм коррозии усугубляется тем, что они обычно поражают металл в пассивном состоянии, то есть в состоянии, наиболее благоприятном для его промышленной эксплуатации. В последние годы установлено, что это состояние довольно динамично. В пассивирующей пленке периодически образуются различного рода дефекты — активные участки, которые в последующем могут «залечиваться» за счет избирательного растворения менее стойких компонентов сплава. Вероятность появления таких дефектов выше на тех участках поверхности металла, где есть структурная неоднородность. При наличии в растворе активирующих анионов, а также при воздействии растягивающих напряжений дефекты в пассивирующей пленке становятся центрами питтингообразования, коррозионного растрескивания и других видов локального разрушения.

Практически все основные формы локальной коррозии имеют электрохимическую природу. Это позволяет, с одной стороны, использовать методы и подходы электрохимии, а также большой научный материал, накопленный при электрохимических исследованиях металлов и сплавов, для изучения и трактовки этих форм коррозии. С другой стороны, благодаря их электрохимической природе практически во всех случаях удается найти область потенциалов, в которой скорость коррозионного процесса ничтожно мала (рис. 3 и 5). Поддержание потенциала эксплуатируемого оборудования в такой области потенциалов — перспективный способ защиты от локальных форм коррозии.

# ПАССИВАЦИЯ МЕТАЛЛОВ

ГАЛИНА ФЛОРИАНОВИЧ,  
кандидат химических наук

Странное свойство у большинства активных, неблагородных металлов: в определенных условиях они теряют свою активность, становятся пассивными, перестают растворяться.

Эффектно выглядит опыт, демонстрирующий пассивацию металла. Железную пластинку помещают в серную кислоту. Кажется, что раствор на поверхности металла вскипает. Это бурно идет процесс растворения, сопровождаемый выделением водорода. Стоит теперь влить в раствор дымящую азотную кислоту, как картина резко меняется: будто быстрая волна пробежит по поверхности железной пластинки и замирает. Газовыделения нет. Металл перестал растворяться, под действием крепкой азотной кислоты железо запассивировалось.

Пассивацию железа в концентрированной азотной кислоте наблюдал и описал еще Ломоносов. Но только в пятидесятых годах нашего века было достигнуто глубокое понимание связанных с пассивностью проблем.

Молодой ученый Яков Колотыркин, ныне академик, совместно с академиком Александром Фрумкиным получил доказательство электрохимической природы процессов растворения — коррозии — металлов. Смысл этих процессов заключается в том, что атомы металла из металлической решетки переходят в раствор в виде положительно заряженных ионов с одновременным высвобождением электронов. Свободно двигаясь по поверхности и встречая на своем пути окислительные частицы из раствора, подошедшие к поверхности металла, электроны взаимодействуют с этими частицами, восстанавливая их.

Для того чтобы при этом не нарушалась электронейтральность всей системы, электроны должны поглощаться в реакции восстановления окислителя с той же скоростью, с какой они освобождаются при переходе ионов металла в раствор. Таким образом, реакции образования и поглощения электронов оказываются взаимосвязанными. Они должны протекать с одинаковой скоростью. Эта скорость и есть скорость коррозии. Чтобы ее

изменить, необходимо воздействовать на скорость отвода (и поглощения) электронов. Этого можно добиться, например, пропуская через металл внешний ток. Металл в этом случае нужно сделать электродом, погрузив его в раствор в паре с другим металлическим электродом и пропуская через полученную систему ток от внешнего источника. Если при этом пропускать ток в таком направлении, чтобы электроны могли отводиться от металла во внешнюю цепь, скорость его растворения возрастет. Если пропускать ток противоположного направления, растворение металла, напротив, замедлится.

Теперь возникает главный вопрос: какой же фактор определяет скорость растворения? Оказывается, это так называемый потенциал металла. В каком-то смысле его можно рассматривать как способность металлических атомов освобождать электроны. Скажем, каждый из двух погруженных в раствор разнородных металлов имеет свой потенциал. Поэтому, если с внешней стороны присоединить к ним прибор для измерения электрического напряжения (вольтметр), стрелка прибора отклонится. Он покажет определенное напряжение, которое будет характеризовать различие потенциалов двух металлов.

Когда металл находится в обычном активном состоянии, смещение его потенциала в положительном направлении (например, путем пропускания через металл анодного тока) вызывает ускорение растворения (так как облегчается отвод электронов от металла). Такое ускорение, однако, не беспредельно, оно идет лишь до некоторого потенциала, называемого потенциалом пассивации. Дальнейший сдвиг потенциала в положительном направлении уже не вызывает увеличения скорости растворения. Более того, эта скорость резко снижается. Металл переходит из активного в пассивное состояние. Если продолжать смещать потенциал пассивного металла в положительную сторону, скорость его растворения некоторое время продолжает оставаться очень низкой (потенциал на нее почти не влияет), и лишь по достижении некоторой новой характерной точки — так называемого потенциала активации — растворение вновь начинает ускоряться. Металл из пассивного снова стал активным.

В чем же причина возникновения пассивного состояния металла?

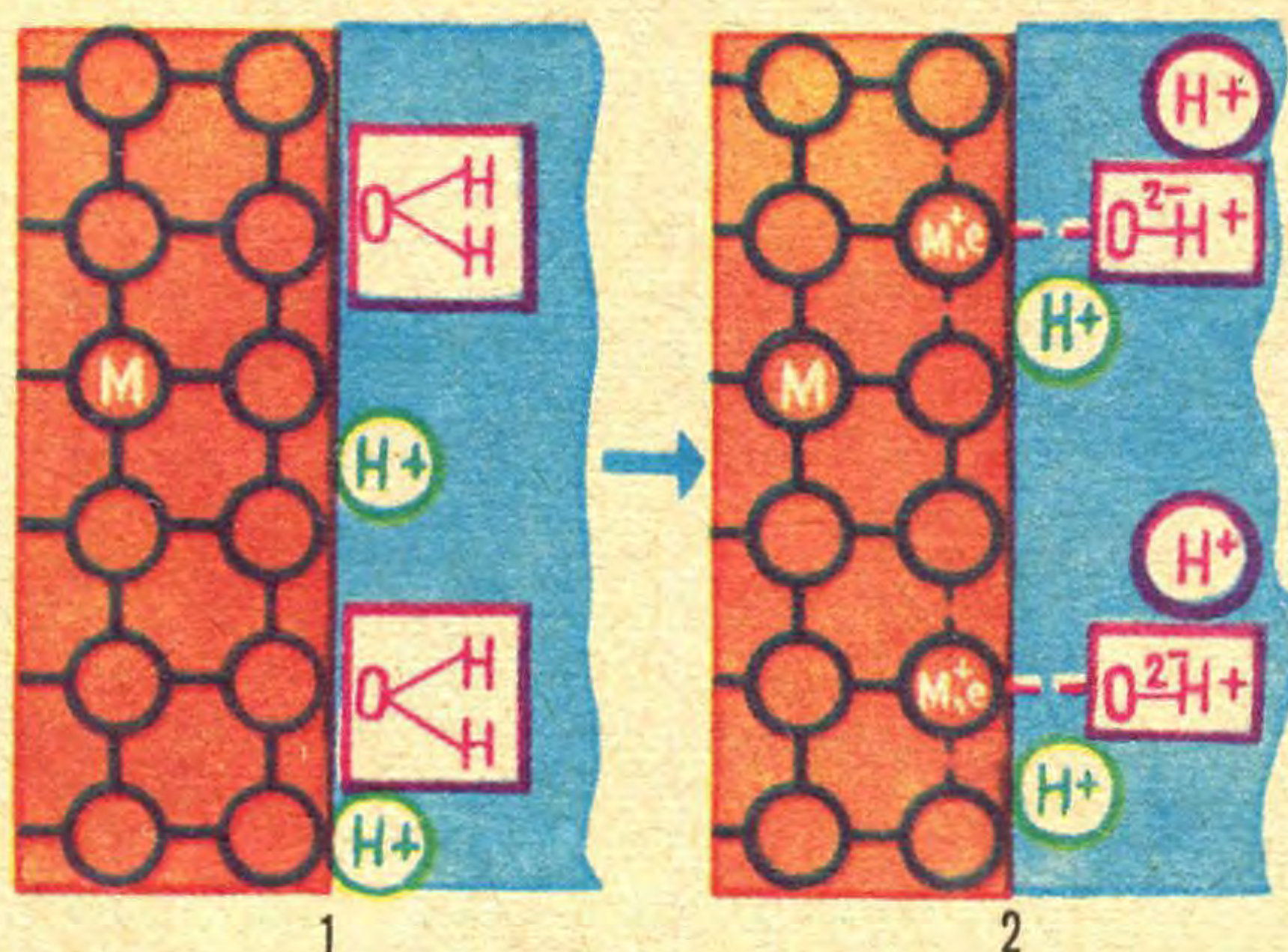
Согласно представлениям, развитым академиком Я. Колотыркиным, пассивация — это логическое следствие того, что на поверхности металла адсорбируются кислород-



# ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ СТАДИИ РАСТВОРЕНИЯ МЕТАЛЛА В АКТИВНОМ (1—4) И ПАССИВНОМ (1, 2, 5) СОСТОЯНИЯХ

1. К поверхности металла подходят молекулы воды и ионы водорода.

МЕТАЛЛ РАСТВОР



2. Молекулы воды адсорбируются на поверхности металла, диссоциируя при этом на ионы  $H^+$  и  $OH^-$ . Образуется хемосорбционная связь ионов металла  $M^+$  в кристаллической решетке с кислородными атомами групп  $OH^-$ . Освободившиеся электроны встречают ионы  $H^+$ , подошедшие к поверхности.

3. Потенциал металла не достиг потенциала пассивации. Адсорбированные частицы  $OH^-$  не утратили связи с раствором. Ион металла переходит в раствор в виде комплекса  $MOH$ . Ион  $H^+$  восстанавливается до атома  $H$ .

4. Комплексы  $MOH$  распадаются на ионы  $M^+$  и  $OH^-$ . Атомы  $H$  рекомбинируют в молекулы  $H_2$ .

5. Потенциал достиг потенциала пассивации. Связь металла с кислородом очень прочна. От адсорбированной частицы  $OH^-$  отрывается ион  $H^+$ . Кислород передает свои электроны соседним атомам металла. Растворение практически прекращается.

## ОСНОВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОРРОЗИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ МЕТАЛЛА — ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ЕГО РАСТВОРЕНИЯ ОТ ПОТЕНЦИАЛА.

AB — металл активен; скорость его растворения растет при сдвиге потенциала в положительном направлении.

CD — металл находится в пассивном состоянии; растворяется с низкой скоростью, не зависящей от потенциала.

DF — пассивность нарушена; растворение усиливается с ростом положительного потенциала.

Получение таких характеристик — крупнейшее достижение двух последних десятилетий. Его залогом послужило предпринятое по инициативе академика Я. Колотыркина широкое развитие потенциостатического метода электрохимических исследований и разработка соответствующей аппаратуры и приборов. Без этого метода, сущность которого сводится к поддержанию постоянным потенциала металла в процессе измерения скорости растворения, информация могла бы быть получена только для областей AB и EF, то есть поведение металлов в области потенциалов пассивного состояния оставалось неизвестным.

содержащие компоненты раствора, в первую очередь молекулы воды. Оказалось, что рассмотренный выше механизм перехода в раствор ионов металла при активном растворении лишь упрощенная схема. В действительности металлические ионы обычно переходят в раствор в виде комплексов с различными частицами (анионами или молекулами из раствора). Эти частицы

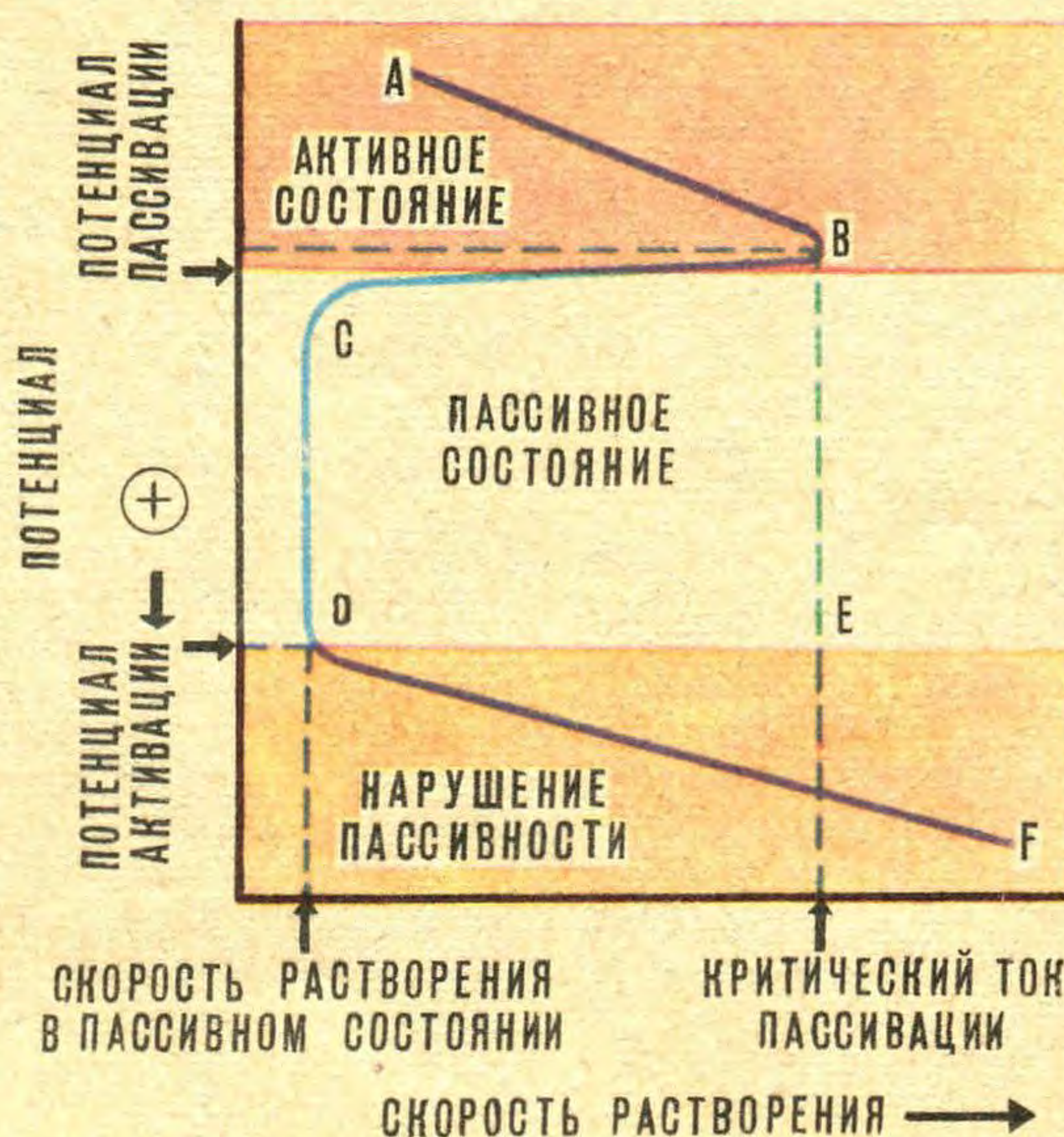
ускоряют активное растворение, поскольку их адсорбция способствует ослаблению связи между соседними атомами металла (рис. 1, путь I).

При достаточно сильном смещении потенциала в положительном направлении кислород адсорбируемых частиц (например, молекул воды) из-за упрочнения его связи с поверхностью металла может

2.

утратить связь с раствором. В частности, может произойти разрыв молекул воды. Теперь кислород становится донором электронов по отношению к металлу, препятствуя выходу его атомов из металлической решетки (рис. 1, путь II). Наступает пассивация. Интересно, что при этом пассивирующий кислород обладает «дальнодействием»: для торможения растворения, как правило, достаточно, чтобы он покрывал лишь очень небольшую часть поверхности. Такая картина возникает при растворении железа, хрома, никеля и многих других металлов.

На некоторых металлах — алюминии, тантале, ниобии — при пассивации образуются толстые фазовые слои, обычно окислы.





Однако есть основания полагать, что и в этих случаях собственно тормозящее действие на металл оказывают тончайшие слои адсорбционной природы, находящиеся под толстым слоем.

Потенциал, при котором достигается достаточно прочная связь с металлом, и есть потенциал пассивации. Чем он отрицательнее, тем легче переходит металл в пассивное состояние. Именно поэтому, например, хром пассивируется легче, чем никель, который, в свою очередь, делает это лучше, чем железо.

Потенциал пассивации — одна из важнейших характеристик способности металла переходить в пассивное состояние. Эта способность характеризуется также критическим током пассивации, то есть величиной анодного тока, который нужно пропустить через металл для того, чтобы достичь потенциала пассивации. Меньшая склонность к пассивации железа по сравнению с хромом и никелем выражается и в том, что критический ток пассивации для железа максимален.

Металл нужно суметь не только запассивировать, но и сохранить его в пассивном состоянии. Нельзя допускать, чтобы потенциал стал слишком положительным, иначе пассивное состояние может нарушиться. Происходит это чаще всего оттого, что становится возможной адсорбция на металле других частиц, например галоидных ионов, способных вытеснить пассивирующий кислород. Поэтому очень важно знать потенциал активации пассивного металла.

Наконец, еще одна важная характеристика — это скорость растворения металла в пассивном состоянии. Чем она ниже, тем выше стойкость пассивного металла.

Сейчас установлены основные пассивационные свойства большого числа металлов и сплавов в различных агрессивных средах, для чего экспериментально определены зависимости скорости растворения металлов от потенциала (рис. 2). Если знать, как зависит скорость растворения выбранного металла от потенциала, остается только найти способ поддержания его потенциала в области пассивного состояния. В качестве одного из таких способов был предложен метод пропускания через металл анодного тока. Так родилась «анодная защита».

Можно действовать иначе — смещать самопроизвольно устанавливающийся потенциал металла до значений, соответствующих его пассивному состоянию, воздействуя на скорость катодной реакции, которая всегда сопровождает коррозионный процесс и определяет вели-

чину потенциала. Такая идея лежит в основе метода катодных присадок для защиты металлов от кислотной коррозии. На поверхность активного металла наносят небольшое количество благородного металла, например платины или палладия. Потенциал такого катодно-модифицированного металла сдвигается в область пассивного состояния, так что металл самопроизвольно (без пропускания анодного тока) переходит в пассивное состояние. Метод катодных присадок был разработан профессором Н. Томашовым и кандидатом химических наук Г. Черновой. В настоящее время разработан ряд катодно-модифицированных сплавов, наделенных высокой коррозионной стойкостью в очень агрессивных средах.

Запассивировать металл можно и путем дополнительного введения в агрессивную среду окислителей в достаточно высоких концентрациях. Окислитель действует так же, как и катодные присадки к металлам. Участвуя в реакции катодного восстановления, он сдвигает потенциал металла в пассивную область. Основываясь на этом эффекте, академик Я. Колотыркин и его сотрудники предложили интересный способ предотвращения коррозии металлов с помощью кислорода при повышенном давлении.

Можно легировать металлы небольшим количеством элементов с хорошими пассивационными характеристиками — никелем, хромом, ниобием и др., — медь и железо, например, приобретают склонность к переходу в пассивное состояние.

Внедряются разработанные учеными новые методы борьбы с коррозией металлов путем пассивации. А тем временем развитие науки о пассивности продолжается. Выходят на арену новые методы исследования. Рентгеновский микроанализ позволяет определять химический состав различных участков микронных размеров на поверхности металла. Эллипсометрический метод дает возможность непрерывно следить за изменением толщины поверхностных слоев и не требует извлечения металла из раствора. Радиоизотопными методами можно определять крайне низкие скорости перехода в раствор ионов металла, в том числе из многокомпонентных сплавов. Метод Оже — спектроскопии позволяет получать поистине уникальную информацию: о составе монокристаллических слоев и его изменении по глубине металла. И одна за другой открываются новые особенности пассивности металлов — удивительного явления, без которого была бы немыслима современная промышленность.

## В ДВУХ ШАГАХ ОТ ЭПИЦЕНТРА

Продолжение. Начало на стр. 34

лось: емкость надежна, ее можно эксплуатировать. Дали свое «добро» и радиометристы.

Следует сразу же сказать: радиоактивный контроль велся многие месяцы и во время эксплуатации хранилища. Но превышения допустимого уровня радиации не было. Она постепенно снижалась и упала до уровня естественного фона. Теперь уже даже трудно догадаться, что емкость создана с помощью ядерного взрыва. Вот только вся организация работ на действующем хранилище напоминает о том, что оно возникло необычным способом.

Нет у горловины традиционных насосов — они не нужны, их заменил природный газ. Конденсат, вытесняемый им, сам поднимается и бежит по трубопроводам — ведь его выталкивает давление в 80 атмосфер. Исчезают столь привычные станции, которые перегоняли конденсат к перерабатывающему заводу. Нет сложного оборудования, без которого немыслимы наземные резервуары. В том месте, где когда-то виднелась буровая вышка, теперь лишь огорожено крошечное пространство. За сеткой видны вентили, да две трубы говорят о том, что здесь что-то находится под землей...

Первый эксперимент вдохновил исследователей. Подтвердил, что они на верном пути.

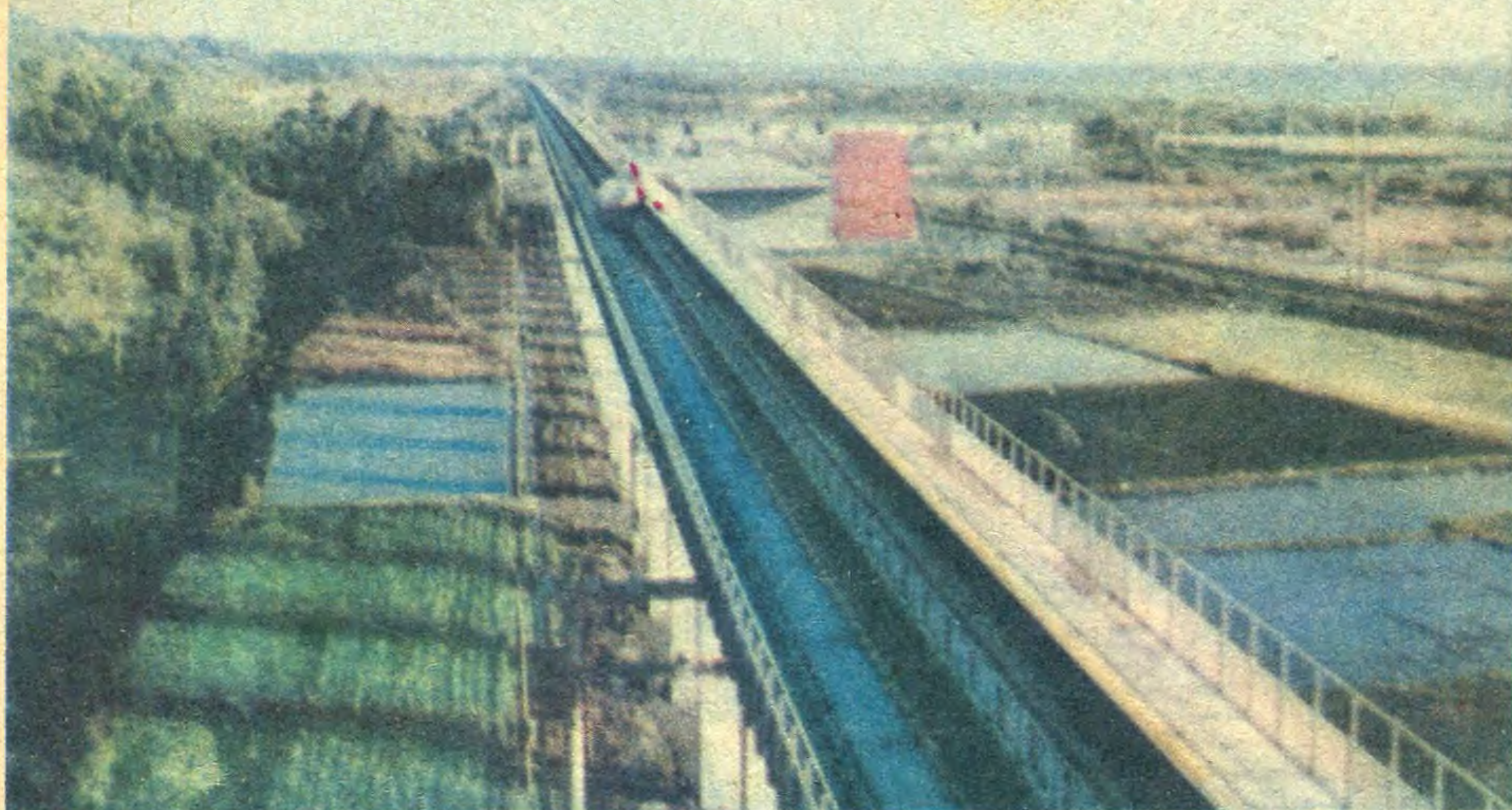
Было построено еще два ядерных склада. Их промышленная эксплуатация позволила сделать окончательный вывод: «Технология создания резервуаров-хранилищ с помощью ядерных взрывов в массивах каменной соли располагает необходимыми для проектирования методиками расчета параметров и может быть рекомендована для широкого его применения».

Где пролегает грань между старым и новым? Насколько современная техника, покидающая стены лабораторий и конструкторских бюро, должна превосходить существующую? Ответить на этот вопрос — значит точно определить эффективность работы ученого и конструктора.

Время научно-технической революции требует оригинальных, порой неожиданных технических решений. К ним по праву относится использование подземных ядерных взрывов для создания.

«Пусть будет атом рабочим, а не солдатом!»





# ДЖАЛ СТАНОВИТСЯ НА РЕЛЬСЫ

ВАЛЕРИЙ АНТОНОВ

«Призраки, ставшие реальностью» — так называлась заметка о поезде на магнитной подвеске, помещенная под рубрикой «Время искать и удивляться» в «ТМ» № 9 за 1978 год. Эта короткая информация вызвала живейший интерес наших читателей. По их настоятельной просьбе публикуем статью, рассказывающую о японском магнитоплане (см. 1-ю стр. обложки).

Давно уже стало притчей во языцех резкое несоответствие самого скоростного транспорта наших дней — воздушного — и его наземных служб. Кому не доводилось напрасно терять время на аэровокзалах, потом долго ехать к аэропорту на автобусе, пока пассажир не попадал в комфортабельный салон самолета. Конечно, все это крайне досадно, но что поделаешь — новые аэродромы сейчас воздвигают вдали от городов, и делается так не только из соображений безопасности, но и для того, чтобы избавить население от оглушительного рева мощнейших двигателей. К сожалению, расстояние от дома пассажира до аэродрома становится настолько большим, что владельцам авиакомпаний приходится сооружать в центре города вокзалы и обзаводиться парком ав-

тобусов. Только на переполненных улицах водители маневрируют на малой скорости, проклиная светофоры и почти неизбежные «пробки». Однако больше всего страданий достается на долю пассажира — короткий деловой полет, длящийся от силы 60—90 минут, превращается в 3—4-часовое путешествие. Где же выход из этого положения?

Подвозить пассажиров непосредственно к трапу самолета, как уже делают на многих крупных аэродромах, согласитесь, всего лишь полумера. Сооружать в городах «мини-порты» для вертолетов или самолетов вертикального взлета и дорожного и небезопасно (см. «ТМ» № 12 за 1977 год). Потому-то инженеры и экономисты многих стран продолжают настойчиво искать наиболее оптимальный вариант решения этой проблемы.

Попробовали найти его и специалисты крупнейшей японской авиакомпании «Джапан эрлайнс» — сокращенно ДжАЛ. И кажется, им удалось это.

Они вспомнили о новинке последних лет — вагонах на магнитной подвеске — и задумали соединить такой «чугункой» Токио с аэродромом Нарита. Работа закипела. Сразу же оговоримся — японские инженеры не создали новую разновидность транспорта (о работах по совершенствованию магнитной подвески и линейного двигателя см. «ТМ» № 10 за 1975 год), зато сумели найти ему наиболее подходящую сферу применения.

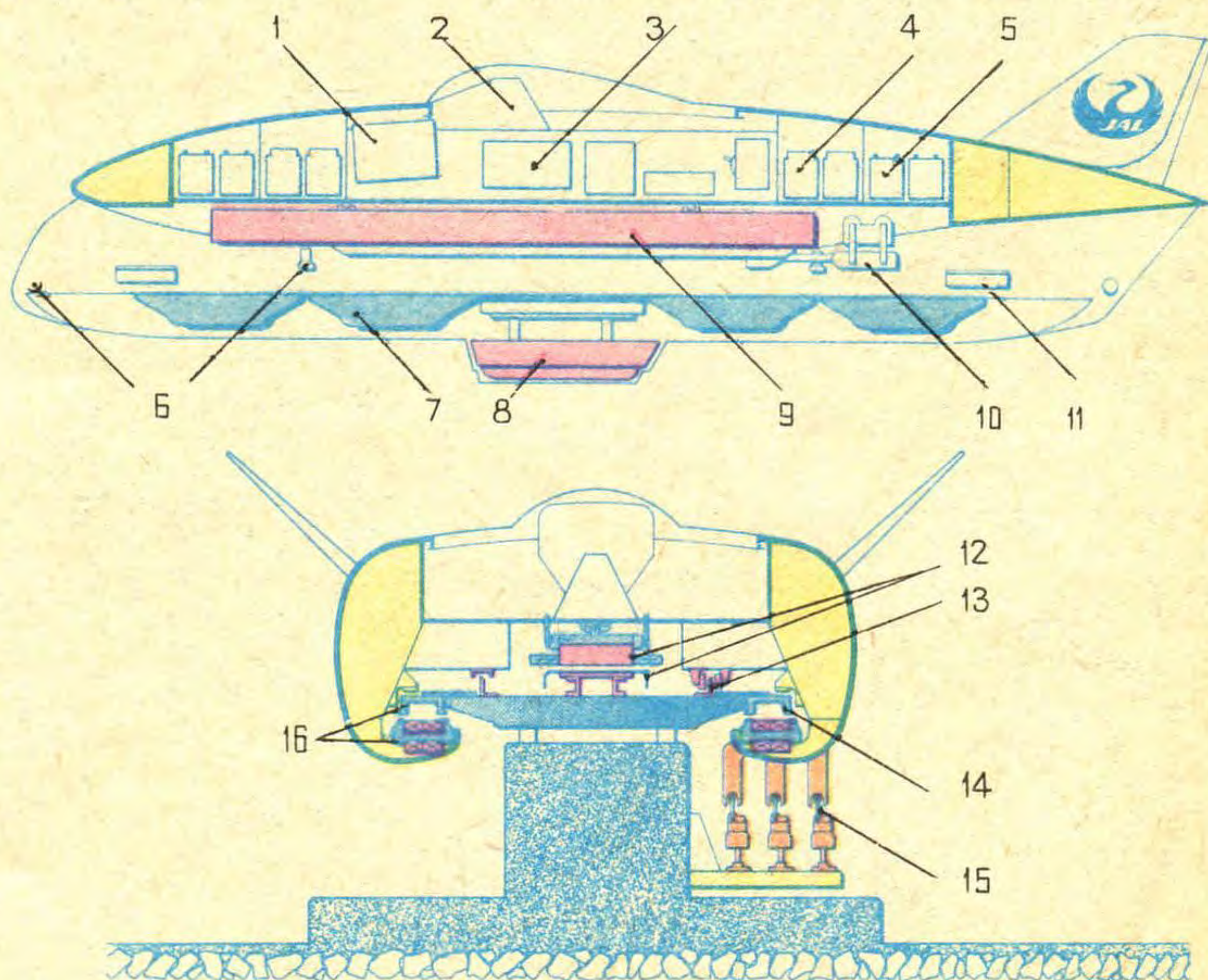
В ноябре 1975 года был готов первый экспериментальный образец

Общий вид испытательной трассы высокоскоростного надземного транспорта (вверху).

Один из участков магнитной «чугунки». Хорошо видны несущий рельс, обмотка, по которой напряжение поступает на токосъемники вагона (справа вверху).

Экспериментальный вагон мчится на скорости 150 км/ч (справа внизу)

Схема устройства и основных узлов опытного образца высокоскоростного надземного транспорта (справа). Цифрами обозначены: 1 — приборный блок; 2 — пульт управления; 3 — блок дистанционного управления; 4 — тиристорный прерыватель; 5 — аккумуляторные батареи; 6 — датчик, регистрирующий величину зазора между вагоном и рельсом; 7 — несущий электромагнит; 8 — токосъемники (боковой вид); 9 — линейный двигатель (боковой вид); 10 — пневматический тормоз; 11 — направляющий рельс; 12 — линейный двигатель (вид спереди); 13 — тормозной рельс; 14 — опорный рельс; 15 — токосъемники (вид спереди); 16 — магнитная подвеска.





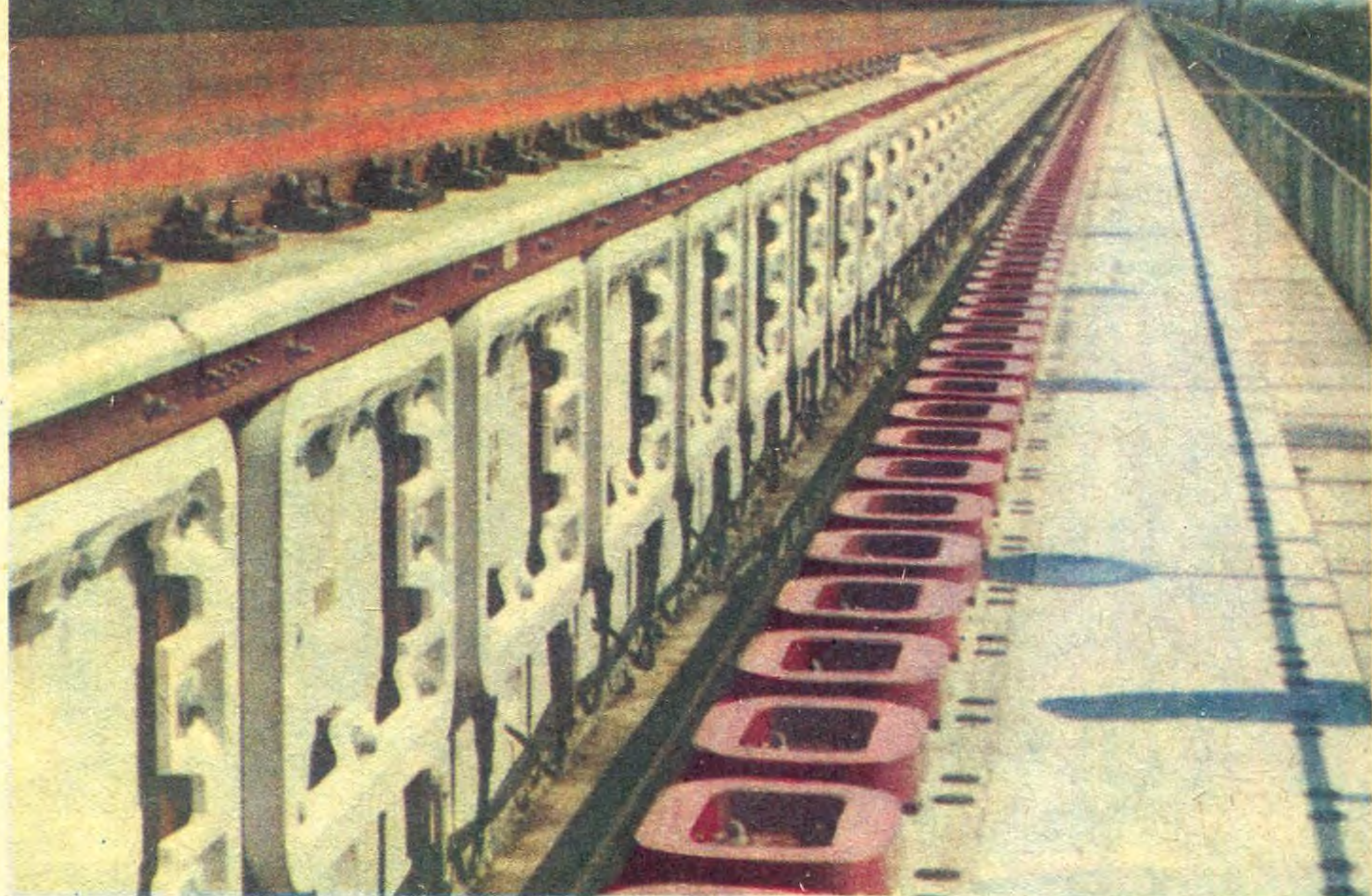
ВСНТ — высокоскоростного надземного транспорта. Через месяц его успешно испытали в исследовательском центре в Йокогаме, в начале июня этого года ВСНТ развил на опытном участке почти авиационную скорость — 300 км/ч. То, что вагон оказался столь резвым, следовало ожидать — проектировали его авиационники, использовавшие свои профессиональные познания и соответствующую технологию. ВСНТ и внешне напоминает самолет (см. рис.), только без крыльев и шасси, да к тому же висящий над направляющим рельсом (11), словно охватывая его нижней частью корпуса. Там и находится магнитная подвеска (16), с помощью которой вагон парит над «дорогой», причем величина зазора между ним, направляющим и опорным (14) рельсами остается строго постоянной. За этим непрерывно наблюдают специальные датчики (6), которые в случае необходимости мгновенно выдают соответствующий сигнал на контрольное устройство. А оно тут же меняет напряжение, подаваемое на магниты.

Но вот пассажиры заняли места, вагон, мягко приподнявшись, повис над «дорогой», касаясь только токо-съемников (8, 15), и водитель включает линейный двигатель (9, 12). Плавнo разгоняясь с ускорением 0,16, ВСНТ быстро набирает крейсерскую скорость — 300 км/ч. Однако это дело недалекого будущего — уже в 1979 году ДжАЛ предполагает начать регулярные пассажирские рейсы между Токио и Наритой, проходя 65 км, разделяющие их, всего за 14 мин. А пока магнитный поезд проходит строжайшую проверку.

Создатели ВСНТ считают, что их детище окажется вполне жизнеспособным. И не только потому, что пассажирам понравится скорость и отсутствие выхлопных газов. Начнем с того, что рабочий экземпляр коммерческого вагона будет вдвое легче вагона обычной электрички. А коли вес поезда уменьшится, то и энергии ему понадобится меньше, что, в свою очередь, позволит сократить эксплуатационные расходы. В конечном итоге выиграет пассажир: стоимость билета на поезд по этой трассе сократится со 145 долларов до 6—8.

Пока японцы предполагают отправить в путь поезд из двух вагонов — головного длиной 21,8 м и прицепного длиной 18,2 м. Ширина их составит 3,8 м, а высота 3,2 м — вполне достаточно, чтобы с относительным комфортом разместить 224 пассажира. И это не предел — число вагонов можно увеличить.

Поездка на этом поезде придется пассажирам по душе и по дру-



гой причине — раз у ВСНТ нет колес, значит, никто не почувствует их перестука в местах соединения рельсов, вагоны не станут шаркаться из стороны в сторону на стрелках, исчезнет неприятная вибрация — все, что свойственно знакомой всем электричке.

Линейный двигатель работает абсолютно бесшумно, и столь же неслышно скользят контакты токо-съемников. В этом нет преувеличения — испытания опытного образца ВСНТ показали, что уровень шума в 15 м от несущегося на скорости в полтора километра в час вагона не превышает 60 дБА.

Значит, такой поезд понравится и жителям местности, где пройдет магистраль, — ВСНТ не оставляет за собой дымного шлейфа, а магнитное поле, создаваемое линейным двигателем, ничуть не больше поля электромотора обычного трамвая или троллейбуса. И последнее — легкие ажурные детали трассы не только не испортят, а скорее украсят окружающий пейзаж.

Но достоинства нового вида транспорта в любом случае должны покоиться на прочной базе рентабельности. Что же, оценивая экономическую эффективность этой системы, стоит привести лишь две цифры. Расход электроэнергии на одного пассажира у ВСНТ не превысит 5 кВт, а строительство дороги, вагонов, прочих узлов обойдется в два раза дешевле, чем при создании знаменитого японского сверхскоростного поезда «Пуля» (600 млн. долларов).

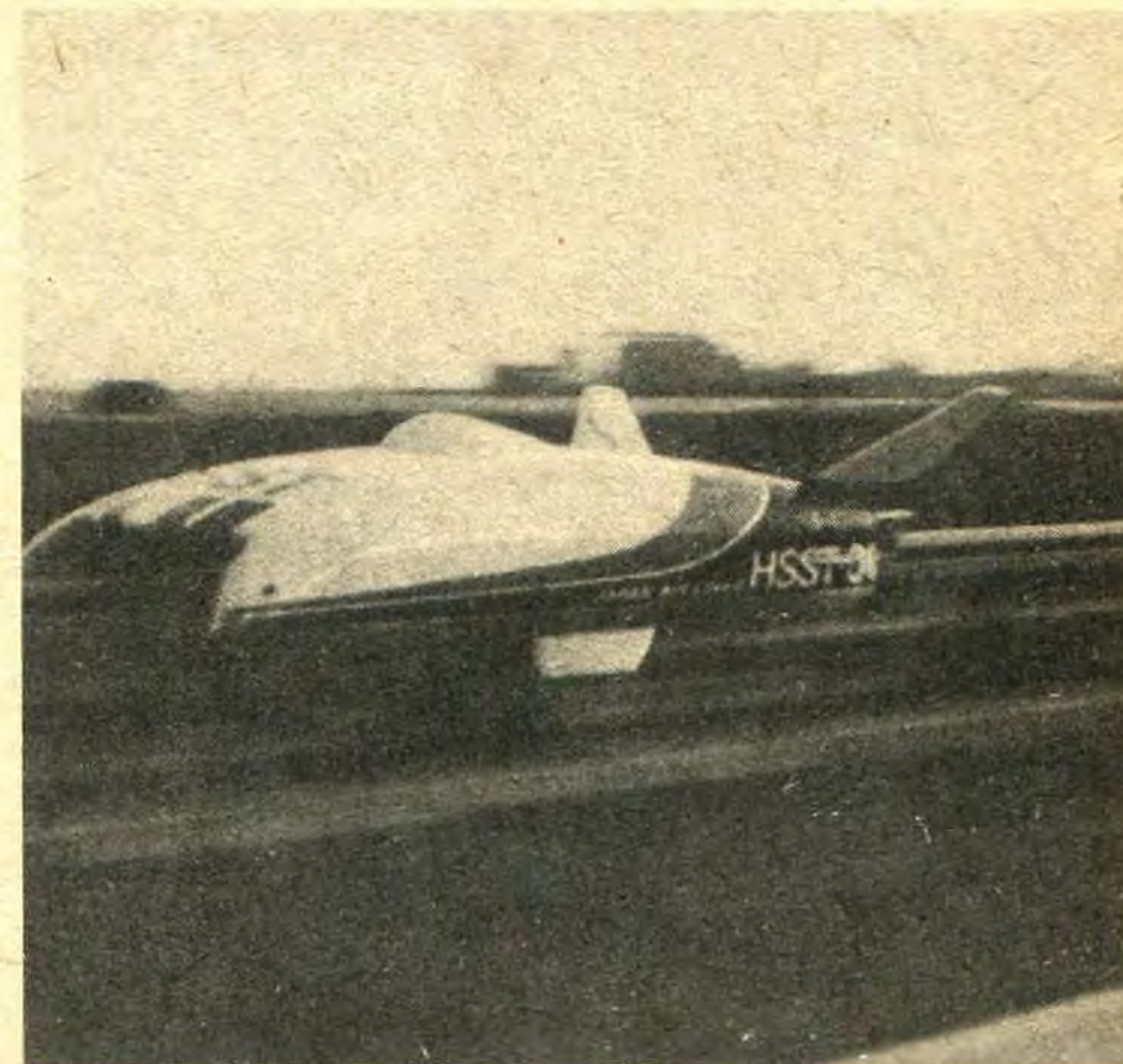
При этом нельзя упускать из виду и довольно высокий уровень безопасности «магнитной электрички» — оседлав рельс, она никогда не сможет сойти с него. А вдруг отключат напряжение? Ничего страшного, автоматика тут же за-

действует бортовую аккумуляторную батарею (5). На случай же экстренной — да и обычной — остановки ВСНТ оборудован пневматическими тормозами (10), которые плавно замедлят стремительный бег поезда до «стопа», и он аккуратно опустится на специальный рельс (13).

Все эти соображения и питают оптимизм специалистов ДжАЛ, которые считают ВСНТ весьма перспективным.

По их мнению, линия Токио — Нарита откроет только первую страницу истории магнитного поезда. Позднее такие магистрали могут связать и другие города Страны восходящего солнца не только с аэродромами, но и с портами, наконец, просто между собой. И кто знает, пройдет десяток лет, и составы ВСНТ помчатся со скоростью 500 км/ч на расстояние 500—1000 км.

Так ВСНТ, порожденный авиацией, глядишь, и вытеснит самолет с ближних и средних маршрутов...







**ВОТ ТАК ЛИНЗА!** Фирма «Дан Ли Димки» наладила выпуск необычных линз: на дисках из гибкой акриловой пластмассы толщиной полсантиметра нанесены тонкие канавки, концентрирующие солнечные лучи в одной точке. В ясный день бумага, картон и древесные стружки в фокусе такой линзы загораются через 10 с. И это не удивительно: даже в морозную погоду температура «солнечного зайчика» достигает  $540^{\circ}\text{C}$ . Такие линзы (их вес всего 30 г) можно использовать для разжигания костров, стерилизации инструментов в походных условиях и даже для закалки небольших стальных деталей (США).

**ТЕПЛОВОЗЫ ДЛЯ БА-** Ма разработали специалисты заводов «Шкода» в Пльзене совместно с советскими и венгерскими локомотивостроителями. Дизели мощностью 1000 л. с. будут поставлять Советский Союз, коробки передач, оси, сиденья и внутреннюю отделку — Венгрия, электрооборудование, тяговые двигатели, рамы и кузова — Чехословакия. Тепловоз МО-20 сможет перевозить 60 пассажиров со скоростью до 120 км/ч. В числе прочих новинок система обогрева тепловоза во время стоянок. Достаточно подключить локомотив к электросети, и температура внутри его бу-

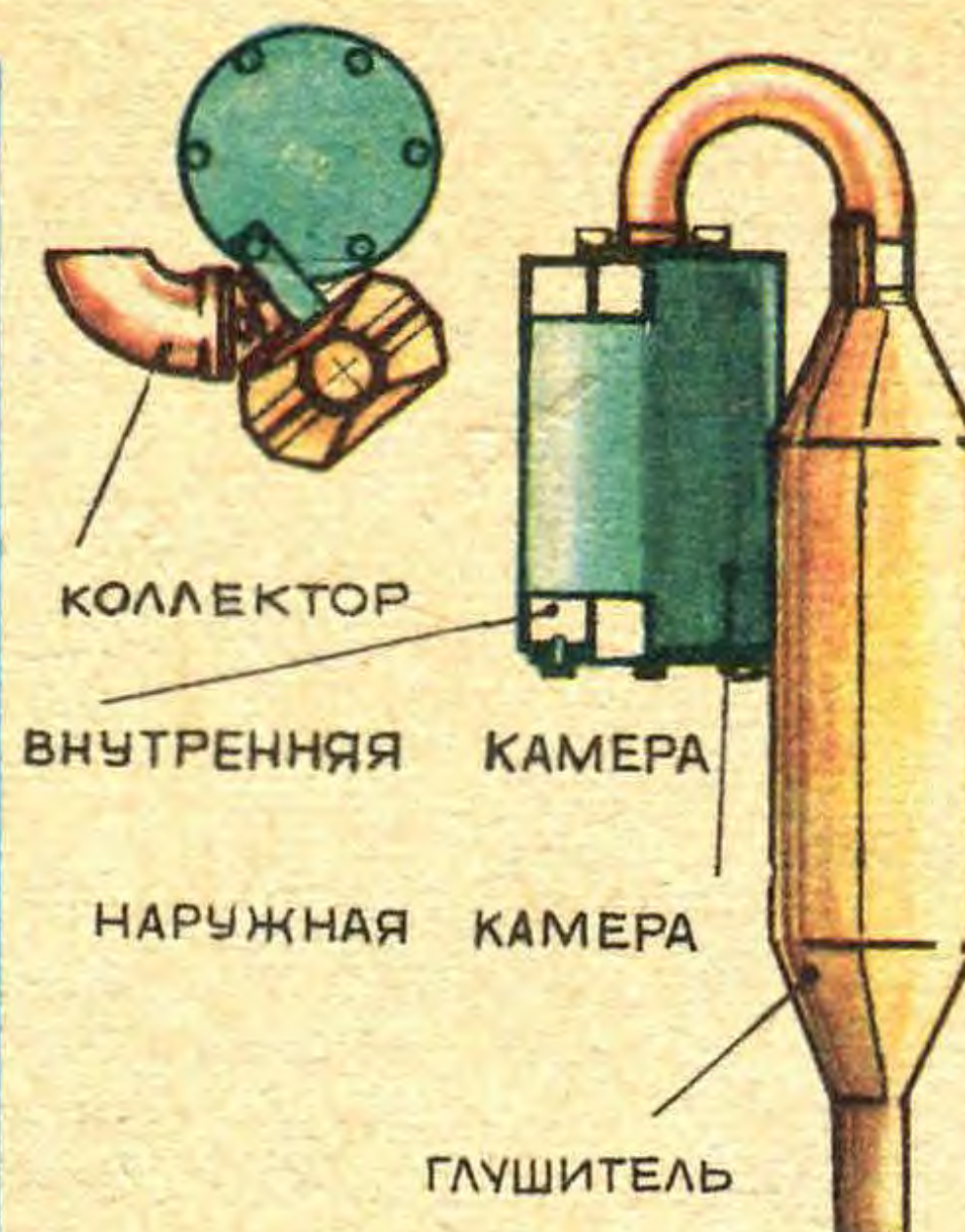
дет поддерживаться на уровне  $+5^{\circ}\text{C}$ , несмотря на самый лютый сибирский мороз. Благодаря этому локомотив в любой момент может быть выпущен на трассу (Чехословакия).

**«СВЕТ МОЙ, КНИЖЕЧКА, СКАЖИ!»** Конструкторы фирмы «Тошиба» нашли электронную замену даже такому важному и, казалось бы, незаменимому предмету, как записная книжка. Ее заменил карманный магнитофон, вернее диктофон, по своим размерам не превышающий обычной записной книжки. Двухсторонней микрокассеты хватает на 30 мин прослушивания. Электронная записная книжка скомбини-



рована с микрокалькулятором, позволяющим производить несложные расчеты. Микродиктофон снабжен головными телефонами, подзарядным устройством, приспособлением для подключения его в автомобиле. Общие размеры диктофона с калькулятором  $12 \times 7 \times 2$  см (Япония).

**ВЫХЛОПЫ БЕЗ ИСКР.** Удобные и экономичные машины — автокары — нельзя применять в складских помещениях, где хранятся твердые горючие материалы: искры, вылетающие вместе с выхлопными газа-



ДВУХКАМЕРНЫЙ ГАСИТЕЛЬ  
ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ

ми, могут вызвать пожар. Изобретение конструкторов металлургического комбината «Сталева Воля» избавляет автокары от этого важного недостатка. Созданный ими гаситель выхлопных газов состоит из наружной камеры, внутренней камеры и глушителя выхлопа. Все устройство соединено с двигателем коллектором. Выхлопные газы, попав в наружную камеру, перемешиваются с воздухом и быстро охлаждаются. После этого они переходят во внутреннюю камеру, а потом в глушитель выхлопа. Автокары с новым гасителем выхлопа могут работать в помещениях, где хранятся пищевые продукты, хлопок, табак, синтетические смолы (Польша).

грузоподъемность до 550 т, 24 оси, 96 двускатных колес, из них ведущих 48, а максимальная скорость с грузом всего 5 км/ч. Такое необычное самоходное шасси построено по заказу одной из шведских фирм для перевозки электротрансформаторов. Прицеп состоит из двух 12-осных тележек, между которыми располагается грузовая платформа. На каждой тележке своя кабина управления и свой дизель мощностью 335 л. с. Он вращает гидронасос, подающий жидкость в колесные гидромоторы каждого второго колеса. При движении прицепа по неровной дороге уровень грузовой платформы постоянно сохраняет горизонтальное положение. Максимальная скорость автопоезда без груза 18—19 км/ч. Хотя это шасси считается самоходным, при перевозке груза оно буксируется мощным автомобилем-тягачом, так как собственные ведущие колеса играют лишь вспомогательную роль. Но не будь их, никакой тягач не сдвинул бы с места эту машину. Ведь общая масса прицепа с грузом превышает 800 т (Франция).

**А В КАБИНЕ НИКОГО!** Специалисты Института биокibernетики и инженерной биомедицины Польской академии наук создали интересную машину для внут-



**САМЫЙ, САМЫЙ...** «Аутомас», построенный фирмой «Никола», по-видимому, самый длинный и самый грузоподъемный прицеп в мире, самое многоколесное и самое многоосное транспортное средство с самым большим числом ведущих колес. Но в то же время это и одно из самых медленных средств транспорта. Вот цифры: длина 62 м,

ризаводского транспорта, которая обходится без водителя. Вместо него установлен управляющий блок, позволяющий машине двигаться над магнитной или светоотражающей лентой, приклеенной к полу, и автоматически выполнять следующие действия: ездить вперед и назад по траектории, обозначенной лентой, останавливаться в заданных

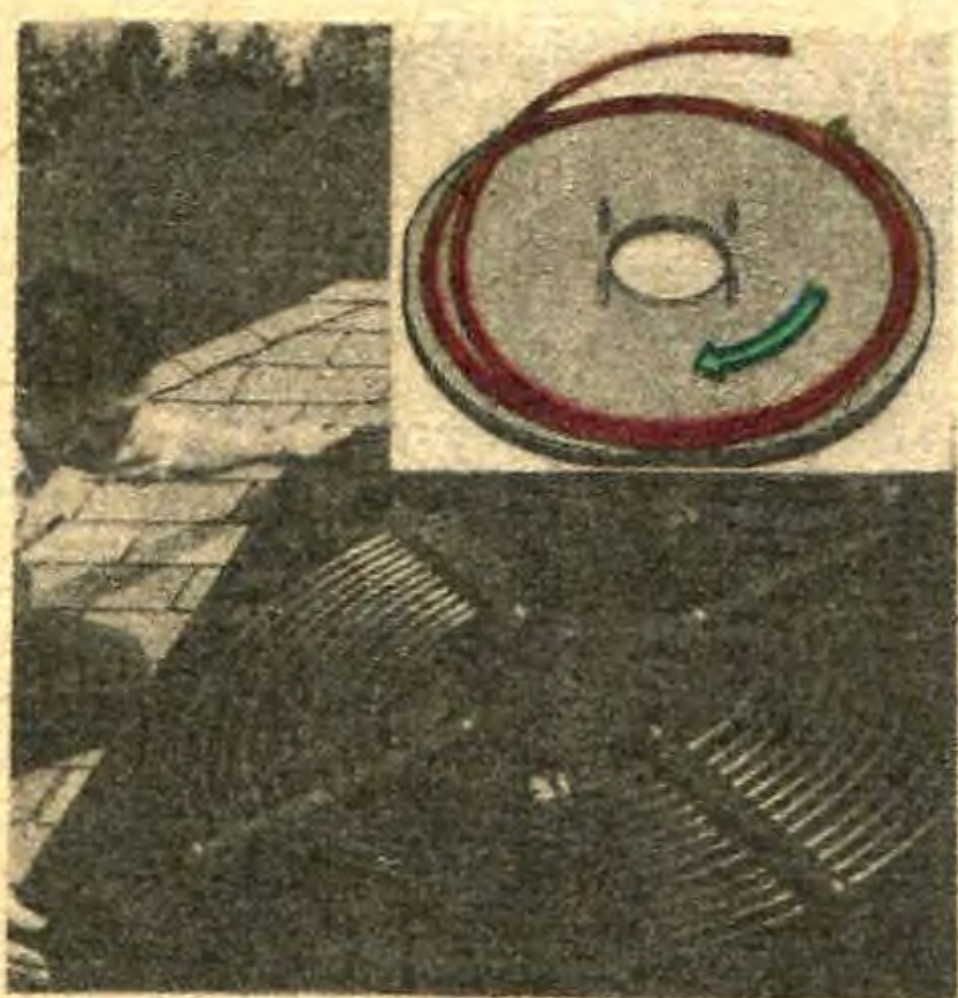




местах, преодолевать стрелочные переводы. В движущейся машине приводится двумя шаговыми электродвигателями общей мощностью 430 Вт, получающими энергию от аккумуляторов. При собственной массе 150 кг машина принимает вес около 500 кг и движется со скоростью до 1,8 км/ч (Польша).

**«ДЫМОМЕТР»** — так называли румынские специалисты созданный ими прибор для контроля загрязненности воздуха выхлопными газами автомобильных двигателей. Прибор весом 11 кг может надежно определять состав дымовых газов как движущихся, так и стоящих машин (Румыния).

**СОЛНЕЧНУЮ ВОДО-ГРЕЙНУЮ КОЛОНКУ** изобретатель Г. Йенсен соорудил у себя на даче все-



го за два дня. Двух-трех часов достаточно для того, чтобы воду в 30-метровой полиэтиленовой трубе диаметром 2,5 см нагреть с 18—23°С до 50—55°С. Свернутая в спираль труба смонтирована на зачерненной деревянной платформе — квадрате со стороной 1,2 м. Сборка может устанавливаться на крыше дома или в любом другом удобном месте (США).

**ПУТЬ ИЗ ОТХОДОВ В ПРОДУКЦИЮ** проделали газы неопин, аллен, пропан и пропилен, сжигаемые недавно на предприятии «Петрохемия». Специалисты «Петрохемии» совместно с учеными Института промышленной химии решили заменить ими дефицитный ацетилен, применяемый для резки и сварки металлов.

Новая газовая смесь вдвое теплотворнее ацетилена, причем в типовых баллонах вмещается в пять раз большее весовое количество газа. Цена новинки — необходимость переоборудования разливочной газовой, изменение конструкции горелок (Польша).

### ОГОРОД - НЕБОСКРЕБ.

В австрийской столице можно увидеть высокие, величавые с десятиэтажным домом, башни — настоящие фабрики по производству свежих овощей, оборудованные по последнему слову гидропоники. Горшки с высаженными в них овощными культурами закреплены на вертикально расположенной бесконечной ленте, медленно движущейся мимо ламп искусственного освещения.

Вертикальное расположение конвейера не только экономит дорогостоящую городскую землю, но и позволяет более эффективно использовать свет, поскольку верхние листья не заслоняют нижних (Австрия).

**ВТОРОЕ ЗВЕЗДНОЕ НЕБО** появилось в прошлом году в Будапеште: здесь начал работать крупнейший в стране планетарий, изготовленный предприятием «Цейс» в ГДР. За год здесь было прочтено более 900 докладов и лекций по 14 темам, связанным с астрономией и космическими исследованиями, и побывало более 200 тыс. посетителей. Особенность программы будапештского планетария состоит в том, что здесь сделан упор на разоблачение псевдонаучных взглядов и на работу со школьниками.

Сейчас в Венгрии действует пятнадцать демонстрационных обсерваторий и два планетария, сооружается планетарий в Кечкемете и до 1980 года будет начато строительство еще двух — в Сегеде и Ниредьхазе (Венгрия).

**ЛОДКУ ИЗ ДЖУТА** — волокна, идущего на изготовление канатов, брезента и декоративных тканей, — разработали индийские спе-

циалисты. Рыбачья лодка грузоподъемностью в 1 т, сделанная из волокон джута и пластика, не гниет, не тонет, будучи перевернутой, не горит и может служить 15—20 лет (Индия).

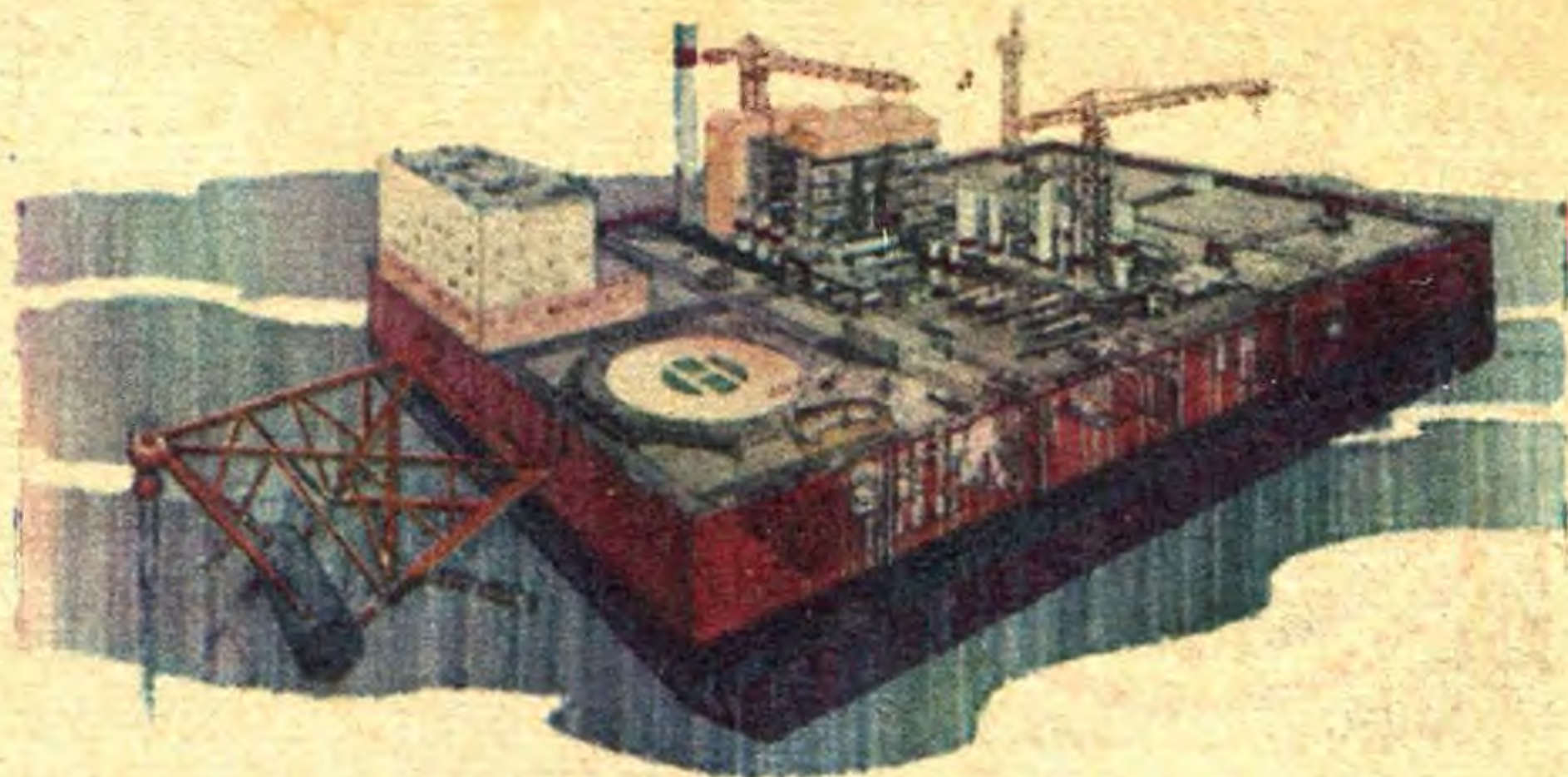
**ЗАЧЕМ ДОБЫВАТЬ НЕФТЬ**, если есть капуста? Такой вопрос возникает при ознакомлении с патентом, взятым фирмой «Лид фрикемикалз» на производство моторных топлив из растений. Согласно этому способу измельченная кочанная капуста смешивается с дистиллированной водой и загружается в электролизер, где поддерживается температура 87—98°С и давление 1,2—1,7 атм. Затем между стальным катодом и серебряным анодом пропускается постоянный ток 8—12 А при 12 В. Между электродами находится перфорированный контейнер с древесным углем, а на дне камеры алюминиевые полоски. При прохождении тока выделяется водород и образуются углеводороды, выходящие через выходной клапан. Первые 40% выходящей через этот клапан жидкости напоминают 100-октановый бензин, следующие 28% — 87—92-октановый бензин, следующие 12% напоминают керосин, 11% — дизельное топливо, 9% остатка — твердый осадок, могущий применяться в качестве удобрения (Англия).

**ПЛАВУЧИЙ ЗАВОД.** В недалеком будущем, вероятно, обычными станут плавучие города — акваполисы. Но уже сегодня прообразом таких городов может стать плавучий завод по производству аммиака, разработанный фирмой «Готаверкен». Это поистине гигантское сооружение содержит не только сам за-

вод, но и многочисленные вспомогательные службы, емкости для хранения готового продукта при температуре —33°С, холодильное оборудование, жилые и бытовые помещения, вертолетную площадку. Все это помещается на гигантской барже длиной 116 м и шириной 74 м. Завод работает на природном газе морских месторождений. Проектная мощность плавучего завода 1000 т аммиака в день, а его строительство обходится дешевле и ведется быстрее, чем такого же «сухопутного» предприятия. Специалисты считают, что особенно экономично использовать такие плавучие заводы в слабо развитых районах планеты, где строительство земных предприятий в отдаленных и труднодоступных местах нерентабельно (Швеция).

**ЛУЧШЕ ГЯЗНЫЙ, ЧЕМ ЧИСТЫЙ.** Ученые из университета штата Мичиган обнаружили, что висмут, «загрязненный» небольшим количеством атомов олова или теллура при температурах 0,03—0,06°К, становится сверхпроводящим, и, что особенно важно, температуру перехода в сверхпроводящее состояние можно изменять, варьируя концентрацию примеси.

Интересно, что химически чистый висмут вообще не наделен свойством сверхпроводимости (США).





**В** III веке до нашей эры греки составили список «семи чудес света». На протяжении столетий одни чудеса порой сменяли другие, но чудом номер один неизменно назывались египетские пирамиды. И прежде всего Великая пирамида в Гизе, принадлежащая фараону Хуфу (по-гречески — Хеопс), жившему почти пятьдесят веков назад.

Пирамидами интересовались в Европе вновь после того, как Египет посетил Бонапарт. Ф. Э. Жомар, сопровождавший Наполеона, подробно их описал в многотомном труде. Пожалуй, в этом труде содержится первая попытка связать размерения пирамиды с системой древнеегипетских знаний в сфере точных наук. Впрочем, еще в конце XII века аналогичное наблюдение высказывалось арабом Ибрагимом ибн-Вазиф-шахом. Тем не менее именно книге Жомара суждено было стать искрой, от которой вспыхнул пожар пирамидомании, бушующий и по сию пору.

### ФОРМУЛА ВСЕГО СУЩЕГО?

В 1859 году англичанин Дж. Тейлор скромно предположил, что астрономические, математические и географические сведения, обнаруженные в пирамидных соотношениях им и Жомаром, едва ли получены темными (по его мнению) египтянами. Свои выкладки Тейлор подкрепил ссылкой на некий арабский манускрипт, в ко-

этого числа он дает при равенстве высоты пирамиды радиусу окружности, равной периметру основания. Но английский полковник Г. Вайз еще в 1837 году определил угол наклона граней в  $51^{\circ}51'$ , это и сегодня признано большинством исследователей. Сторона основания известна достаточно точно: 233,16 м. Отношение половины ее к высоте пирамиды близко к синусу и косинусу  $51^{\circ}51'$  и к четверти  $\pi$ . Смит же то признает длину стороны основания равной 233,16 м (при высоте 147,8 м), то уменьшает ее до 232,8 (при высоте 148,2 м), то есть подгоняя число под «угол  $\pi$ ». Где же истина? Верхушки у пирамиды Хуфу нет, высота ее у разных авторов колеблется от 146 до 148 м. В справочной литературе, где указаны результаты наиболее точных измерений, — 146,6 м. Действительно, если удвоить эту высоту, то отношение к ней периметра дает число  $\pi$ , но... равное 3,1672578. Из папируса Ринда (около 2000—1785 годов до н. э.), известно, что именно так египтяне выражали отношение длины окружности к ее диаметру, аппроксимируя его отношением 256 : 81 (3,1604937) или  $\sqrt{10}$  (3,162). Странно, но факт: число  $\pi$  присутствует в сооружении, форма которого далека от формы круга.

Но этого Смигу было мало. Он едет в Египет и селится чуть ли не в самой пирамиде. Оказывается, пирамида кишит «священными циф-

XX веках, они вывели нечто среднее (6356,64 км) и заявили, что «пирамидный локоть» с идеальной точностью исходит именно из этой величины. О, если б они еще и объяснили, каким это образом египтяне вывели свой локоть при помощи вычислений наших современников и зачем им понадобилось увековечивать расстояние до центра Земли от полюса, едва ли их вообще занимавшим, а не от Гизе, где была установлена пирамида.

### ГОЛОС МОЛЧАЩЕЙ ПИРАМИДЫ

В начале XX века выкладки Смита подтвердил французский аббат А. Морё. Более того: если умножить на  $\pi$ , считал аббат, длину одного из подсобных помещений пирамиды и результат разделить на «священный локоть» (635,66 мм), получится 365,242, то есть продолжительность года. А «если выразить в пирамидальных локтях дугу (?)», описываемую нашей планетой за 24 часа среднего солнечного дня, получится...  $2\pi$ ..., то есть число, которое, как установил Смит, выражает отношение периметра основания пирамиды к ее высоте. Увы, оба они принимали  $\pi$  равным 3,1416.

Другой француз и другой аббат, Т. Морё, следуя за своим однофамильцем, заговорил о прецессиях, простом и високосном годах, о суточном пути земной орбиты и т. п., то

**АЛЕКСАНДР СНИСАРЕНКО,**  
историк

Ленинград

## Гармония и алгебра

И 4-й стр. обложки журнала

тором говорилось, что пирамида Хуфу — кладезь всей земной премудрости, черпать из которого дано лишь посвященным. Возможно, бесшабашный англичанин имел в виду книгу Вазиф-шаха, где автор писал: «На пирамидах везде, где только имелось место: на полу, на потолках, на стенах, — были изложены науки, известные египтянам, нарисованы звезды, написаны не только названия лекарств, но и их полезные и вредные свойства, сведения о талисманах, математике, архитектуре...»

Через пять лет, в 1864 году шотландский астроном П. Смит сообщил об открытии им в пирамиде Хуфу числа  $\pi$ : приняв угол наклона граней  $51^{\circ}51'14''$  и разделив периметр основания на ее удвоенную высоту, получаем 3,14159. Смит несколько схи-рил. Принятый им угол наклона археолог Ф. Питри позднее назвал «углом  $\pi$ »; наиболее точное значение

рами». Высота ее (148,2 м) с точностью до 1% представляет собой миллиардную часть расстояния от Земли до Солнца! Масса саркофага Хуфу в  $10^{15}$  меньше массы Земли! Длина стороны основания, выраженная в египетских локтях (365,23), дает количество дней в году. Сам локоть (635,66 мм) равен одной десятиллионной среднего радиуса Земли!!!

Последнее утверждение позволяет оценить деятельность Смита даже неискушенному читателю. Величина египетского локтя известна лишь предположительно (от 0,523 до 0,525 м), а средний радиус Земли — 6371,0 км. Ошибка несколько необычная даже для астронома ее величества.

Последователи постарались спасти честь несчастного шотландца. Сопоставив различные измерения полярного радиуса, произведенные в XIX и

есть о чудесах уже и астрономических.

Впрочем, и здесь он развивал идеи Смита, заметившего, что сторона, где расположен вход в пирамиду, ориентирована на север с точностью до  $4'$ . Сама пирамида установлена на  $30^{\circ}$  северной широты с ошибкой на  $1'$  (2 км к югу), а ее отклонение от меридиана составляет  $3'6''$ . Такая же ориентация придана пирамиде Хафра (Хефрена), благодаря чему диагонали обеих гробниц лежат на одной линии.

Но вот разве не сенсация — наклон коридора, ведущего от входа в глубь пирамиды, составляет  $26^{\circ}18'$ . (Эти данные специально проверял Дж. Гершель и подтвердил их?) Под таким углом по отношению к основанию пирамиды находилась в момент нижней кульминации тогдашняя полярная звезда Тубан ( $\alpha$  Дракона). Наклонный коридор служил телеско-



пом, причем, как уверяют некоторые, из нижней его точки звезду можно было видеть и днем.

Для египтян в астрономической ориентации сооружений не было ничего необычного. Они придавали ей мистический смысл. В скальном храме Рамзеса II в Абу-Симбеле, например, 70-метровый тоннель устроен так, что солнце заглядывает в него только дважды в году — 21 февраля и 19 октября, освещая поочередно статуи Амона, Гора Младшего, Пта и обожествленного Рамзеса. Найденный в святище папирус говорит: «Божественный свет даже в глубинах земли может отыскать того, кто несет в себе божественное начало». В указанные дни солнце в Абу-Симбеле поднимается на 4° над горизонтом, а звезда Нейт (Бетельгейзе) всходила точно в плоскости оси храма. Ось карнакского храма Амона-Ра указывает на точку восхода Солнца в период зимнего солнцестояния. Большой Сфинкс, по словам американского астронома Дж. Хокинса, тоже «устремляет взгляд на горизонт... Астрономически он ориентирован на склонение, равное 0°, что соответствует положению Солнца на заре в день равноденствия. В этот день Солнце и восходит и заходит по оси Сфинкса и в полдень достигает высоты 60° — это угол, знаменующий удачу...». Так же ориентированы Колоссы Мемнона... Как тут не вспомнить, что еще в 1883 году некий Р. А. Проктор уверял, что при пира-

Но число 1,357 таит в себе и другой смысл, не раскрытый Котсуортом. Удвоенный его квадрат (1,84×2) составляет сотую часть полупроизведения стороны основания на число π (368,39). Отношение π (3,16) к утроенному тангенсу угла наклона входного тоннеля (0,49×3) равно полупроизведению стороны облицовочной плиты, умноженной на π (2,14). Не правда ли, близко к логарифму высоты пирамиды (2,16)? Последний же представляет собой отношение 0,02 высоты пирамиды к стороне облицовочной плиты. Хорошенькая пляска цифр, как мне кажется.

Чего только не находили в Великой пирамиде! Немец Г. Ребер в 1855 году обнаружил в ней формулу «золотого сечения», зашифрованную в отношении радиуса вписанной окружности к половине стороны основания. Поляк К. Клеппиш в 1921 году сформулировал идею несколько иначе: «Ее полная поверхность делится согласно правилу золотого сечения так, что площадь основания относится к сумме площадей сторон так, как сумма последних относится к площади полной поверхности памятника».

Англичанин Ф. Питри в 1883 году выдвинул «теорию площадей»: камеры пирамиды «являлись квадратными корнями целых чисел египетских квадратных локтей... в то время как длина их сторон сама по себе не обязательно представляла целые числа линейных локтей».

$$\sqrt{12,11} \quad (12,11 - \text{это } \sqrt{146,6}) = \\ = \sqrt[4]{146,6} = 3,48.$$

Выходит, египтяне оперировали корнями высоких степеней? Большинство египтологов это отрицает. Или почему

$$\frac{233,16}{146,6} = 1,59,$$

то есть половине египетского π? Почему отношение логарифма π к тангенсу 26,18° составляет единицу?

А главная галерея, ведущая к усыпальнице фараона? Ее высота — 7,3 м, это половина высоты, на которой расположен вход в пирамиду. Или 1/20 высоты всего сооружения. Длина же (46,25 м) близка к 0,2 стороны основания. Пропорции галереи таковы, что отношение высоты пирамиды к длине галереи равно отношению периметра основания к удвоенной высоте пирамиды (π), а отношение длины галереи к ее высоте — отношению периметра основания к высоте пирамиды (2π).

Да неужто и вправду здесь зашифрована целая древнеегипетская энциклопедия? Многие так считают, многие. А. А. Богданов, основываясь отчасти на свидетельстве неоплатоника Прокла (V век), писал, что пирамида Хуфу была «своего рода каменным учебником жреческой астрономии и геометрии и знаний, относящихся к разливам Нила. Весь этот опыт закреплялся в положении, очертаниях, прописях пирамиды». Богданов, пользовавшийся трудами арабских писателей, не подозревал, что в 1939 году мир ошарашит скептическое заявление А. Эрмана: «На ней нет надписей, содержащих какие-либо разъяснения». Опровергнуть Эрмана сложно — от облицовочных плит, на коих, может быть, были надписи, не осталось теперь и следа.

Молчит Великая пирамида.

## МОНУМЕНТАЛЬНОЕ ПРОРОЧЕСТВО?

А о чем, собственно, молчит?

Еще в конце прошлого века англичанин В. М. Адамс предлагал рассматривать пирамиду как архитектурное выражение текстов «Книги мертвых» — священной книги жрецов. Полковник Ж. Гарнье решил, что она пророчествует о конце света: в 1920 или 1922 году. Человечество более или менее благополучно перева-лило через 1922 год, и тогда Б. Стюарт предупредил: 13 сентября 1936 года нам всем суждено вступить в «стадию конечных мук». Об этом свидетельствует «последний переход» пирамиды. Более практичными были в своих предсказаниях Дж. и М. Эдгар: «обследовав» камеры пирамиды в 1913 году, они предугадали начало первой мировой войны.

# Великой пирамиды

миде перед ведущей к саркофагу фараона большой галереей находилась платформа, предназначенная для астрономических целей. С нее, в частности, наблюдали звезду Толимак — Проксиму Центавра.

Другую платформу (площадь 27181,78 м² — половина площади основания пирамиды) нашел 19 лет спустя М. Котсуорт, вспомнивший, что еще два с половиной века назад подозревали, будто пирамида — гигантский гномон (солнечные часы). Возле северной грани пирамиды Котсуорт обнаружил площадку и установил, что сторона квадратных плит, которыми она вымощена, составляет 1,357 м, то есть повторяются средние размеры плит облицовки? Но отчего именно 1,357? Котсуорт выяснил: это суточный алгоритм уменьшения тени от пирамиды для периода, предшествующего весеннему равноденствию, когда тень исчезала.

Числа, числа... Их магия зачаровывает и вселяет беспокойство: где истина, а где случайность? И что еще нами пропущено? И как все это истолковать? Что же хотели запечатлеть в пирамиде ее строители? И хотели ли? Почему так близки отношения

$$\sqrt{\frac{146,6 \times 3,16}{2}} = 15,22; \sqrt{233,16} = \\ = \frac{932,64}{30,54 \times 2} = \frac{\sqrt{932,64}}{2} = 15,26; \\ \frac{233,16}{15,27} = 15,27?$$

(932,64 — периметр основания; 30,54 — его корень, а 15,27 — половина этого корня, равная корню стороны основания). Удивительно и другое равенство:



Вообще-то долгие и нескончаемые дискуссии о назначении пирамид ведутся еще со времен Геродота. Невозможно представить себе, чтоб столь громадное сооружение предназначалось лишь для одного человека. Пирамиды считали «маяками пустынь» (после того, как обнаружили пирамиду царицы Уэбтен с позолоченной верхушкой, ярко сиявшей в солнечных лучах), убежищами от наводнений, зернохранилищами и даже громоотводами, хотя гроза в Египте случается в среднем раз в двести лет.

Особенную популярность получила версия зернохранилищ, родившаяся в IV веке и распространенная в средние века благочестивыми паломниками. Они называли пирамиды «житницами Иосифа» или «житницами фараона»: в них библейский Иосиф якобы хранил запасы зерна на случай неурожая. В XVI веке появилась новая идея, не противоречащая первой: в Великой пирамиде похоронен фараон Мернепта, погибший при преследовании иудеев через Черное море. Но мумию Мернепта обнаружили в гробнице Аменхотепа II...

Наибольший размах мистико-теософские теории приобрели в предвоенные и военные годы. В 1933 году в Лондоне выходит книга У. Уина «Что было и что должно произойти». В 1936 году появляется «Тайна Великой пирамиды, или Конец Адамова мира» Ж. Барбарена. А в 1942 году выходит двухтомник Р. Форетиша «Великая буря, предсказанная Нострадамусом, и хронология Великой пирамиды».

Теперь, однако, в пирамидографии в моде иные теории: это, как вы догадываетесь, «теория Атлантиды» и «теория пришельцев». Порой они совмещаются друг с другом. Если отвлечься от показаний фанатиков вроде Брантона, не без надрыва уверявшего, будто он коротал ночь в саркофаге Хуфу и получил там откровение: пирамиду воздвигли атланты за много веков до Древнего царства, то аргументы выдвигаются в основном следующие. Пирамида неточно ориентирована. Ранее ориентация была предельно точной, нынешнее отклонение вызвано смещением земной оси в незапамятные времена (польский профессор К. Михаловский).

По мнению арабского профессора А. Фархи, концепция ее строительства по мере воздвижения менялась. Первоначально была запроектирована меньшая высота. Пирамиду начали строить задолго до Хуфу.

Но особенно фантастична гипотеза П. Колосимо. «Независимо от трансцендентного, — пишет он, — пирамиды имели также практическое назначение: создавать дождь. Видимые на сотни километров вокруг, они сияли в солнечных лучах. Первоначально они были облицованы плитами из бе-

лого, сильно блестящего полированного металла. Возможно, это было серебро, замененное потом каким-то другим сплавом, так как оно было в Египте очень дефицитным. Этот металл, смешанный с известковой массой, можно обнаружить и сегодня на стенах мечетей (особенно на стенах Каирской мечети), серебристо светящихся издали. Египетские археологи полагают, что он, вероятно, похож на похищенные плиты облицовки пирамид. Тысячи лет стояли те памятники (которые в действительности старше, чем до сих пор считается) среди зелени в высококультурной, искусственно орошаемой и богатой урожаями стране... Страна была единым огромным цветущим садом, так как дожди можно было регулировать по мере надобности. Пирамиды должны были отражать и распределять лунный свет — изменять его таким образом, чтобы атмосфера насытилась и обогатилась влагой до такой степени, что дожди выпадали в определенные фазы Луны». Вот так. Нелегко будет побить этот рекорд археологического воображения.

## ГРОБНИЦЫ ЛГУТ?

Перечень загадок Великой пирамиды был бы неполным, если не упомянуть, что далеко не все видели в них гробницы.

Диодор Сицилийский писал, что Хуфу не был погребен в Великой пирамиде. Место его упокоения иное, «надежное и тайное», известное только друзьям фараона.

Историк аль-Масуди, сообщая о проникновении в пирамиду в 820 году халифа аль-Мамуна, утверждает, что гробница в то время еще не была ограблена. По другим же данным, аль-Мамун не нашел никаких признаков драгоценностей, не считая полуразложившегося трупа.

Сотни других гипотез в конечном счете сводятся к этим вот двум. Особенно расцвела версия о том, что пирамиды — ложные погребения (кенотафы), когда к ней присоединился в 1913 году крупнейший русский востоковед Б. А. Тураев.

В доисторическом Египте существовал ритуал убийства одряхлевшего вождя. Со временем убийство стали совершать символически, а вождь продолжал выполнять свои функции. Так, кстати, зародился и миф о смерти и воскресении Осириса — умирающей и воскресающей природы. Поскольку Осирис умер в 28-летнем возрасте, закалывался (по достижении 28 лет) олицетворяющий его бык Апис. А народу предъявлялся новый бык — «воскресший Осирис».

Фараон считался воплощением Гора Младшего — сына Осириса. И он отмечал какие-то циклы лет своего

правления. Цикл этот назывался «хеб-сед» и имел разную продолжительность. Первый хеб-сед длился 30 лет, последующие по 3 года. По истечении каждого хеб-седа торжественно погребалась мумия «умершего» фараона.

Очевидно, пирамиду можно было выстроить только во время главного хеб-седа. Значит, переживших его фараонов хоронили в усыпальницах, более скромных? Нет, совсем не так. Правда, во многих пирамидах нет никаких признаков погребения. Но одни из них явно ограблены, а в других обнаружены мумии фараонов, царствовавших и больше 30 лет.

А если меньше? Как полагают некоторые исследователи, тогда кенотаф оставался незавершенным, а для покойника срочно сооружали истинную гробницу. Но отчего тогда недостроена гробница Сехемхета? Почему ее забросили и где похоронен сам Сехемхет? Известны сразу три пирамиды Снофру — отца Хуфу. Почему ни в одной из них нет мумии? Прославленный Тутанхамон умер 19 лет. Но отчего не обнаружилось никаких следов его кенотафов?

У Геродота читаем: «Десять лет продолжалось строительство этой дороги (от Нила к пирамиде. — А. С.) и подземных покоев... Сооружение же самой пирамиды продолжалось 20 лет». Неужели Хуфу спешил закончить строительство к окончанию первого хеб-седа? Предположение заманчивое, но маловероятное: хотя Геродот и утверждает, будто Хуфу царствовал 50 лет, современные египтологи чаще называют срок 24 года.

По словам Геродота, усыпальница Хуфу находилась в подземных покоех. Они либо еще не найдены, либо отец истории называет ими пустой грубовырубленный склеп. А куда исчезли огромная крышка саркофага, три подъемные плиты, преграждавшие доступ в усыпальницу? Существовали ли они вообще?

Если Хуфу похоронили под землей, для кого строилась усыпальница с саркофагом, имеющая пять пустых камер, предназначенных для уменьшения давления каменной толщи пирамиды? Для кого приготовлена вторая камера с саркофагом, расположенная ниже первой и вдвое меньше по размерам? Ее называют «усыпальницей царицы». Но цариц никогда не хоронили вместе с царями.

И если Великая пирамида — кенотаф, зачем так пышно отделали главную галерею? Почему в пирамиде увековечены некоторые математические и астрономические сведения?

Если же пирамида — место отправления культа Осириса, кто так тщательно замаскировал вход? Почему жрецы ничего не сказали об этом Геродоту? Почему Геродот пишет, что «пирамиды эти называют пирамидами пастуха Филитиса, который в те



времена (во времена Хуфу. — А. С.) пас свои стада в этих местах?» Осирис — и пастух? Разве это совместимо. Я не знаю...

## АРХИТЕКТУРНЫЙ ЭТАЛОН?

Археолог К. Керам писал: «Получить сенсационные результаты, используя при обмеривании гигантских сооружений ничтожные меры измерения, нетрудно... Вероятно, именно такие методы породили утверждение, что число  $\pi$ ... было известно строителям пирамиды». Признаем, спекулировавших с числом  $\pi$  шарлатанов в египтологии хватает.

Но есть факты если и не доказанные, то и не опровергнутые. Например, наличие этого числа в соотношениях элементов пирамиды, которые никак не назовешь «ничтожными мерами измерения». Бесспорной представляется и астрономическая ориентация. Расположение входа на высоте 14,6 м ( $1/10$  высоты пирамиды) тоже свидетельствует о некоей системе. Но какой?

Воздвигая грандиозные сооружения, египтяне выработали определенные правила. Известны их «Предписания для стенной живописи и канона пропорций». Канон пропорций! Не здесь ли разгадка? Не существовал ли канон строителей?

Иррациональные числа не годились тогда для использования по двум причинам: они были чужды неграмотным строителям-рабам и не обладали достаточной гибкостью при их комбинировании. Нельзя их использовать и как линейную меру.

Тогда что же? Можно предположить, что египтяне использовали «палец» — расстояние между концами вытянутых большого и указательного пальцев руки (русская пядь). Если принять его длину в 18,5 см, можно допустить и существование строительного модуля, равного 108 пальцам, то есть 19,98 м.

Почему именно 108? На то есть множество причин.

В пространственном выражении такой модуль близок к числу  $2\pi^2$  (19,96 м). Им вполне могли пользоваться жрецы и архитекторы.

Кроме того, число 108 дает 10 дробных чисел, что придает ему необыкновенную гибкость.

Производным этого модуля мог быть другой, состоящий из 36 пальцев. Его десятая часть (0,666 м) примерно соответствует длине человеческого шага. Следовательно, главный модуль состоял из 30 шагов.

Удобство такой системы не требует доказательств. Увязка же ее с числом  $\pi$  была весьма кстати для астрономов, математиков и архитекторов. Вот лишь некоторые возможности оперирования строительными модулями в точных науках:

— число  $36 \frac{1}{10}$  часть длины окружности, выраженная в градусах;

— на египетских астрономических картах год делился на 36 колонок, по 12 строк каждая;

— знаменатель дроби  $\frac{\pi}{180}$  (величина на  $1^\circ$  в радианах) не что иное, как  $36 \times 5$ , или 6-я часть от 1080,

— знаменатели дробей  $\frac{\pi}{10\,800}$  и  $\frac{\pi}{648\,000}$  (величина  $1'$  и  $1''$  в радианах) также кратны модулю 108;

— число  $\pi$ , деленное на 3,6 ( $1/10$  малого модуля) и выраженное в пальцах, дает идеальный угол наклона граней пирамиды ( $50^\circ$ ), выраженный в радианах;

—  $8/9$  главного модуля (сама эта дробь) присутствует в вычислениях площади круга и приводит к числу  $\pi$ .

Мистика? Случайная подгонка чисел, против которой предостерегал Керам? Едва ли. Видимо, не будет большой натяжкой предположение, что число 108 стало священным числом египтян. Иначе придется признать совпадением и то, что Гераклит, знакомый с тайным учением орфики, возникшим в Египте, полагал, что мир гибнет и возрождается из огня каждые 108 000 лет (так называемый «большой год», близкий к полупериоду прецессии).

Число 108 присутствует и непосредственно в измерениях пирамиды Хуфу: это отношение ее стороны к стороне плиты. Любопытно и такое равенство:

$$\sqrt{108} = \frac{\sqrt{1080}}{\pi} = \sqrt{\frac{146,6}{1,357}} = 10,39.$$

Если это число умножить на египетское  $\pi$ , получится 32,86, то есть  $\sqrt{1080}$ . Именно здесь — жесткая увязка строительного модуля с числом  $\pi$ :

$$\sqrt{\frac{1080}{108}} = 3,16.$$

К числу 108 приводят и другие пирамидные соотношения. Например, логарифм ее высоты равен 2,16 ( $1,08 \times 2$ , или  $108 \times 0,02$ ), отношение стороны плиты к тангенсу угла наклона граней составляет  $1,08 \left(\frac{108}{100}\right)$ .

Будь отношение  $\frac{233,16}{108}$ , представляющее собой  $1/100$  отношения периметра основания к удвоенному логарифму высоты пирамиды, на 0,01 больше, оно составило бы те же 2,16, то есть было бы равно логарифму высоты. Строители, вероятно, попросту не замечали ничтожной погрешности, так же как приравнивали, видимо, к  $\pi$  отношение периметра основания к логарифму этого периметра: оно состав-

ляет... 3,1412596, то есть современное число  $\pi$  с точностью до 3-го знака после запятой.

Поскольку величина египетского локтя неизвестна, предположим, он был близок к персидскому (0,532 м) и равнялся 3 пальцам — 0,555 м. Из такого размера, возможно, исходит текст школьной задачи из папируса Нового царства: «Нужно соорудить наклонное (строение) длиной 730 локтей, шириной 55 локтей, содержащее 120 отделений... высотой 60 локтей в наивысшей точке, 30 локтей в середине, с уступом дважды 15 локтей и с полом в 5 локтей». Как тут не вспомнить святилище Амона в Абу-Симбеле? Длина его зала примерно 17 м (30 локтей = 16,65 м), а высота входа в тоннель — около 33 м (60 локтей = 33,3 м). Не о нем ли говорится в задаче? Возможно, но не обязательно: аналогичные размеры можно найти и в других египетских постройках. Например, в пирамиде Хуфу. Отношение стороны ее основания к высоте главной галереи выражается числом 33,3, или  $\frac{\pi^2}{3}$ , или

180 пальцев, или удесятеренным малым модулем, или  $12/3$  главного модуля. Египтяне явно использовали в своем строительстве стандарт. К такому выводу приводит и величина 5 локтей (2,775 м): это удвоенная сторона облицовочных плит Великой пирамиды — 1,357 м (с округлением до второго знака после запятой).

Нет, это не числовая мистика, модуль наверняка был! Одинаковую высоту имели многие пирамиды, статуи, колонны храмов. С модулем связан и наклон граней пирамид.

Автор же всей этой системы неизвестен. Возможно, она родилась еще в эпоху объединения Египта. Относящаяся к этому времени палетка Нармера имеет высоту 0,66 м, то есть 3,6 пальца ( $1/30$  главного модуля). Но превращение идеи в систему, видимо, следует датировать временем Джосера — первого фараона III династии. Высота его пирамиды, традиционно определенная 60 м, вполне могла быть 59,94 м, то есть 324 пальца, или утроенный главный модуль. Неверно поэтому широко распространенное мнение, что свои знания египтяне увековечили только в одной пирамиде. Все пирамиды удивительны! Близки к модулю и размеры Великой пирамиды: высота 146,64 м (792 пальца,  $7\frac{1}{3}$  главного модуля), сторона основания 233,08 м (1332 пальца,  $11\frac{2}{3}$  главного модуля). Незначительные отклонения легко объясняются неточностью измерений, выветриванием и разрушением, наконец, ошибкой строителей. Важно другое: отношение такого периметра к такой высоте тоже дает число  $\pi$ , равное 3,16. Жрецы могли этим удовлетвориться. А мы? Удовлетворит ли нас это объяснение?





Рис. Игоря Шалито  
и Галины Бойко

# КУПОЛ НАДЕЖДЫ

Отрывок из научно-фантастического романа

АЛЕКСАНДР КАЗАНЦЕВ



Николай Алексеевич Анисимов объездил весь мир, но случилось так, что морским путем в Нью-Йорк он плыл впервые.

По давней привычке поднявшись очень рано, он решил посмотреть знаменитый восход солнца в Атлантике. Было около шести утра. По сверкающему коридору с несчетными дверями он прошел на корму. Поднялся на палубу. За лайнером оставалась широкая пенная полоса, напоминающая автостраду, неведомо как появившуюся среди равнины океана. Автострада, подумал он, очень, очень похоже...

И в его памяти всплыл эпизод тридцатилетней давности, круто изменивший всю его последующую жизнь.

В одной из африканских стран французы построили великолепное шоссе, пересекавшее живописную всхолмленную равнину. И профессор Саломак сделал крюк специально, чтобы показать автостраду русскому коллеге, молодому еще профессору из Москвы, которого он вез на виллу роз.

Вилла и прилегающие к ней плантации принадлежали родственнику его жены мсье Рене, который почему-то настойчиво просил привезти участника международного симпозиума химика Николая Анисимова к себе. Анисимов подумал и согласился.

Перед виллой красовался цветник. С открытой веранды, с трех сторон окружавшей просторный дом с плоской крышей и фасадом в мавританском стиле, открывался вид на розовые плантации. Двести семь сортов роз! Оказалось: мсье Рене собирался создать в стране парфюмерную промышленность, потому и был заинтересован в Анисимове, опубликовавшем сенсационные работы о химической природе запаха, о скоротечных необратимых реакциях — спутниках самых приятных ощущений и незабвенных ароматов. Стоял теплый вечер, а вечером розы пахнут особенно! Рене не было: его ждали с минуты на минуту.

Анисимов и Саломак в ожидании хозяина виллы гуляли по дорожке сада.

Маленький подвижный француз пылко и бурно жестикулировал, вспоминая все, что он читал о далекой северной стране.

Профессор Саломак был участником Сопротивления, сидел некогда в концлагере, где старательно учил русский язык.

— Уверен, что русские иконописцы писали свои полотна с кого-нибудь из ваших предков-богатырей. — И француз дружески хлопнул Анисимова по плечу. — Но как пахнут здесь розы, Николя, как

они пахнут! — восклицал он, переходя от куста к кусту. — Клянусь, каждый сорт просто чудовесен! Смейтесь? Попробуйте вдохните этот аромат. Он девичий! Согласны? Или вот этот запах скромности. Он вам очень подходит. Или нежный, словно нежданная ласка. Хотите, я найду букет, кружащий голову, словно объятия креолки!

— Вы просто поэт, коллега, — заметил Анисимов.

— Приходится поэтизировать, — вздохнул француз, — раз никто до сих пор не опубликовал полной исчерпывающей теории запаха, но вы, друг мой, к этому ближе, чем я. Быть может, ближе, чем все мы, участники конгресса.

— Увы, мсье Саломак. На мой взгляд, такой теории пока нет... хотя выдающиеся умы не однажды пытались ее создать. Не существует!

— Работы профессора Анисимова свидетельствуют о прямо противоположном.

— Увы! Сам Рентген, по собственному признанию, стал физиком только ради того, чтобы разгадать, что такое запах. Но так и не узнал, хотя открыл икс-лучи... Мои попытки — только вход в лабиринт.

— Раз я чувствую, я понимаю!.. Должен понять.

— Ой ли? Наши чувства полны тайн. Недавно я беседовал с нашим вице-президентом Академии наук...

— О-о! Иоффе! Снимаю шляпу.

— Представьте, он тоже подобно Рентгену пришел в физику, чтобы открыть тайну запаха.

— И открыл полупроводники.

— Но не тайну запаха!

Анисимов резким движением руки словно подчеркнул мысль. И умолк. К ученым приближались три закутанные в белое фигуры. Судя по чадре, закрывавшей лица, то были женщины. «Немного странное шествие», — подумал Анисимов. Саломак молчал в недоумении. Две женщины быстро поравнялись с Саломаком и Анисимовым. Одна осталась стоять в трех шагах от ученых.

— Следуйте за нами! — раздался резкий мужской голос. И добавил: — Отныне вы заложники!

— Вы будете убиты, если полиция не выдаст нужных нам людей, — зловеще прозвучал другой голос за спиной.

— Но мы не имеем никакого отношения к полиции! — запротестовал Саломак.

— Может быть, и к живодеру Рене вы тоже не имеете отношения? — хрипло осведомился стоящий перед ними незнакомец.

Из складок свободно свисавшего бурнуса выглядывало дуло короткоствольного автомата.

Ученые пожали плечами и пошли по дорожке. Вокруг благоухали розы. У калитки с витым узором железных прутьев стоял старенький «пежо» без номера, с помятым крылом.

Незнакомец, объявивший о пленении, уселся за руль, втолкнув на сиденье рядом с собой пухленького Саломака, продолжавшего возмущаться. Двое других похитителей, пропустив на заднее сиденье Анисимова, пытались сесть по обе его стороны. Но он оказался таким большим (на голову выше любого из них!), что никак не удавалось захлопнуть дверцы старенького «пежо».

— Рене с минуты на минуту появится здесь, — мрачным голосом заметил Саломак. — Вы рискуете вместе с нами, господа.

Севший за руль молча сорвал машину с места.

— У вас нет никаких оснований! — воскликнул Саломак. — Тем более что вы захватили не только меня, француза, но и русского профессора, моего коллегу!

— Зачем он здесь? — недоверчиво спросил похититель. — Зачем?

— Он консультант. Понимаете, консультант по теории запахов.

— Вот вы и разнохаете, куда дели пятерых наших парней, — сказал похититель за рулем старого «пежо».

— Мне кажется, возвращается мсье Рене, а он не ездит без охраны, — спокойно сказал Саломак. — Мы оба не сможем, к сожалению, быть на вашей стороне в предстоящей потасовке.

— Быстрее, быстрее! — закричали двое примостившихся сзади. Один из них толкнул Саломака в спину, словно это могло прибавить ходу автомобилю.

Автомобиль, подсакивая на неровностях дороги, двигалась к великолепному стратегическому шоссе, построенному в соответствии с планом «развития Африки».

Вероятно, кто-нибудь из слуг Рене видел, как увозили гостей, потому что его роскошный «кадиллак» задержался у виллы лишь на минуту.

Похитители заметили это, но не собирались уступать свою добычу. Они выехали на новое шоссе, и «пежо» помчался по нему с предельной





скоростью. На беду, дверь никак не закрывалась. Мешали слишком широкие плечи русского.

И вдруг все качнулись вперед. Мсье Саломак ударился головой в лобовое стекло, водитель лег грудью на руль и охнул. Анисимов и оба его стража полетели на спинку переднего сиденья. Полускрытые чадрой лица похитителей были растеряны. Все трое выскочили наружу и завопили у колес. Потом бросились прочь от шоссе.

— Куда вы? — растерянно закричал им вслед Саломак.

Один из похитителей обернулся и крикнул по-французски:

— Такова воля аллаха! Презренный джинн съел это шоссе!

— То есть как это съел? — громко выкрикнул Саломак, но похитители уже исчезли.

Анисимов оглянулся. Через заднее стекло виднелся приближающийся «кадиллак».

— Во всяком случае, что бы он там ни говорил про аллаха и джинна, это весьма любезно с их стороны не прикончить нас перед расставанием, — заметил профессор Саломак, выбираясь из машины и растирая шишку на лбу.

Очевидно, давнее пребывание в концлагере и бегство оттуда научили его владеть собой.

Анисимов последовал за ним.

— Что же случилось? О каком прожорливом джинне шла речь? — спросил он, растирая затекшее тело.

— Непостижимо! — отозвался Саломак. — Колея в порошке. Вы только посмотрите. Этот прах был недавно асфальтом.

— М-да! — протянул Анисимов. — Похоже, что парафиновые связи растворились неведомо как. — Он пересыпал из ладони в ладонь тонкий порошок, взятый им из-под колес.

— Есть над чем подумать! — проворчал Саломак.

— Любую химическую реакцию можно повторить, — заметил Анисимов. — Хотя бы в лаборатории.

— Моя лаборатория к вашим услугам, профессор. Париж!

Подкатил «кадиллак» и увяз в порошке по самую ступицу.

Из машины выскочил розовощекий коренастый мсье Рене. За ним следом пять молодцев в беретах, смахивающих на апашей, с автоматами наперевес.

— Вы живы? О мое счастье! — несколько театрально воскликнул мсье Рене.

— Все в порядке, кузен. Нас никто не съел, чего нельзя сказать о шоссе, как заметил один из доставивших нас сюда господ.

— Что за чепуху вы несете, Саломак?

— Это предстоит выяснить, —

спокойно заметил Анисимов. — Для исследования выдвинем рабочие гипотезы, в том числе и о биологической коррозии асфальтов.

— Так вы не исключаете джиннов? — живо спросил Саломак.

— Будет видно.

В лаборатории, а потом еще в двух выяснились удивительные вещи! Случай оказался уникальным, только однажды, много лет спустя, история с шоссе повторилась совсем в другом месте земного шара... Асфальтовое шоссе съели одноклеточные организмы, грибки дрожжей кандиды! Но главный сюрприз заключался в том, что эти грибки обладали ценнейшим свойством; их белки по своему химическому составу, по набору аминокислот, необходимых для человека, приближались к составу молока.

Нужно было только научиться превращать эти белки в привычные виды пищи человека, чтобы получить грандиозные количества всевозможных продуктов, достаточные для всего (!) населения земного шара.

Именно с тех пор профессор Анисимов посвятил себя решению проблемы создания «искусственной пищи». Его работы по изучению запаха, а потом исследования «механизма вкуса» позволяли синтезировать пищевые продукты, не отличающиеся от говядины, баранины, жареной картошки, мучных, колбасных, даже рыбных изделий.

И все это обещало перевернуть основы обеспечения продовольствием людей там, где его не хватает, поскольку сразу после симпозиума французские ученые установили, что дрожжи кандиды увеличиваются в весе за одни сутки в тысячу раз. И для того чтобы получить необходимое для человечества количество питательного белка, требуется всего 50 тысяч тонн нефти в год.

\* \* \*

Анисимов смотрел за корму. В пенной дорожке, оставшейся за лайнером, там и тут виднелись темные пятна. Это плавающая в Атлантике нефть. Нефтяная пленка! Виноваты танкеры. В океан сливается нефти больше, чем нужно для того, чтобы прокормить все человечество...

Это предстояло доказать на специальном заседании Организации Объединенных Наций, куда он направлялся, чтобы изложить план, предложенный учеными многих стран.

Лайнер приближался к Американскому континенту. Солнце мирно висело над океанской гладью. Анисимов перешел на носовую палубу.

И вот как бы прямо из воды стали вырастать башни. Казалось,

сказочная Атлантида в силу тектонического каприза вновь поднимается со дна морского. Правда, башни выглядели много внушительнее тех дворцов и храмов, которые описывал древнегреческий философ Платон.

Башен становилось все больше, и они все теснее примыкали одна к другой, образуя каменный забор среди океана.

Нью-Йорк, непохожий ни на один город мира, включая и американские города, был близок. Однако корабль не скоро еще подошел к порту.

Наконец появилась статуя Свободы. Чей-то холодный расчет превратил ее пьедестал в карантинную темницу. Деловитые янки сочли, что нет ничего удобнее для предварительного заключения эмигрантов, жаждущих познать все свободы прославленной страны бизнеса.

Анисимов вышел из таможни и сразу оказался на трехэтажной улице. Где-то над головой по эстакадам между домов с грохотом проносились поезда надземки, ниже двигались автомобили по пересекающему улицу путепроводу, а внизу забитая машинами улица гудела, шумела, гремела... Анисимова усадили в столь знакомую ему по Москве машину.

— Нам повезло, что удалось остановиться не так уж далеко, — говорил встречающий его молодой человек. — Иногда идешь километра два от припаркованного автомобиля.

Машина двигалась еле-еле, упираясь в бампер едущей впереди.

— Пожалуй, я скорее дойду пешком. Дайте-ка мне адрес отеля, — сказал Анисимов и решительно открыл дверцу машины.

\* \* \*

И вот Генеральная ассамблея... Пленарное заседание. Первое время Анисимов находился на галерее для публики. Но наступил день, когда он взшел на трибуну. По решению одного из комитетов ООН Анисимову предстояло изложить свое предложение, поддержанное сотнями ученых разных стран.

После его выступления журналисты буквально атаковали советского академика. Он дал бесчисленные интервью на всех знакомых ему языках.

И он очень устал, думал теперь лишь о том, чтобы пройтись, развеяться, отдохнуть. Мечтал подышать свежим воздухом. Но где? И тогда вспомнил о Централь-парке, этом своеобразном заповеднике прежней природы.

Анисимов знал, что из даунтауна (нижнего города) до аптауна и Централь-парка далеко, но он лю-



бил ходить. И шел не спеша, разглядывая загоравшиеся огни реклам и лица встречающих прохожих. Но мысли Анисимова снова и снова возвращались к прошедшему дню...

С трибуны, на которую он поднялся, были видны внимательные, настороженные лица людей, ждавших от него чего-то очень важного. Но вряд ли кто-нибудь из них представлял, какой ценой можно осуществить его предложение. По традиции ему приходилось делать паузы во время доклада, чтобы переводчики могли без искажений перевести его на другие языки.

— Человечеству, — говорил Анисимов, — не будут грозить ни голод из-за нехватки продовольствия, ни перенаселение из-за нехватки суши, если люди используют все то, что уже сегодня открыто наукой и даже освоено техникой.

Пока переводчики заполняли паузу, Анисимов подготовил следующую фразу:

— Синтетические яства уже не миф и пугало для непосвященных. Ныне магазины во многих странах и покупатели почти всех континентов знакомы и с казеином, и с дрожжами кандиды — правда, через посредников, ведь они широко применяются в животноводстве для кормления скота. Но они пригодны, как установлено, и для приготовления самых изысканных блюд.

Анисимов рассказывал о трудном пути ученых-химиков к цели.

— Но дело не только в питании. Человеку нужна чистая среда обитания, незагрязненный воздух для дыхания, неотравленная вода для питья.

Люди слушали Анисимова с почтительным вниманием. Слишком проста и понятна была его речь для этого дипломатического Вавилона, где больше привыкли говорить о политике, да и то максимально затуманивая смысл, скрывая свою подлинную точку зрения.

— Чтобы передать эстафету цивилизации новым поколениям, люди должны жить иначе, — продолжал Анисимов. — Но слова, даже сказанные с высочайшей в мире трибуны, никого не убедят. Нам всем нужен пример. Требуется доказать, что люди могут жить, получая продукты питания не в виде привычных даров природы, которыми пользовались тысячелетия назад еще наши предки, а используя природу на микробиологическом уровне, заменив земледелие и животноводство «микробоководством». Нужно на деле показать, что люди могут жить в городе прекрасной архитектуры и пользоваться средствами транспорта, не отравляющими воздух, производить на заводах и фабриках все современные изде-

лия, не загрязняя вод. Все это, взятое в отдельности, мы умеем делать, но пришло время наконец показать, как это можно осуществить в реальных условиях.

Очередную паузу многотысячная аудитория провела в гробовом молчании.

— Я уполномочен моими коллегами из разных стран предложить Организации Объединенных Наций создать Город-лабораторию, в котором будут воспроизведены все условия существования будущего человечества. Пусть это будет Город Надежды, где продукты питания станут получать для всего населения, а возможно, и для других нуждающихся стран, на заводах. Пусть на его улицах не появится ни один двигатель внутреннего сгорания, автомобили сменят электромобили, щедро питаемые энергией от проложенных в земле кабелей высокой частоты, и бегущие тротуары, приводимые в действие тоже электричеством. А Солнце даст всю энергию.

— В какой же пустыне строить такой город? — крикнул кто-то с галереи для публики.

Анисимов понял вопрос и сразу ответил:

— Мы, ученые, вынашивающие эту идею, могли бы предложить создать такой город на одном из островов Тихого океана или на искусственном острове в любом месте земного шара, но... Если показывать пример человечеству, то надо выбирать такое место, где природа сама по себе ничего не сулит человеку. И поэтому ученые выбрали континент, провозглашенный Организацией Объединенных Наций ничейным, где нет ни городов, ни сел, ни лесов, ни рек и никакого коренного населения и где природа ничего не дает человеку. И, по мнению многих, ничего не может дать.

Переводчики старательно переводили...

— Город Надежды в целях наибольшей чистоты поставленного опыта нужно создать в Антарктиде! Гул пронесся по залу.

— Да. В Антарктиде! Но не на ледяном панцире, а под ним, в искусственно утепленном ледяном гроте вырастут деревья и кустарники, даже цветы, потекут реки от тающего льда. Но не будет вспаханных полей. Они не потребуются. На заводах Города Надежды при затратах в год каких-нибудь нескольких десятков тысяч тонн нефти (меньше, чем проливают ныне танкеры в океанах при ее перевозке) будут получаться из дрожжей кандиды белки, а из них все привычные людям виды продуктов питания.

— Сколько же это будет стоить? — спросил американский делегат.

— Я ждал такого вопроса. ООН в состоянии финансировать создание такого международного экспериментального Города-лаборатории, моделирующего жизнь грядущего человечества.

Но чтобы создать подобный город в Антарктиде, понадобится отчислять в течение пяти лет приблизительно по одному проценту тех средств, которые ныне тратятся на военные нужды всеми странами. Ведь наш мир подобен джунглям страха, где тяжелое бремя ложится на плечи людей, не доверяющих друг другу. Пять процентов средств, бесцельно затрачиваемых ныне на вооружение, отнюдь не поставят под удар народы, не разоружат и так до зубов вооруженных обитателей джунглей страха. И даже не пропадут для промышленных концернов. Придут к ним в виде заказов. Странам мира стоит объединиться, чтобы обеспечить не только мир без войн, но и дальнейшую жизнь человечества без голода, перенаселения и страха перед потоком человеческой крови и пирамид из человеческих тел...

Председательствующий объявил перерыв, перенеся прения по затронутому вопросу, числившемуся 127-м в повестке дня ассамблеи, на следующий день.

\* \* \*

Незаметно Анисимов дошел до Централь-парка. С одной стороны, он граничил с Пятой авеню, а с другой — с негритянским гетто, с Гарлемом.

Анисимов свернул под тень деревьев. Назойливых огней реклам, освещавших авеню, не было видно. Стало темно, но зато и менее душно. Все-таки деревья делали свое дело, очищали отравленный воздух. Кажется, здесь единственное место Нью-Йорка, где хоть изредка можно дышать полной грудью. Анисимов сел на скамейку и задумался.

Характер предстоящих дискуссий в залах ООН он представлял и совсем не был так уверен в положительном их исходе, как думалось раньше, на пресс-конференции. Но это его особенно не волновало — рано или поздно идея Купола Надежды будет принята. Гораздо больше его беспокоили тайные силы сопротивления, голоса которых уже прорывались в вопросах на пресс-конференции. И оттого, что эта ярость несогласия тщательно маскировалась, оттого, что предстоящее сопротивление будет, несомненно, тайным, то есть вестись самыми жестокими средствами, Анисимову казалось, что он вступил в новую полосу своей жизни, где содействуют самые светлые и самые мрачные проявления человеческого духа.



# ЖЕЛТЫЙ

«ТМ»



## Между Европой и Азией

Всегда ли граница Азии и Европы проходила по Уральскому хребту? Покопавшись в книгах, можно узнать, что в V в. до н. э. греческий историк Геродот проводил эту границу по Босфору, Черному и Азовскому морям и по Дону. Далее на север земля для греков была неизвестной.

В XVII веке границей Европы считали Дон, Волгу, Печору и Каму. Французский географ Гильон на карте 1760 г. продлил Европу до реки Обь. Однако он так

плохо знал восточные земли, что не обозначил Уральские горы: он просто не знал, где они находятся. Немецкий ученый А. Гумбольдт предложил считать Европу и Азию единым материком — Евразией.

Первым провел границу Европы и Азии по Уральским горам, тянувшимся с юга на север на 2 тыс. км, русский географ и историк петровского времени Василий Татищев (1686—1750 гг.). Этот замечательный человек, опубликовавший в 1734 г. первый «заводской устав», хорошо знал свою землю. Он заметил: реки с Урала текут в двух направлениях: одни в Печору и Каму, другие в Обь. Татищев писал: «На западной стороне рыба в реках красного тела: лососи, харьусы. В восточных реках, хотя наружным видом подобны западным, — таймени, нельмы, муксуны, но как телом белы, так и вкусом различны». Замечено было: растительность за горами тоже заметно меняется. «Сие и сему подобные обстоятельства подают причину утверждать сии горы за границу между Азией и Европой».

Татищев же первый дал письменное название «Уральские горы». До него их называли по-гречески Гипербореи (от слов «гипер» — сверх и «Борей» — бог северного ветра и сам ветер). Татищев назвал горы местным именем, по-татарски «Урал» — значит «каменный пояс».

На границе Европы и Азии стоит семь памятных каменных столбов, но число их понемногу увеличивается.

А. БУТКЕВИЧ

Львов

## Не полетит!

В 1903 году незадолго до полетов братьев Райт профессор С. Ньюком, вице-президент Национальной академии наук США, критикуя попытки С. Ленгли создать летательный аппарат, писал: «Вероятно, наиболее эффективной летательной машиной было бы устройство, использующее огромное количество птичек».

Упорство Ньюкома было так велико, что даже через три года после полетов братьев Райт он продолжал твердить: «Тот факт, что никакая комбинация известных наук и вещей, известных видов аппаратуры и известных разновидностей силы не может быть соединена в практически используемую машину, с помощью которой человек мог бы преодолевать в воздушном полете большие расстояния, кажется автору этих строк столь же очевидным, как и любой факт физики, доступный для демонстрации».

И в этих попытках доказать невозможность полета Ньюком не был одинок: такого же мнения придерживался профессор Ле Конт из Калифорнийского университета, знаменитый лорд Кельвин и многие другие профессора.

Когда полеты на первых самолетах стали более или менее обычным явлением, тон «экспертов» несколько изменился. Но только тон, а не уверенность в том, что «почту по воздуху еще, может быть, повезут, но пассажиров — никогда!».

Но когда и гражданская авиация стала совершившимся фактом, недоверие к человеческим возможностям пришлось перенести на что-нибудь другое. Подходящим объектом стала ракета...

Газета «Нью-Йорк таймс» начала с того, что в 1921 году подвергла уничтожающей критике Роберта Годдарда — американского пионера в ракетостроении: «Абсурдным было бы утверждать, что профессор Годдард может не знать закон об отношении действия к противодействию, или что он не подозревает, что для



противодействия необходимо что-то получше, чем вакуум».

А спустя 14 лет видный астроном Ф. Р. Моултон «разъяснил со всей ясностью для всех, кто по своему образованию не способен оценить фундаментальные трудности путешествия с одной планеты на другую или хотя бы с Земли на Луну: никакой возможности таких полетов не существует».

А между тем первые ракеты уже вздымались в небеса и в СССР, и в США, и в Германии... Впрочем, что там тридцатые годы! В 1948 году, уже после того, как фашистские «Фау-2» падали на Лондон, один «эксперт» в «Дейли миррор», выходящей в том же городе, коротко указал: «все разговоры о поездках на Луну — чистейший вздор».

Так что, может быть, и прав наш современник, английский фантаст Артур Кларк, когда он утверждает: «Если пожилой известный ученый говорит — «это невозможно!», он почти наверняка ошибается. Специалист, конечно, в состоянии определить все трудности, но воображения, как их обойти, ему не хватает. Невежественный оптимизм «человека с улицы» в конце концов нередко оказывается куда ближе к истине».

Б. СИЛКИН,  
научный сотрудник  
Геофизического комитета  
АН СССР

## Нехватка

помогла...

Окись кобальта применялась еще в Древнем Египте и Вавилоне для окрашивания стекла и эмалей в синий цвет. Для той же цели в XVI веке в Западной Европе стали пользоваться цафрой или сафлором — серой землистой массой, которая получалась при обжиге некоторых руд, носивших название «кобольд». Эти руды выделяли при обжиге обильный ядовитый дым, а из продуктов их обжига выплавить металл не удава-

лось. Средневековые рудопы и металлурги считали это проделками мифических существ — кобольдов (от немецкого «кобольд» — домовой, гном).

В 1735 году шведский химик Г. Брандт, нагревая в горне с дутьем смесь цафры с углем и флюсом, получил металл, который назвал «корольком кобольда». Вскоре это название было изменено на «кобольд», а затем на «кобальт».

В природе часто кобальт оказывался рядом со своим ближайшим химическим родственником — никелем, и не случайно перед учеными стал вопрос: как разделить их, чтобы получить и тот и другой в чистом виде?

Эту сложнейшую химическую задачу удалось решить ветеринарному врачу Шарлю Аскину. Все свободное время ветеринар посвящал своему хобби — металлургии. В 1834 году он заинтересовался никелем и попытался получить его из руды.

Но, к несчастью (а справедливее сказать, к счастью), эта руда содержала и кобальт. Но как их разделить? Аскин обратился за помощью к владельцу местного химического завода Бенсону. После некоторых раздумий они решили воспользоваться для достижения своей цели хлорной известью. Рассчитав, сколько ее потребуется для ра-

боты, каждый приступил к делу.

Бенсон отмерил нужное количество хлорной извести и стал обрабатывать ею руду: его ждала неудача — из раствора в осадок выпали окиси как того, так и другого металла.

Аскин же, готовясь к опытам, обнаружил, что ему не хватает хлорной извести. Однако он не стал откладывать эксперимент. И к удивлению и радости ветеринара, опыт дал желанный результат: кобальт в виде окиси выпал в осадок, а никель, которому не хватило хлорной извести, почти весь остался в растворе.

А. РУНКИН



## Приметы Нового года

● Обычай дарить подарки под Новый год с пожеланиями удачи и счастья был установлен еще древними римлянами 1 января 153 года до нашей эры. Тогда же начали складываться и первые приметы. Считалось, например, что каков будет первый день, таков будет и весь год. Поэтому следовало в Новый год веселиться, отложить все заботы, одеться во все новое.

Отголосок этих древних примет сохранился у современных итальянцев: под Новый год они выбрасывают из окон старые вещи.

● У болгар есть примета: человек, чихнувший за новогодним столом, приносит в дом счастье. Хозяин обещает чихнувшему первого ягненка, теленка или жеребенка.



● У немцев издавна существует обычай: под Новый год парни и мужчины собираются в каком-нибудь доме, пьют вино или пиво, играют в карты. В 12 часов ночи все взбираются на столы и стулья и с первым ударом часов «впрыгивают» в новый год, а вслед старому бросают дубинку.

● Венгры считают, что под Новый год нельзя есть птицу, а то «улетит счастье». Здесь под Новый год дарят на счастье фарфоровые фигурки поросенка и трубочистов. В деревнях старый год провожают колокольным звоном, а новый встречают песнями.

● На острове Крит первый человек, вошедший в дом после наступления Нового года, приносит с собою большой камень, ставит его на пол, садится и произносит новогоднее пожелание



счастья и благополучия дому и хозяевам. В заключение он говорит: «Пусть золото весом с этот камень войдет в ваш дом». На острове Лемнос старый обомшелый валун, принесенный в дом под Новый год, сулит его хозяевам богатый урожай.

● Кроме всевозможных развлечений, у испанцев под Новый год возникают и заботы: в этот день нечистая сила так распоясывается, что с ней не так-то легко справиться обычными средствами. Вот и приходится под Новый год перестраивать дорожки заборов, ставить капканы и ловушки.

● «Первая нога» — так называется распространенная в Англии новогодняя примета, согласно которой от человека, вошедшего первым в дом после полуночи, зависит весь год. Если пришел радостный, счастливый и богатый человек, то весь год хозяевам будет сопутствовать удача. Если пришел бедный, несчастный и злой, год будет трудным, отмеченным сплошными неудачами. Важны и инициалы «первой ноги»: расшифровав первые буквы имени и фамилии, можно узнать, что ожидает тебя в наступившем году.

● Французы, так же как испанцы и португальцы, считают, что по первому дню нового года можно судить о том, что сулит год. Если 1 января ветер дует с юга, год будет жаркий, благополучный. Западный ветер сулит изобилие рыбы и молока. Восточный — урожай фруктов. Можно узнать и погоду на каждый месяц будущего года. Какой будет погода 1 января, такой будет и весь этот месяц. Погода 2 января определит весь февраль, 3 января — март и т. д.

О. ПЕРФИЛОВА

Рисунки Владимира Плужникова  
и Никиты Розанова

## Однажды...

«А об этом  
вам  
расскажет  
мой шофер...»

В 1969 году известный специалист по пересадкам сердца Кристиан Барнард читал цикл популярных лекций в ряде городов Южной Франции. Его шофер, смывленный и образованный парень, сидя в зале, всегда внимательно слушал выступления своего патро-

Ch. Barnard



на. Заметив это, Барнард как-то раз попросил шофера прочитать лекцию вместо него.

В этот вечер профессор, облаченный в форменную

одежду шофера, сидел в зале, а шофер делал отличный доклад и без труда отвечал на вопросы слушателей. Но нашлась все-таки дама, задавшая каверзный вопрос, на который докладчик затруднился ответить. Однако он не растерялся.

— Прошу меня извинить, мадам! — сказал он. — Я очень устал, поэтому я заканчиваю свое выступление и удаляюсь отдыхать. А подробно ответить на ваш вопрос я попрошу своего шофера...

## Правила Цермелло

Известный немецкий математик Эрнест Цермелло (1871—1953) имел обыкновение, сидя в кафе, злословить по поводу своих коллег. Как-то раз, саркастически критикуя одно выступление, произведшее большой фурор на недавней математической конференции, он сформулировал два основных правила, которыми, как он, хохоча, утверждал, должен руководствоваться каждый докладчик. Правила эти таковы:

1. Вы никогда не сможете преувеличить глупость своей аудитории.

2. Делайте упор на очевидном и скользите мимо существенного.

## РЕШЕНИЕ ШАХМАТНОЙ ЗАДАЧИ,

опубликованной в № 11 за 1978 год

1. Фb1 (цугцванг)

1... de (d4), e6, Ле6, Ле: e4, Ле: f5, Лf: e4, Лf: f5, Лg4, Лh4

2. Cf7, Ке7, Л: e6, К: e7, Ле6, Kh4, Лg4, Л: g4, К: h4X

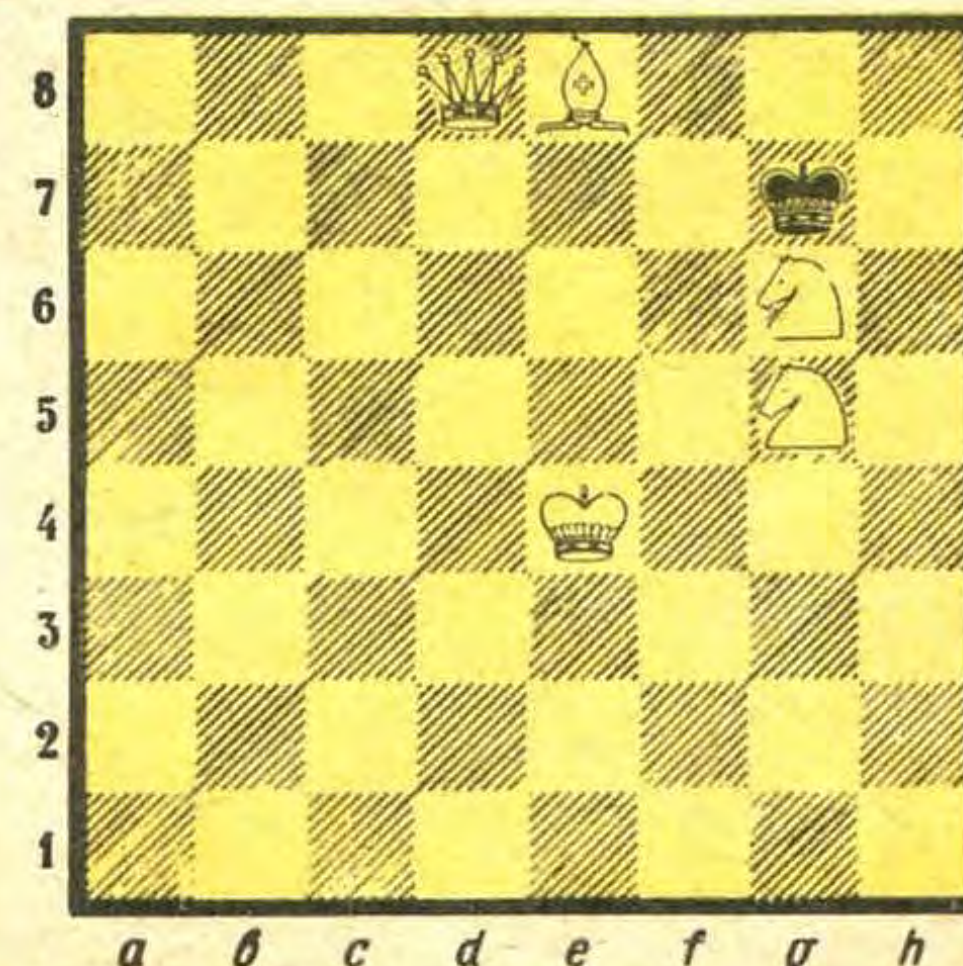


ШАХМАТЫ

ШАХМАТЫ  
Отдел ведет  
экс-чемпион мира  
гроссмейстер  
В. СМЫСЛОВ

Задача Ю. БАГРЕЦОВА  
(г. Ухта)

Мат в 2 хода







# ПРИБЫТИЕ ЕДИНСТВЕННОГО ИНКА

...по желтому знаку в небе все узнали о прибытии Единственного Инка.

(Из перуанской легенды)

Чимпа лежал на вытертой шкуре ламы у самого выхода из пещеры и поглаживал перья Могучего Ру. Ветерок лениво шевелил языки костра, обдувал теплом человека и птицу. Внутри пещеры в серых сухих сумерках жевала траву и ободренные кактусы лама. Иногда на ее шее серебряным звоном вздрагивал колоколец.

Ру, крупный, сизо-черный орел, от прикосновения сильных пальцев юноши чуть пружинил на полусогнутых лапах. Глядя в темные и глубокие, как горные расщелины, глаза Чимпы своими мутноватыми, подернутыми голубоватой пленкой зрачками, Ру открывал клюв, выпрашивая подачку.

Из кожаного мешочка Чимпа достал кусочек сушеного мяса, на ладони поднес к затупленному носу Ру — резкий стремительный клев, и мясо исчезло в глотке орла. И все-таки Чимпа почувствовал неуверенность клевка. Клюв коснулся руки. Притупилось зрение Ру, не так мгновенно и точно срабатывали мышцы.

«Сколько лет птице?» — подумал юноша.

Саратовский писатель Владимир Борисович КАЗАКОВ работает над книгой под названием «Вспомни, облако». В подзаголовке автор пишет, что эти исторические очерки — «раздумья о Великих Мечтателях и необычных летательных аппаратах, о Пионерах неба, о его величестве Случае и госпоже Удаче, о загадках и тайнах пятого океана для читателя любопытного и юного сердцем».

Сегодня мы печатаем одну из глав его книги.

Вырастил и натаскал Ру-поводыря Верховный жрец Храма Орлов Манко Амару, когда еще не имел сына. Теперь ему девяносто. Он почти не поднимается с возвышения из мягких шкур и оттуда учит молодых жрецов, готовит их к посвящению в сан Орлов. Чимпа слышит надтреснутый, тонкий голосок белого Манко Амару, и улыбка растягивает его толстые губы: жрец был всегда добр к Чимпе и быстро отличил его. Чимпа уже третий год носит сан Сына Орла «Парящего высоко».

Сейчас Единственный Инк в длительном плавании, и Чимпа с маленьким отрядом воинов и рабов ждет его парусные суда здесь, на скальной площадке отрога Анд, глядящего в море. На склоне отрога выбит яркий белый знак в ви-

де трезубца. Ждет, чтобы, увидев первым, оповестить всех инков о благополучном возвращении правителя.

Размышляя, Чимпа кормил орла, поглаживал, чистил его оперение. Вот одно перышко вылезло из хвоста. «Да, стареет Могучий Ру!» Чимпа, повертев перо в пальцах, надломил его. Потом расщепил крепкими желтоватыми ногтями вдоль. Снова в его ушах зазвучал тонкий голос мудрого Манко Амару: «...юноши, посмотрите внимательно, как Великая Природа сделала легкую пушистую косточку крыла рожденных для полета?!»

И сейчас уже прошедший науку Чимпа дивился этому чуду. Перо легчайшее, а его не сломаешь. Твердый стержень обеспечивает жесткость там, где требуется поддержка, но ближе к кончику он становится упругим, как того требует полет. От стержня отходят бородки, они несут множество ответвляющихся в обе стороны маленьких бородачек, которые переплетаются с совсем уже крохотными, обеспечивающими прочность. На одном единственном пере великое множество бородачек, их ответвлений и крючочков.

Отбросив в сторону перышко, Чимпа взялся за крыло Могучего Ру, расправил его. Форма крыла походила на сделанные жрецами-



строителями крылья «обезьян» и «крокодилов»: плотное и тупое по ведущему краю, оно сужалось к концу, не встречающему ветер.

На маленьких «обезьянах», хоть они и прыгали в восходящих потоках так, что мутило в животе, Чимпа любил летать больше. Они сразу набирали силу для полета, и для них требовалась только одна быstroногая лама. А большие широкие крылья грузовых «крокодилов» обтянуты тканью, такой же, как на головной повязке Чимпы, и пропитаны желчью животных. Они гудят, как кожа барабанов, и долго плохо пахнут. «Обезьяны» уходят в небо сразу, а «крокодилу» нужен длинный разгон по земле, иногда ему даже не хватает площадки, и лама, тянущие его, срываются вниз с крутого склона, ломают ноги. Зато в небе «крокодил» устойчив и парит ровно, как Могучий Ру.

...Снаружи в пещеру ворвался сильный гортанный крик, скорее вопль торжества. За спиной Чимпы всхрипнула лама. Он легко вскочил на ноги. Его коренастая невысокая фигура выросла в проеме каменного убежища. Смуглый, прикрытый только набедренной повязкой, юноша вытянулся струной и посмотрел в сторону моря.

От горизонта к склону Анд со знаком трезубца плыли под парусами деревянные скорлупки. Они медленно приближались, и терпеливый Чимпа на одном из парусов разглядел красный знак Единственного Инка.

Чимпа отдал несколько коротких приказаний, сопровождая их резкими жестами — серебряные украшения звенели на его руках.

Два воина-инка в легких тканевых плащах, с бронзовыми короткими мечами на бедрах выскочили из-за скалы и побежали к легкокрылой «обезьяне», окрашенной в яркий желтый цвет молодого солнца. Отсоединили ременные тяги от валунов, и «обезьяна» легла на крыло. На вздернутый конец крыла спланировал Могучий Ру. В возбуждении он дважды хлопнул полутораметровыми опахалами.

Один из рабов вывел из пещеры лохматую ламу в несложной сбруе. За ней тянулся искусно сплетенный в многочисленные кольца сыромятный конец длиною в двадцать шагов. Конец присоединили к носу «обезьяны» за клык вниз, и лама натянула ремень. Воины схватили «обезьяну» за концы крыльев.

Совершив ритуал поклонения Солнцу, Чимпа залез в круглое отверстие корзины, сплетенной в виде капли и жестко прикрепленной к крыльям. Он уселся на тростни-

ковую скамеечку, положил руки на часть поперечного шеста, пронизывающего крыло из конца в конец. Внимательно осмотрелся. Справа и слева желто отблескивали крашеными птичьими перьями недлинные полуовальные крылья. Он двинул шест вправо — гибкая задняя часть на конце пошевелилась. Двинул шест вперед — эластичный хвост, похожий на хвост Ру, загнулся вниз.

Свист Чимпы спугнул Могучего Ру.

Подстегнутая бичом, рванулась вперед лама.

Воины недолго держали «обезьяну» — кольца сыромятного ремня вытянулись в ровную линию.

Отпущенная «обезьяна» рванулась с места, проскользила по камням и приняла под крылья волну встречного упругого ветра.

Конец буксирного ремня упал с клыка.

Чимпа сразу же почувствовал, как неведомая сила подняла, подхватила его и потащила вверх над крутым склоном. Струя воздуха трепала красную кисточку головной повязки, но в глаза ветер не бил, его отсекала гладкая дощечка на носу «обезьяны».

Земля уплывала, скорлупки в море «теряли» паруса.

Но вот Чимпу потянуло вниз, да так резко, что он оторвался немного от сиденья. Он поискал в небе глазами и увидел Могучего Ру. Тот парил в стороне. Осторожно повернув «обезьяну», Чимпа стал приближаться к нему. Орел не подвел и на этот раз — найденный им поток вознес «обезьяну».

Чимпа уходил от склона со знаком трезубца, держа нос «обезьяны» в направлении белой земной линии, ведущей к плоскогорью Наска, где ждал вести мудрый жрец Манко Амару. Юноша, хоть и имел звание «Парящего высоко», почувствовал легкое удушье. Значит, им достигнута предельная для летающего инка высота. И он толкнул немного от себя шест управления. Ветер около головы засвистел веселее.

Могучий Ру-поводырь, распластавшись в небе, парил впереди, иногда отклоняясь немного в стороны. Если Ру взмахивал крыльями, Чимпа туда не шел. Чаще всего в этих местах на земле виднелись рисунки пляшущих существ.

Любуясь полетом старого Ру, Чимпа знал: ярко-желтую «обезьяну» видит сейчас все живое в Андах. Племена квичуа, аймара и другие помнят о небесном знаке прибытия Единственного Инка Тупака Юнаки из большого морского похода и спешат навстречу властелину...



Вдруг парение Могучего Ру стало неуверенным. Он тяжело хлопнул крыльями в хорошем восходящем потоке, стараясь не провалиться ниже Чимпы. Сын Орла почувствовал сердцем, как тяжело старому Ру.

Вот птица поравнялась с правым крылом «обезьяны». Орел несясь рядом с Чимпой, поджав лапы, вытянув стремительную кривоклювую голову, распустил хвост, и косил взглядом на человека. Тоскливым взглядом уставшей, загнанной птицы.

— Садись, Ру! — крикнул на все небо Чимпа. — Я все знаю здесь, Ру, я долечу, садись на скалы, отдохни!

Но Ру был хоть и старым, но верным поводырем. Взмахнув крыльями, он снова повел небесную гонку...

Впереди уже виднелось плато Наска, различались посадочные полосы, знаки стоянок и стартов, места сборки «обезьян» и «крокодилов», сложенный из белых плит маленький храм Орла.

Могучий Ру недалеко обогнал Чимпу. Последним усилием он оттолкнулся крыльями, взмыл и сложил ослабевшие опахала.

Сначала Ру падал тяжелым камнем, потом завертелся спиралью — крылья его растрепались, и злой ветер вырвал из них несколько перьев. Тело старого Ру неслышно принял на себя острый скальный выступ.

Орлы-поводыри не умирают в гнездах и пещерах. Они покидают друзей только мертвыми...

Племена горного Перу узнали о прибытии Единственного Инка. Они видели сигнальную желтую «обезьяну» в сером небе. Но только Сын Орла «Парящий высоко» видел смерть верного Могучего Ру. И никто не видел слез на глазах Чимпы. Их высушило небо...



# БЕЛЫЕ ПТИЦЫ НАСКА

## АВТОРСКИЙ КОММЕНТАРИЙ К РАССКАЗУ-ГИПОТЕЗЕ «ПРИБЫТИЕ ЕДИНСТВЕННОГО ИНКА»

О космических пришельцах, которым долина Наска в Перу якобы служила космодромом, писать вряд ли следует. Гипотеза не выдерживает критической атаки. Космическим кораблям — чуду техники! — просто не нужны для визуального захода на посадку «раскрашенные» знаками площадки.

Шатки доводы и в пользу «гигантского астрономического календаря», и в пользу культовой площадки.

Скорее всего это все-таки древний планеродром.

Сразу возникает вопрос: могли ли быть вначале нашей эры планеры?

А почему нет?

Известный американский ученый, недавно работавший и в нашей стране, Александр Маршак много лет посвятил расшифровке рисунков и надписей на древних изделиях, чтобы установить по этим «записям» образ мыслей человека, жившего 20—30 тысячелетий назад, утверждает: интеллектуальный мир тех далеких времен был так же непрост, как и наш, нынешний, и человек той эпохи, как мыслящее существо, не уступал нам с вами. Общий вывод Маршака не отвергают и советские ученые.

А коли так, почему бы древним, жившим всего две тысячи лет назад, не освоить технику планерного полета, если птицы, давшие эту мысль нам, парили в небе и на их глазах. Сомнения в технических возможностях? Но ведь у нас строили и строят планеры и дельтапланы любители, дилетанты в авиастроении, применяя природные материалы: дерево, бамбук, камыш, простейшую обтяжку для фюзеляжа и крыльев, вплоть до пленки из кишок животных — «бодрюша».

Древние выглядят далеко не глупыми. Они умели за 2000 лет до европейцев выплавлять алюминий. В Александрии 2300 лет назад существовали автоматы по продаже воды. Наши далекие предки изготавливали нержавеющую сталь такого качества, которое и ныне труднодостижимо. Знали тайны холодного света, пайки золота. В Багдадском музее хранятся уникальные сосуды с медными брусками, способными при реакции с уксусной кислотой давать электричество. Возраст сосудов около 3000 лет.

Примеров много.

Имея такие достижения в различных отраслях науки и техники, древние вполне могли постичь азы аэродинамики, построить простейший (а может быть, и посложнее!) планер.

Всем известна золотая крылатая безделушка, хранящаяся в Колумбийском национальном банке. Ей около или более 1000 лет. Думали, что это рыбка или насекомое, изваянное в золоте. Но геолог Андерсен догадался отдать древнюю вещицу на экспертизу авиастроителям, и те, продув золотую модель в аэродинамической трубе, зафиксировали: «Летные качества модели превосходные, настоящий аппарат, построенный по данным продувки, мог бы летать с большой скоростью, быть маневренным и простым в управлении».

В конце XIX века, раскапывая богатое египетское погребение, археологи нашли маленькую скульптуру из сикомора (сикомор — твердое дерево типа граба). Она похожа на птицу. Ее и приняли за скульптурное изображение птицы. Многие ученые-зоологи старались разгадать, к какому же пернатому племени принадлежит она? Но она даже близко не подходила ни к какому роду и виду. Бросили скульптурку, забыли. Почти 60 лет она провалялась в музее под стеклом вместе с древними черепками.

Недавно ею заинтересовался кипрский профессор Халил Мессих. Зоркий глаз ученого разглядел, что «птичка» чересчур обтекаемая, у нее оригинально изогнуты опущенные крылья, а самое главное, есть то, чего нет у других пернатых, — вертикальная деталь на хвостовом оперении, напоминающая руль поворота современных аэропланов.

Долго и внимательно изучал Мессих находку археологов и наконец заявил всему миру:

— Это не птица, а миниатюрная модель планера!

«Если гипотеза доктора Мессиха подтвердится, — писал бюллетень «Новости ЮНЕСКО», — это будет означать, что уже древние египтяне знали законы полета».

Профессор не остановился на предположении. Он построил из легких материалов большую модель планера, повторив точно и полностью конструктивные особенности древней скульптуры «птицы», и в ясный маловетренный день запустил модель в воздух.

Планер Халила Мессиха совершил успешный полет!

Примеров достаточно для предположения: древние строили легкие безмоторные летательные аппараты.

Где же они могли применяться?

Там, где в любое время суток и года имеются восходящие потоки (термики, «волны», подсос облаков), способные удержать и поднять на своих могучих «плечах» планер.

Одним из таких идеальных мест и являются крутые склоны Анд, расположенных в Перу, от океанского побережья до каменистого плато пустыни Наска. Для того чтобы убедиться в этом, достаточно взглянуть на метеорологические карты и графики вертикальных разрезов погоды данного района.

На одном из склонов Анд, выходящих к океану, начертан огромный знак — трезубец. Он виден и с воды и с воздуха, то есть с малых и больших высот. Я вижу начертанными не три зуба, а три птичьих пера — символ легкости, полета. И стремятся перья вверх. Посмотрите, они как три силы тяги, вцепившиеся в носовую часть и консоли вписанного в знак силуэта двухкилевого летательного аппарата. Вполне возможно, что это знак для потерявшего высоту планериста: «Иди сюда, здесь всегда мощный восходящий поток!»

Попадают рисунки странных подпрыгивающих существ — возможно, они предупреждают планериста о неравномерности потока.

От трезубца в глубь страны тянется прямая белая, хорошо видимая только с воздуха линия. Она идет через горы и доли и заканчивается на подходе к горному плато Наска.

По-моему, это линия наибольшего «благодействия» вертикальных воздушных потоков, спрямленная в рамках здравого смысла.

Если современный планер, например, выпарив у склона, обозначенного трезубцем, полетит по этой линии, он не потеряет высоту, а сможет набрать ее до 3—4 тыс. м, а при благоприятных погодных условиях забраться и выше. Значит, при среднем аэродинамическом качестве 15—20 (современные планеры имеют качество до 50, но предположим, что древние этого достичь не сумели) возможен полет планера в радиусе 60—80 км только за счет снижения, при парении же — до нескольких сот километров.

Представим: планер никуда не повернул, прилетел на плато Наска. Что его здесь ожидает?

Вот «посадочные полосы», предлагающие услуги для приземления практически с любым курсом. Их направления соответствуют «розе ветров» района. Вокруг мелкие и крупные камни, а полосы мягкие, ровные. Как установила археолог из ФРГ Мария Рейх, много лет изучающая «проблему Наски», каменистый грунт пустыни на полосах снят до светлого глинистого слоя. Поломка даже хрупкого планера при приземлении на такой грунт исключается.

«Треугольники» информируют планериста о возможном на этой полосе боковом ветре. «Квадраты» — о наилучшем месте приземления.

Стилизованные фигуры птиц могут обозначать места стоянок. Именно



около них попадаются крупные валуны, по форме и весу годные для швартовки планеров. Притом рисунки рассечены тонкими прямыми линиями — возможно, что это линейные указатели стоянок.

Стоит обратить внимание на рисунок птицы «без головы и клюва». Вместо них как бы длинная, изогнутая в семь коленей «шея». Не похоже ли это на развернутый перед планером амортизатор, трос, канат? А утолщение в конце не обозначает ли площадку, на которой могла стоять своеобразная катапульта?

Или прирученных животных, способных дать планеру необходимое ускорение для взлета. Я представляю «длинношеюю птицу» как информационный знак места взлета (может быть, для первичного обучения полетам).

Как утверждают археологи, никогда не считавшие «полосы» в пустыне «дорогами инков», гигантские рисунки встречаются далеко не по всему Перу, а только на юге побережья, то есть там, где наилучшие условия для парения планеров...

Не исключено, что этим же «плане-родромом» пользовались древние аэронавты.

На плато найдены каналы с остатками горючих материалов в донном слое. В горах — наскальный рисунок, похожий на аэростат угловатой формы.

Сторонники предположения, что знаки в пустыне использовались в древности как ориентиры воздухоплатователей, запустили в долине Наска воздушный шар — монгольфьер. Баллон сшили по форме наскального рисунка. Оболочку шара изготовили из ткани, аналогичной найденной в местном захоронении примерно того же времени, когда были созданы рисунки. Шар заполнили горючим дымом от костра, горевшего в канаве длиной 10 м. Сначала дым выходил через поры ткани, затем ткань несколько «прокопtilась» и стала удерживать теплый воздух. Костер, правда, оказался маловат, и для ускорения заполнения баллона пришлось подвести под шар газовую горелку.

Два энтузиаста поднялись на этом аэростате сначала на 100 м, затем на 500.

Присутствующий на испытаниях «древнего воздухоносного шара» вице-президент Британского клуба воздухоплавания Джулиан Нотт заявил, что он удовлетворен результатами эксперимента и полагает, что в принципе древние перуанцы могли бы летать, используя такие шары, но делали ли они это, совсем другой вопрос.

Неплохо бы провести эксперимент и с планерами. Может быть, древние инки все-таки летали, и не только для своего удовольствия, но и возили грузы по воздуху...

# ЭТОТ ДРЕВНИЙ И НОВЫЙ ТОПОР

ФРИДРИХ МАЛКИН, инженер-патентовед      К 3-й стр. обложки

Вначале это каменный клин, вставленный в расщепленный конец деревянной палки. Потом полированные каменные топоры, медные, бронзовые проушные — со сквозным отверстием. Топор играл тогда важную роль в жизни человека.

Топоры служили объектом приношений богам, маленькие топоры носили как амулеты, изображения топора вырезались на гробницах. А на ритуальном халдейском цилиндре даже выгравирован жрец, приносящий жертвоприношение топору, установленному на троне.

Настало время топоров и железных. Теперь форма топора зависела от его назначения. В России с XI века различались топоры лесорубные — тяжелые, с узким лезвием, плотничные — с широким лезвием, легкие — с вытянутым, иногда скошенным лезвием — боевые. И в наше время топоры пытаются усовершенствовать, чтобы функциональные возможности древнего инструмента расширились.

Принцип действия любого топора, когда им рубят дерево, одинаков: клин раздвигает древесные волокна. Естественно, чем шире топор, тем эффективней рубка. Но такой топор тяжелее, да и сил для него надо больше. Как же примирить это противоречие? Изобретатели разработали целый ряд топоров с так называемыми расширителями. На один из них в 1896 году Д. Карисом был получен патент США № 561000 (рис. 1). Внутри обычного топора делалось отверстие, куда вкладывалась уголко-

вая вставка — расширитель. При ударе расширитель, упираясь в плоскости раскола, помогал раздвигать в стороны половинки полена. Удерживался он внутри топора на стержне, пропущенном через его центр.

Справедливости ради надо сказать, что конструкция эта сложновата — выемки, стержень, расширители. Более простую конструкцию предложил немец А. Гросс. В 1906 году он получил патент Германии № 173426 на топор, каждая сторона лезвия которого была снабжена жесткими выступами-распорками (рис. 2). Они-то и помогали расколоть полено. Правда, чтобы изготовить такие распорки, кузнецу приходилось изрядно потрудиться над раскаленной заготовкой. Может быть, поэтому житель США Т. Сендидж решил предусмотреть эти выступы еще в процессе отливки (патент США № 1272536, 1918 г., рис. 4). Заготовку следовало хорошенько зачистить и отполировать выступы, чтоб трение уменьшилось.

Кому не приятно расколоть полено одним ударом? Свидетельство тому совсем «свежее» изобретение — топор американца Р. Колонья, который защищен патентом США № 4044808, выданным в 1977 году (рис. 3). Щечки топора, как и в предыдущем случае, снабжены выступами, но здесь они служат основанием для крепления на осях двух подпружиненных распорных планок. В нерабочем состоянии притянутые пружинами план-

Окончание на стр. 64.

## ХРОНИКА „ТМ“

● Состоялось очередное заседание редколлегии журнала, на котором подведены итоги деятельности редакции за 1978 год и обсужден план публикаций в «ТМ» в 1979 году. В наступающем году редакция ставит перед собой следующие основные задачи: 1) освещать ход созидательной работы советского народа, выполняющего решения XXV съезда КПСС; 2) освещать ход реализации решений XVIII съезда ВЛКСМ; 3) пропагандировать среди молодежи достижения советской и мировой науки и техники. В рамках этих главных тематических направлений и вне их в соответствии со спецификой журнала будут широко публиковаться материалы об НТТМ, о вкладе комсомолии и всей советской молодежи в научно-технический прогресс страны.

● Представители редакции провели цикл выступлений, посвященных славному юбилею — 60-летию комсо-

мола. Встречи со студенческой и рабочей молодежью столицы прошли в Доме культуры МГУ, на техническом объединении «Рубин», во Дворце культуры имени Горбунова.

● Редакцию посетил бывший летчик полка «Нормандия — Неман» Константин Фельдзер (Франция). Гость ознакомился с письмами наших читателей, заинтересовавшихся его статьей о мини-автомобиле «флиппер» (см. «ТМ», № 8 за 1978 год).

● Редакция принимала главного редактора журнала «Лотос» и члена редколлегии журнала «Югенд унд техник» Макса Кюна (ГДР) и главного редактора журнала «Прага — Москва» Франтишека Колара (ЧССР). Немецкий и чехословацкий журналисты ознакомились с работой редакции «ТМ» и поделились опытом по подготовке своих изданий.



# СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 1978 ГОД

## РЕШЕНИЯ ПАРТИЙНОГО СЪЕЗДА — В ЖИЗНЬ

Белов В. — Сотворение новой земли	2
Голиков А., д-р вет. наук, Любимов Е., канд. вет. наук — Коровы и... электроника	10
Данилов А. — Автосилачи семи-десятих	12
Друскин А. — Операция «Гулливёр»	9
Еремеев А., проф. — Поиск и изучение рудных месторождений	9
Илларионов В. — Дом на селе: каким ему быть?	11
Марчук Г., акад. — Наука созидания	9
Мигунова Е. — Нет бесплодных земель	11
Орлов В. — Гордость республики, гордость страны	12
Цветкова В. — ЛЭП выходит в море	6
Шило Н., акад. — Заполярное луговоеводство	10

## КОМСОМОЛ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС

### ПОСВЯЩАЕТСЯ XVIII СЪЕЗДУ ВЛКСМ

Данилов А. — НИРС МАИ	6
Кулик Г., зав. сект. Отд. рабочей молодежи ЦК ВЛКСМ — Шефство ударное	1
Кутузова Т. — Сто восемь минут истории	4
Мишин В., первый секретарь МК ВЛКСМ — Трудовые успехи — съезду!	4
Разумовский Г. — Рисовый водопровод	6
Шапошников М. — Успех ленинградских физиков	2
Шаталов В., летчик-космонавт СССР — Первопроходцы космических трасс	4

### НАВСТРЕЧУ 60-ЛЕТИЮ ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА

Авдеенко П., зам. министра нефтеперераб. и нефтехим. промышл. СССР — Пример молодых	10
Колотыркин Я., акад. — Государство нуждается в ученых-стратегах	1
Лаврентьев М., акад. — Романтическое будущее науки	8
Софонов Г., председ. ЦС ВПИР — Пятая часть изобретателей — молодежь	8
Филиппов Д., секретарь ЦК ВЛКСМ — Преданная делу партии	10
Хамьянов Ю. — Ультразвук — строитель	5

### XI ВСЕМИРНЫЙ ФЕСТИВАЛЬ МОЛОДЕЖИ И СТУДЕНТОВ

Бондаренко И. — Куба-78	7
Диасс П. (Куба) — Заоблачные врата фестиваля	2
Захарченко В. — Кузнецы будущего	5
Захарченко В. — Самая прекрасная земля...	6
Захарченко В. — Революция — да...	7
Захарченко В. — Куба всегда со мной	10
Леонов А., Севастьянов В., летчики-космонавты СССР, Ремек В., летчик-космонавт СССР	

и ЧССР — Вам, молодые созидатели грядущего	7
Смирнов И., зав. Отд. рабочей молодежи ЦК ВЛКСМ — Флаги мира — над островом Свободы	7

## ВСЕСОЮЗНЫЕ УДАРНЫЕ КОМСОМЛЬСКИЕ СТРОЙКИ

Данилов А. — Усть-Илимск — город содружества	7
Друскин А. — Амударья течет вверх	4
Звоницкий Э., инж. — Рельсы для БАМа	12
Кротов В., министр энергетич. машиностр. СССР — «Атоммаш» строится	5
Цветкова В. — Атомная магнитка...	2

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЕЖИ

Матюшенков И. — Центральное событие года	5
Меренкова Т. — Чему учить человека?	5
Смагин Б. — Деревья просят воды	10
Соколова С. — Мелодии мастерства друзей	7
Тищенко З. — Рождение «Витязя»	6
Федотов А. — Юбилейный смотр	4
Юша Ю. — Самоделки на марше	10

## ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА

Гравитис Я., Якобсон М. — Лигнин — основа дерева?	11
Крузе А., канд. техн. наук — Мозаика в мозаике	12
Францен О. — Здесь сходятся миры	1
Францен О. — Электростанция в рулоне?	4
Харьковский А., инж. — Тени невидимого света	4

## К 100-летию ОСВОБОЖДЕНИЯ БОЛГАРИИ

Живков Т. — Берегите, укрепляйте, возвышайте дружбу между нашими народами!	3
Пастухов Б., первый секретарь ЦК ВЛКСМ — Дорогой дружбы и созидания	3
Штернянов Б., первый секретарь ЦК ДКСМ — Плоды векового братства	3

\*\*\*

Арабаджиев Д., инж. — Стремительные ласточки «Балканара»	3
Богданов И. — Путь через века	3
Георгиев Е., акад. АН НРБ — Второе тысячелетие Кирилла и Мефодия	3
Гырев М. — Искусственный дождь над огородами Пазарджика	3
Данов Хр., проф. — «Свет и свобода, доблестный Спартак!»	3
Димитров В., инж. — Первая атомная электростанция на Балканах	3
Златаров С. — «Москва строит»	3
Караманева Н. — Блестящее меднение	3
Людмилов Л., инж. — Аспарухов мост	3
Павлов Д. — Плечом к плечу	3
Петков Д. — Богатейший клад — Панагюрское золотое сокровище	3
Пучков В., Станков Г. — Стройка дружбы	3
Славчев С., д-р — «Невидимые баррикады»	3
Тошев Т., инж. — Миллион изобретателей	3
Шипков К., арх. — Города в море	3

## НАУКА

Аксенов С., инж. — Под парусами — в космос!	1
Аксенов С., инж. — Экспедиция в Байкальский рифт	2
Алова Г. — Таланты рукотворных кристаллов	8
Глушков В., акад. — Испытания проводит компьютер	2
Губарев В. — В двух шагах от эпицентра	11, 12
Демихов В., д-р биол. наук — Продолжение наших исследований...	5
Жданов А. — Пора ответственности	8
Зверев В., канд. геол.-минер. наук — Частная жизнь последнего элемента природы	8
Камин А., канд. биол. наук — Гравитация и жизнь	6
Кобзарев Ю., акад. — Комментарий ученого	8
Коваль В., астр. — Самоцветы космических зорь	7
Кривошеков В., физик — Кварки — новая глава саги о микромире...	1
Кузнецова М. — Международный космический комплекс	7
Кутузова Т. — Путешествие в «страну обезьян»	2
Научные вести	1, 6, 12
Оленев В. — Искусство реплантации	5
Радунская И. — Торжество предвидения	11
Симонов А. — Солнечное затмение по заказу	5
Смагин Б., инж. — Чудо природы: естественный атомный реактор	8
Смирнов Г. — Есть 107-й элемент!	4
Смирнов Г. — Страшные и нестрашные катастрофы Рене Тома	12
Соколов А., проф. — Тайны золотого сечения	5
Файтельберг-Бланк В., проф., Остапенко Л., канд. биол. наук — Урожаю гарантированную сохранность!	8
Шаповалов Л., канд. техн. наук — Электрокультура семян и растений	2
Щербанов В., канд. техн. наук — Последний эксперимент Розы Кулешовой	8
Яковлев А., нейрохирург — Лишь реклама?	5

## ДИСКУССИИ, ГИПОТЕЗЫ, СМЕЛЫЕ ПРОЕКТЫ

Беренбейм Д., инж. — Как вспахать океан?	2
Боечин И., Анисимов Г. — Вариации на тему — Бермудский треугольник	9
Борисов Б., Шолпо В., кандидаты геол.-минер. наук — Возможен ли прогноз землетрясений	6
Виды коррозии	10
Войтов Г., канд. техн. наук, Зверев В., канд. геол.-минер. наук — Геохимический прогноз второго бедствия	6
Измайлов Л., Мишин С. — Землетрясение с точки зрения неотектоники	8
Коваль В., астр. — Откуда приходят кометы?	9
Колотыркин Я., акад. — Коррозия — болезнь века	10
Кочетков Б., инж. — «Сепаратор вселенной»	11
Княжева В., канд. хим. наук — Локальные формы коррозии	12
Мячкин В., д-р физ.-мат. наук — Физика подземных бурь	7
Новиковский В., канд. техн. наук — Огонь, вода и коррозия	11
Повилейко Р., канд. техн. наук, Мосиенко С. — Город в поднебесье	10



Портнов А., канд. геол.-минер. наук — Космос нажимает спусковой крючок	8
Смагин Б. — Прогноз дает МГД-генератор	7
Снисаренко А. — Гармония и алгебра Великой пирамиды	12
Соловьев С., чл.-кор. АН СССР — Цунами	8
Судиловский Л., инж. — Парящие перекрытия	10
Ульянин Е., д-р техн. наук — Нержавеющая сталь	11
Флорианович Г., канд. хим. наук — Пассивация металлов	12
Христов Н. (НРВ) — Биотронград — город будущего	12

## ТЕХНИКА

Андреев И. — Усмирявшие фонтан	5
Антонов В. — ДжАЛ становится на рельсы	12
Белоцерковский А., канд. техн. наук — Когда инструмент — молекулярные силы	11
Боечин И. — Потомки и наследники «Витязя»	4
Боечин И. — Опираясь на силу мускулов	5
Боечин И. — Ветроходы	8

## ВООРУЖЕННЫМ СИЛАМ СССР — 60 ЛЕТ

Грошев В., Циферов В., инженеры — Быть подземной ракетой!	7
Данилов А. — И нешуточное дело — повод для шутки	10
Де ля Пуап Р. (Франция) — «Флиппер»	8
Заворотов В., инж. — Еще один мешок изобретений... в мешке	1
Зиновенко Э. — Ритм взаимодействия	10
Казин Б. — Удивительные создания «Комацу»	9
Кочнев Е., инж. — Вокруг гусеницы	8
«Лучше сызнова изобрести велосипед...»	4
Малкин Ф., инж. — «Не ради праздного любопытства»	5
Малкин Ф., инж. — Чистит чисто, чистит быстро	11
Малкин Ф., инж. — Этот древний и новый топор	12
Масенко Т., инж. — Лунный портрет Земли?	1
Михайловский Н. — «Анта... Адели... Ута...»	9
Михневич В., инж. — Голубые аккумуляторы энергии...	2
Мотоциклы: от 0 до 500 км/ч	2
Нейман В., канд. геол.-минер. наук — Физическое подобие...	1
Николаев В., инж. — Воздушный автобус	10
Обухов Ф., ген.-майор — На штурм огневого барьера	5
Петрович Н., проф. — Человечество и энергетический барьер	9
Редькин П. — ...Ни злату, но стеклу	9
Светликов А., канд. техн. наук, Сорокин Б., Степочкина Г., инженеры — Не чертить, а выклеивать и переводить	6
Смагин Б. — Иду на зеленый	5
Смирнов В., инж. — Изобретательская логия	7
Солодовник Я. — Крылатые люди	6
Спиридонов А., инж. — Что уготовано исполинам техники?	1
Стоялов В., инж. — Почему летает майский жук	8
Там, где сходятся меридианы	4
Трахтенберг Р., инж. — Город солнца	9
Измайлов А., инж. — ЛКГ просит-ся в рейс!	11
Фельдзер К. (Франция) — Мини-мини автомобиль	8

## РЕЛИКВИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ — ДОСТОЯНИЕ НАРОДА

Агапова Т., проф. — Создать «золотое кольцо» Алтая!	4
Бережной С., капитан 2-го ранга — Как создавался «москитный» флот	7
Кочнев Е., инж. — Когда откроется наш автомuseum	1
Курихин О., канд. техн. наук — Мини-поезда и заповедные линии	11
Надеждин Д., инж. — Вернисаж автомобилей	1
Никольский А., канд. техн. наук — Живая история стальных магистралей	11
Скачков В., Чибриков В., инженеры — И ЗИЛу нужен музей	1

## ИСТОРИЧЕСКАЯ СЕРИЯ «ТМ»

Самолеты советской гражданской авиации первых пятилеток (автор статей канд. техн. наук И. Костенко)	1—12
Редакторы «Исторической серии» 1978 года	11
Константинов И., канд. техн. наук — Крылья первых пятилеток	12

## АНТОЛОГИЯ ТАИНСТВЕННЫХ СЛУЧАЕВ

Аладжов Ж. — Небесный всадник, кто он?	3
Баянов Д., Бурцев И., канд. ист. наук — Вигфут попадает в кадр	6
Бурцева А., инж. — Золотой след на Чуокте	6
Гиндилис Л. — Поразительная астрономия догонов	1
Григорьев А., историк — Скорее всего диверсия	8
Дончев С. (НРВ) — Откуда скачешь, гордый конь?	3
Евдокимов С. — Пульсирующий шар из испорченной розетки	11
Казанов В. — Прибытие Единственного Инка	12
Капитонов Е. — Мост Цезаря	2
Коваль В., астр. — Этот всегда неожиданный Марс...	5
Клумов С., канд. биол. наук — Состоится ли встреча	6
Ладомцев А., инж. — Гибель морского истребителя	8
Максимова Г., канд. физ.-мат. наук — Не было, не было! Но...	9
Маслов Ю. — Жив Змей Горыныч	7
Меняйлов А., д-р геол.-минер. наук — Неожиданно, но возможно	9
Непомнящий Н. — Это должно было случиться...	1
Нейман В., канд. геол.-минер. наук — Был ли «золотой век»?	9
Орлов В. — «Тигры» в капкане	4
Печенкин Л. — Исцеление метеоритом	11
Пушкарев В. — Новые свидетельства	6
Рубцов В., Морозов Ю. — Сириус, которого мы не знаем	1
Рубцов В. — Здесь, на краю неведомого...	11
Снисаренко А. — А был ли мост-то?	2
Чутко И. — Другого решения не было	10
Щербинин Э., д-р физ.-мат. наук — Факты и гипотезы о смерчах	7

## ФАНТАСТЫ МИРА О БУДУЩЕМ ЧЕЛОВЕКА

Азимов А. (США) — Маршруты будущего	12
Алдани Л. (Италия) — Будущее в сегодняшних днях	8

Борунь К. (ПНР) — Покой нам только снится...	11
Бранстнер Г. (ГДР) — Свободно и управляемо	5
Ефремов И. — Восходящая спираль эволюции	10
Златаров С. (НРВ) — Предвидение делом	5
Казанцев А. — Экстраполяция, интуиция и грядущее	1
Кларк А. (Шри Ланка) — На гребне волны	6
Колин В. (Румыния) — С верой, но без иллюзий...	9
Крупнат Г. (ГДР) — Верю в человечество	7
Немцов В. — Ни одно, кроме коммунистического...	2
Пеев Д. (НРВ) — Наука будущего — наука о жизни, о живой природе	3
Фиалковский К. (ПНР) — Человек в «оболочке»	4

## КЛУБ ЛЮБИТЕЛЕЙ ФАНТАСТИКИ

Головачев В. — Беглец	2
Грешнов М. — Сны над Байкалом	1
Дебердеев В. — Двести вторая ночь Шахразады	8
Де-Спиллер Д. — Обманчивая внешность	11
Казанцев А. — Купол надежды	12
Кларк А. (Шри Ланка) — Наследство	6
Максимович Г. — Призвание	9
Минков С. (НРВ) — Джентльмен, приехавший из Америки	3
Павлов С. — Плоскогорье огненных змей	7
Панасенко Л. — Мастерская для Сикейроса	10
Пухов М. — Терминатор	4
Руденко Б. — Вторжение	5

## ТЕХНИКА И СПОРТ

Алексеев И., Ненарокова А. — Сто процентов безопасности	8
Анисимов Ю., Ценин Ю. — У подножия великана	1
Арбузов Г. — Быстрые паруса	1
Боечин И. — Электронный «сла-лом»	1
Ершов Ю. — Миром созданная	6
Орлов В. — Махолет: от идеи до машины	9
Яковлев А., Кондратьев В., инженеры — Наследник У-2	5

## МОСКВА. ОЛИМПИАДА-80

Кирсанов В. — Азбука коммуникабельности	4
Кирсанов В. — Состязания до старта	8
Пирогов Н. — Строительство идет полным ходом	9
Савицкий В. — Недалеко до финишной прямой	9
Яценко Н. — Работы будут закончены в срок	9

## КОНКУРСЫ

«Время — пространство — человек»	1, 2, 4—12
«Руль машины — в искусные руки»	4, 6, 7, 12
Конкурс «Октябрь и ЧССР»	1, 2, 5, 7

## ПОСТОЯННЫЕ РАЗДЕЛЫ

Вокруг земного шара	1—12
Время искать и удивляться	1, 2, 5—12
Вскрывая конверты	2, 9
Клуб «ТМ»	1—12
Книжная орбита	1, 11
Короткие корреспонденции	1, 2, 4—12
Стихотворения номера	1—6, 8—12
Хроника «ТМ»	1, 3, 4, 6, 7, 11, 12



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>УДАРНАЯ КОМСОМОЛЬСКАЯ</b>	
Э. Звоницкий — Рельсы для БАМа . . . . .	2
<b>ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА</b>	
А. Крузе — Мозаика в мозаике . . . . .	5
<b>ВЫПОЛНЯЕМ РЕШЕНИЯ ПАРТИИ</b>	
А. Данилов — Автосилачи семидесятых . . . . .	8
<b>ШАГИ ПЯТИЛЕТКИ</b>	
В. Орлов — Гордость республики, гордость страны . . . . .	29
<b>ВРЕМЯ ИСКАТЬ И УДИВЛЯТЬСЯ</b>	1
<b>КОНКУРС «РУЛЬ МАШИНЫ — В ИСКУСНЫЕ РУКИ»</b>	
Автомобиль возвращает... дорогу . . . . .	7
<b>КОРОТКИЕ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ</b>	10
<b>ФАНТАСТЫ МИРА О БУДУЩЕМ ЧЕЛОВЕКА</b>	
А. Азимов — Столетия будущего . . . . .	12
<b>КОНКУРС «ВРЕМЯ — ПРОСТРАНСТВО — ЧЕЛОВЕК»</b>	
Н. Якимова — Животворящие руки Земли . . . . .	14
<b>СМЕЛЫЕ ПРОЕКТЫ</b>	
Н. Христов — Биотронград — город будущего . . . . .	17
<b>ПРОБЛЕМЫ И ПОИСКИ</b>	
Г. Смирнов — Страшные и нестрашные катастрофы Рене Тома . . . . .	18
<b>СТИХОТВОРЕНИЯ НОМЕРА</b>	21
<b>НАУЧНЫЕ ВЕСТИ</b>	22
<b>ИСТОРИЧЕСКАЯ СЕРИЯ «ТМ»</b>	
И. Костенко — Неистребимый «дуглас» . . . . .	25
И. Константинов — Крылья первых пятилеток . . . . .	26
<b>НА ПЕРЕДНЕМ КРАЕ НАУКИ</b>	
В. Губарев — В двух шагах от эпицентра . . . . .	34
<b>НАШИ ДИСКУССИИ</b>	
В. Княжева — Локальные формы коррозии . . . . .	38
Г. Флорианович — Пассивация металлов . . . . .	41
<b>ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ</b>	
В. Антонов — ДжАЛ становится на рельсы . . . . .	44
<b>ВОКРУГ ЗЕМНОГО ШАРА</b>	46
<b>Трибуна смелых гипотез</b>	
А. Снисаренко — Гармония и алгебра Великой пирамиды . . . . .	48
<b>КЛУБ ЛЮБИТЕЛЕЙ ФАНТАСТИКИ</b>	
А. Казанцев — Купол надежды . . . . .	52
<b>КЛУБ «ТМ»</b>	56
<b>АНТОЛОГИЯ ТАИНСТВЕННЫХ СЛУЧАЕВ</b>	
В. Казаков — Прибытие Единственного Инка . . . . .	58
Белые птицы Наска . . . . .	60
<b>НА ОБЛОЖКЕ ЖУРНАЛА</b>	
Ф. Малкин — Этот древний и новый топор . . . . .	61
<b>ХРОНИКА «ТМ»</b>	61
<b>ОБЛОЖКА ХУДОЖНИКОВ:</b>	
1-я стр.—Р. Авотина, 2-я стр.—Г. Гордеевой, 3-я стр.—К. Кудряшева, 4-я стр.—Н. Вечканова.	

## ЭТОТ ДРЕВНИЙ И НОВЫЙ ТОПОР

Начало см. на стр. 61.

ки не выходят за габариты лезвия (за исключением слегка выступающих зазубренных краев). При ударе эти края упираются в стенки полена. Планки же, поворачиваясь на осях, своими боками раздвигают его половинки под действием пружин, затем возвращаясь в исходное положение.

Топор, хочу напомнить, используют в самых разных случаях, но чаще всего для того, чтоб свалить дерево, обрубить его ветви, обтесать кору и т. д. Конечно, хорошо бы каждой работе топор соответствующего веса. Но не таскать же их с собой целый набор! И вот предложены топоры, регулируемые по весу. Один из них, изображенный на рисунке 5, защищен патентом США № 2905214. В 1959 году его получил американец Т. Третевей. Автор поступил просто — предложил пустотелый топор. В путешествиях или экспедициях хлопот он доставляет, естественно, меньше. А потребуется, в топор можно засыпать, скажем, свинцовую дробь или же просто сырой песок...

Однако многим профессиям только топора мало. Не обойтись и без других инструментов. И опять придется думать, как облегчить их общий вес. А значит, вновь совмещение функций, вновь комбинированные инструменты. Как же эта тенденция отразилась на топорах? Вот с топором соединен складной нож — продолжение рукоятки (рис. 6). Захочется — нож можно отвинтить, пользоваться им отдельно. Иначе поступил Ф. Шульц, тоже из США. По его патенту (№ 2721340, 1955 г.) охотничий нож, как и в ножны, вставляется внутрь полый рукоятки, где прочно удерживается защелкой (рис. 7).

Л. Лал предложил в 1975 году топор-молоток. В его рукояти находится емкость с клеем (патент США № 3927432, рис. 8). Ну чем не клад

для плотников: один инструмент, а и гвоздь забьет, и планку изготовит, и клеит.

А вот у топора Д. Романовского (патент США № 2349112, рис. 9) со стороны, противоположной лезвию, плотно приклепан рубанок.

Конечно, универсальность подобных инструментов зачастую оборачивается неудобством при работе. Обычно при массовом изготовлении однотипных деталей, например, топором и рубанком лучше пользоваться порознь. Но порой объединение их в единое целое оправдано.

Кто из нас не помнит пословицы: лес рубят — щепки летят? Но щепки летают не только в лесу. На кухне, у плиты, радости от них тоже мало. Своеобразный «тихий» колун придумали советские рационализаторы (см. журнал «Изобретатель и рационализатор» № 2 за 1976 год, с. 35). Впрочем, какой это колун — это длинный нож, на одном конце рукоятка, другой шарнирно прикреплен к ступенчатой деревянной подставке (рис. 10). Полено в зависимости от его длины ставят на соответствующую ступеньку подставки и нажимают нож. И никакого шума, щепок.

Любопытный топор-санитар изобрели сотрудники Всесоюзного научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства. Этот топор — иньектор (авторское свидетельство СССР № 469449). В обухе он содержит резервуар с раствором химических веществ, уничтожающих различных вредителей дерева (рис. 11). Топор снабжен системой клапанов и поршнем, который перед ударом оттягивается назад. При этом в дозировочную емкость заходит порция раствора. При ударе лезвие пробивает кору дерева, входит в луб, а скорость топора снижается до нуля. Стопор под действием инерционных сил отходит вниз, освобождая поршень, и раствор через каналы в лезвии попадает под кору, убивая всяких жуков-короедов.

### Главный редактор В. Д. ЗАХАРЧЕНКО

**Редколлегия:** К. А. БОРИН, В. М. ГЛУШКОВ, А. С. ЖДАНОВ (ред. отдела научной фантастики), Д. М. ЛЕВЧУК, А. А. ЛЕОНОВ, О. С. ЛУПАНДИН, Ю. М. МЕДВЕДЕВ, Г. И. НЕКЛЮДОВ, В. Д. ПЕКЕЛИС, А. Н. ПОВЕДИНСКИЙ, Г. И. ПОКРОВСКИЙ, И. П. СМЕРНОВ, Г. В. СМЕРНОВ (ред. отдела науки), А. А. ТЯПКИН, Ю. Ф. ФИЛАТОВ (отв. секретарь), В. И. ЩЕРБАКОВ (зам. главного редактора), Н. А. ШИЛО, Ю. С. ШИЛЕЙКИС, И. М. ЭМАНУЭЛЬ, Ю. А. ЮША (ред. отдела рабочей молодежи и промышленности).

Художественный редактор  
Н. К. Вечканов

285-88-01; оформления — 285-80-17; писем — 285-89-07.

Технический редактор Р. Г. Грачева

Издательство ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия».

Рукописи не возвращаются

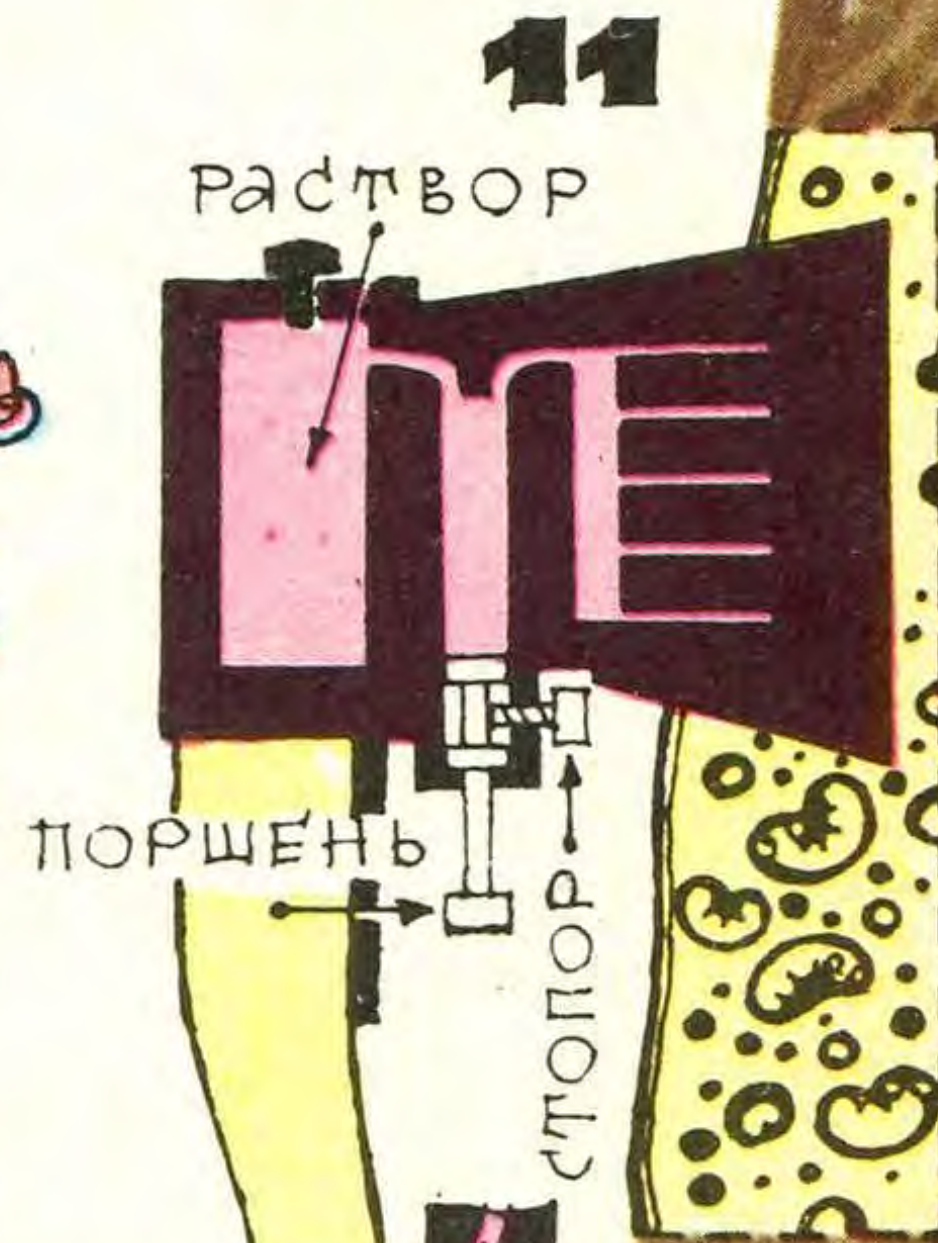
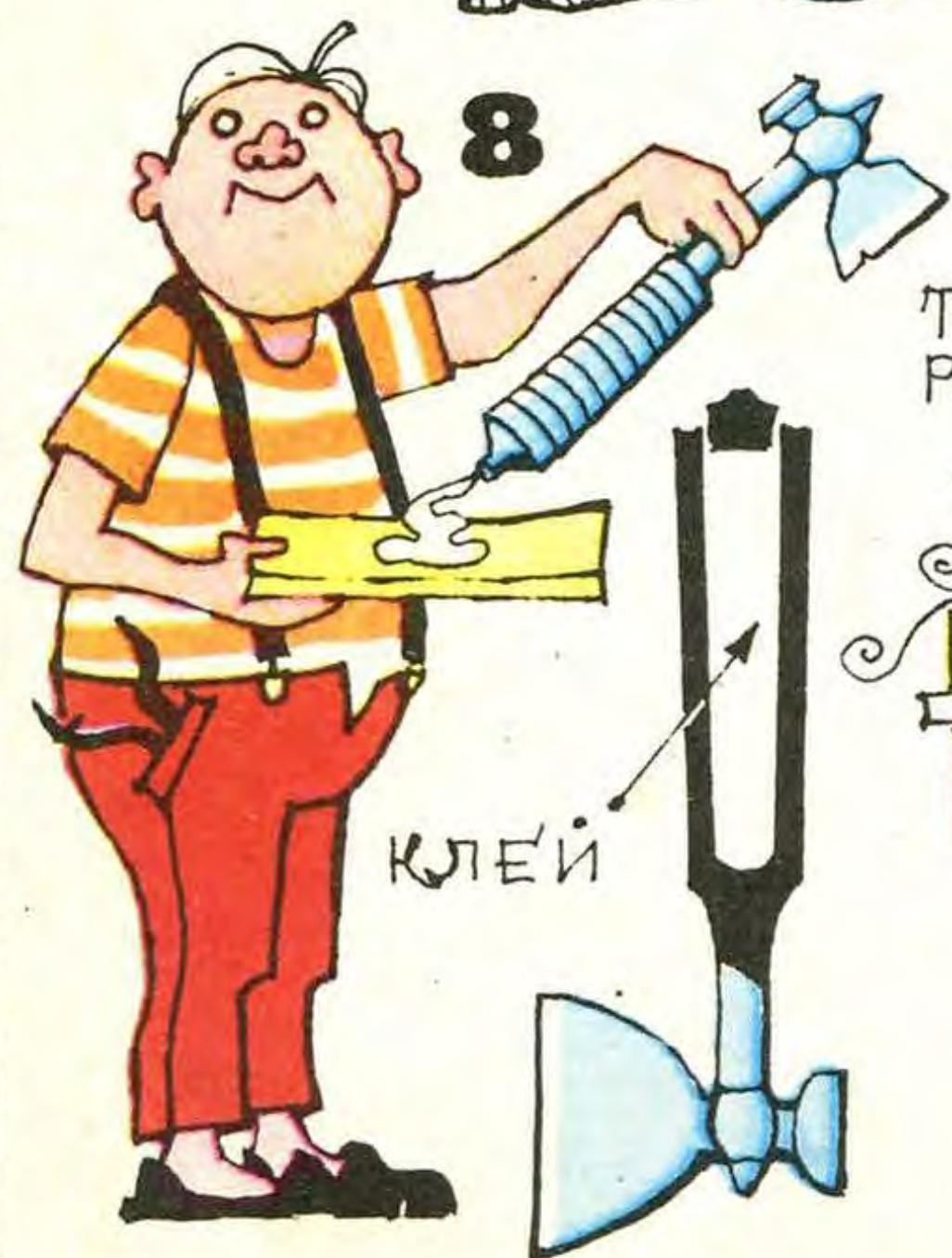
Сдано в набор 09.10.78. Подп. в печ. 24.11.78. Т15571. Формат 84×108<sup>1/16</sup>. Печать офсетная. Условн. печ. л. 6,72. Уч.-изд. л. 10,7. Тираж 1 700 000 экз. Зак. 1783. Цена 30 коп.

Адрес редакции: 125015, Москва, Новодмитровская, 5а. Телефоны: 285-80-66 (гл. ред.); 285-88-79 (зам. гл. ред.); 285-88-48 (отв. секр.). Телефоны отделов: науки — 285-88-45 и 285-88-80; техники — 285-88-90; рабочей молодежи и промышленности — 285-88-07; научной фантастики —

Типография ордена Трудового Красного Знамени изд-ва ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия». 103030, Москва, К-30, Суцевская, 21.



# 3 ТОТ ДРЕВНИЙ И НОВЫЙ ТОПОР

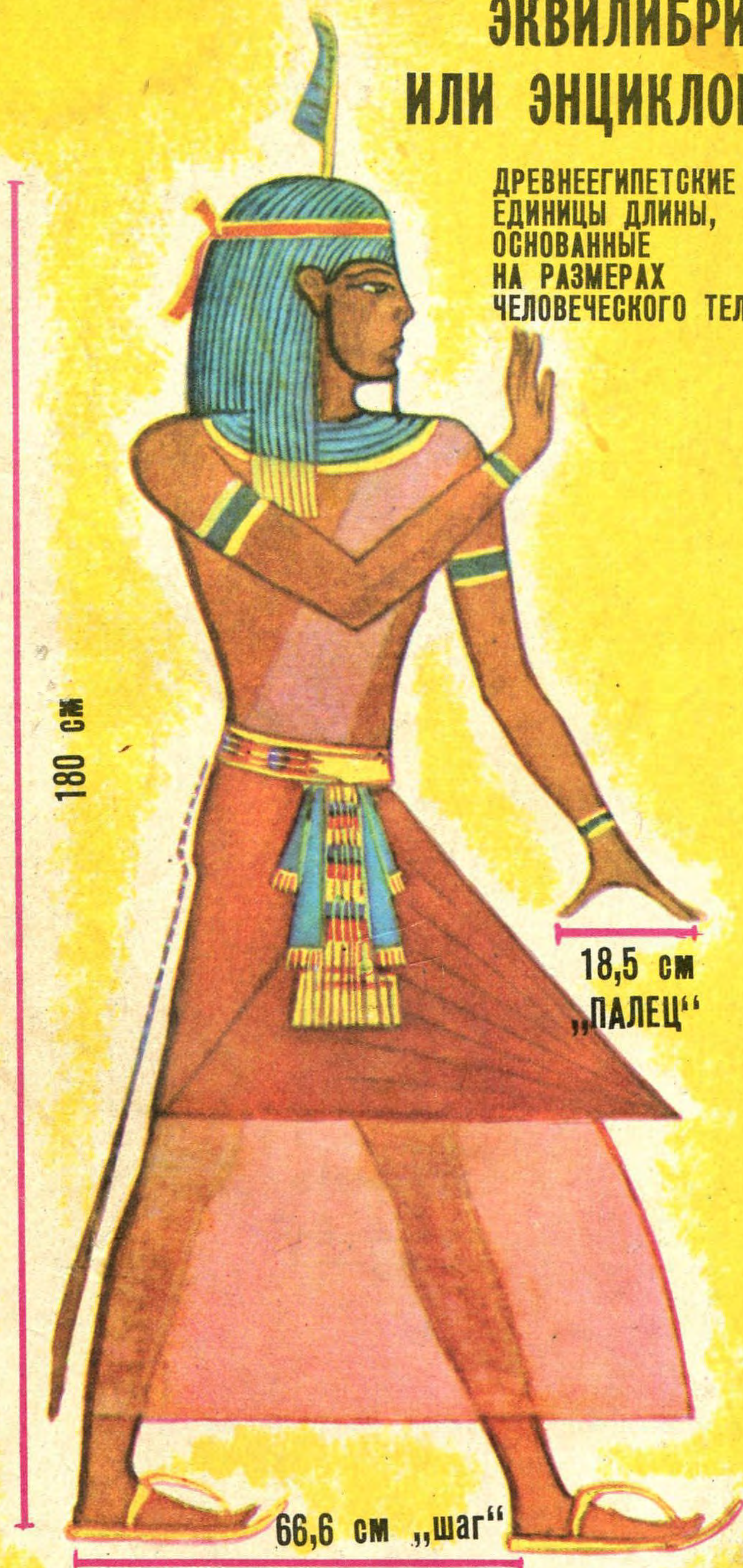


ВЫХОД РАСТВОРА НА КОНЦЕ ЛЕЗВИЯ



# ЭКВИЛИБРИСТИКА ЧИСЕЛ ИЛИ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ В КАМНЕ?

ДРЕВНЕЕГИПЕТСКИЕ  
ЕДИНИЦЫ ДЛИНЫ,  
ОСНОВАННЫЕ  
НА РАЗМЕРАХ  
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ТЕЛА.



$$\frac{36 \text{ „пальцев“}}{10} = \frac{666 \text{ см}}{10} = 66,6 \text{ см} = 1 \text{ „шаг“}$$

УДИВИТЕЛЬНЫЕ  
ВЗАИМОСВЯЗИ И  
СООТНОШЕНИЯ  
МЕЖДУ  
РАЗМЕРАМИ  
ПИРАМИДЫ...

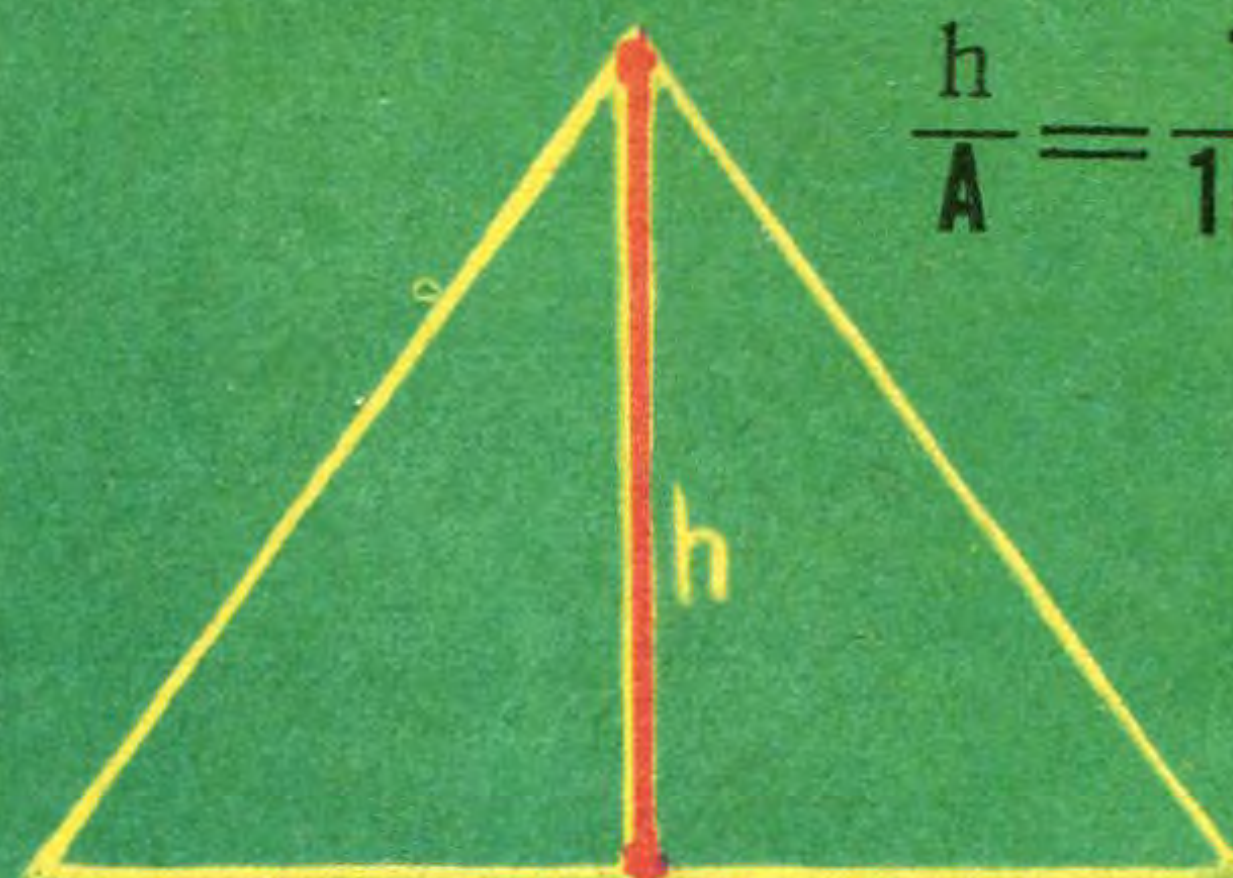
СОЛНЦЕ

ЗЕМЛЯ



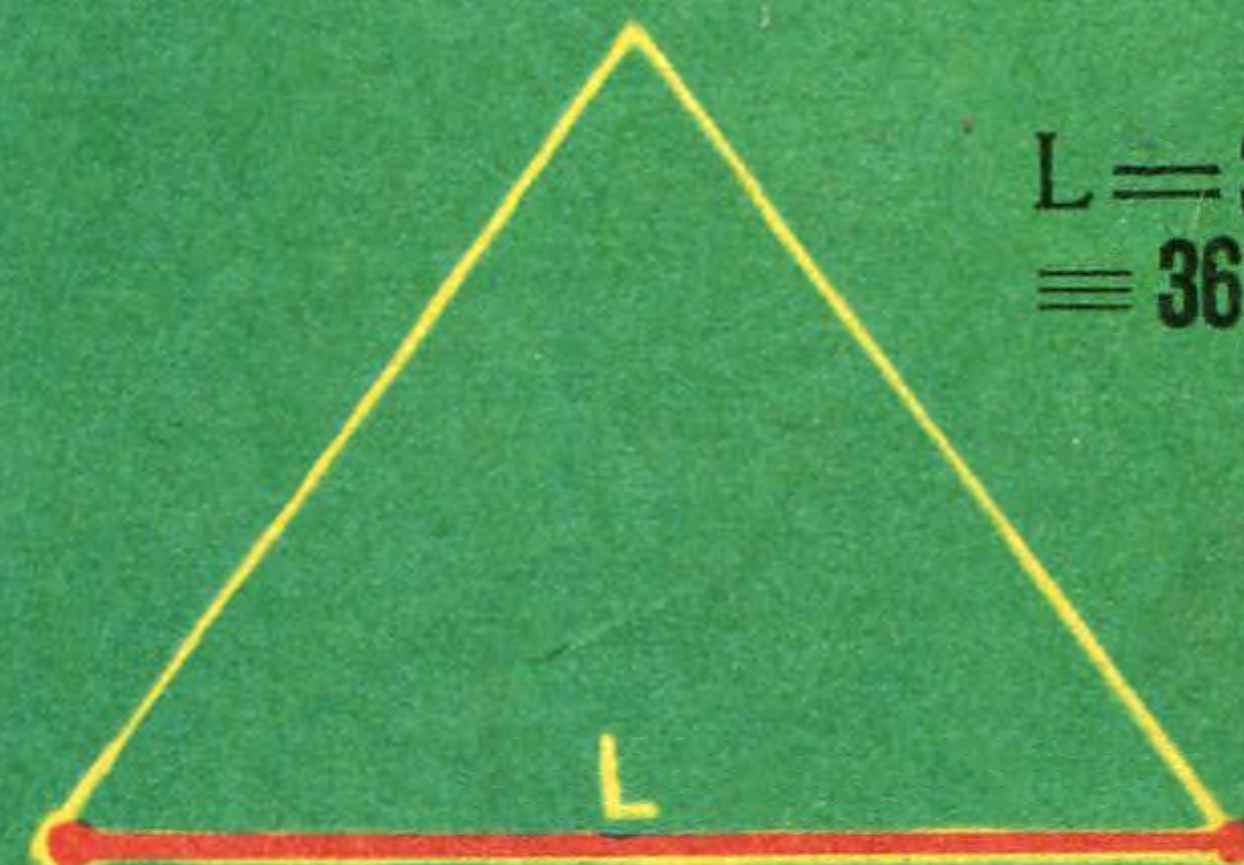
A

$$\frac{h}{A} = \frac{1}{10^9}$$



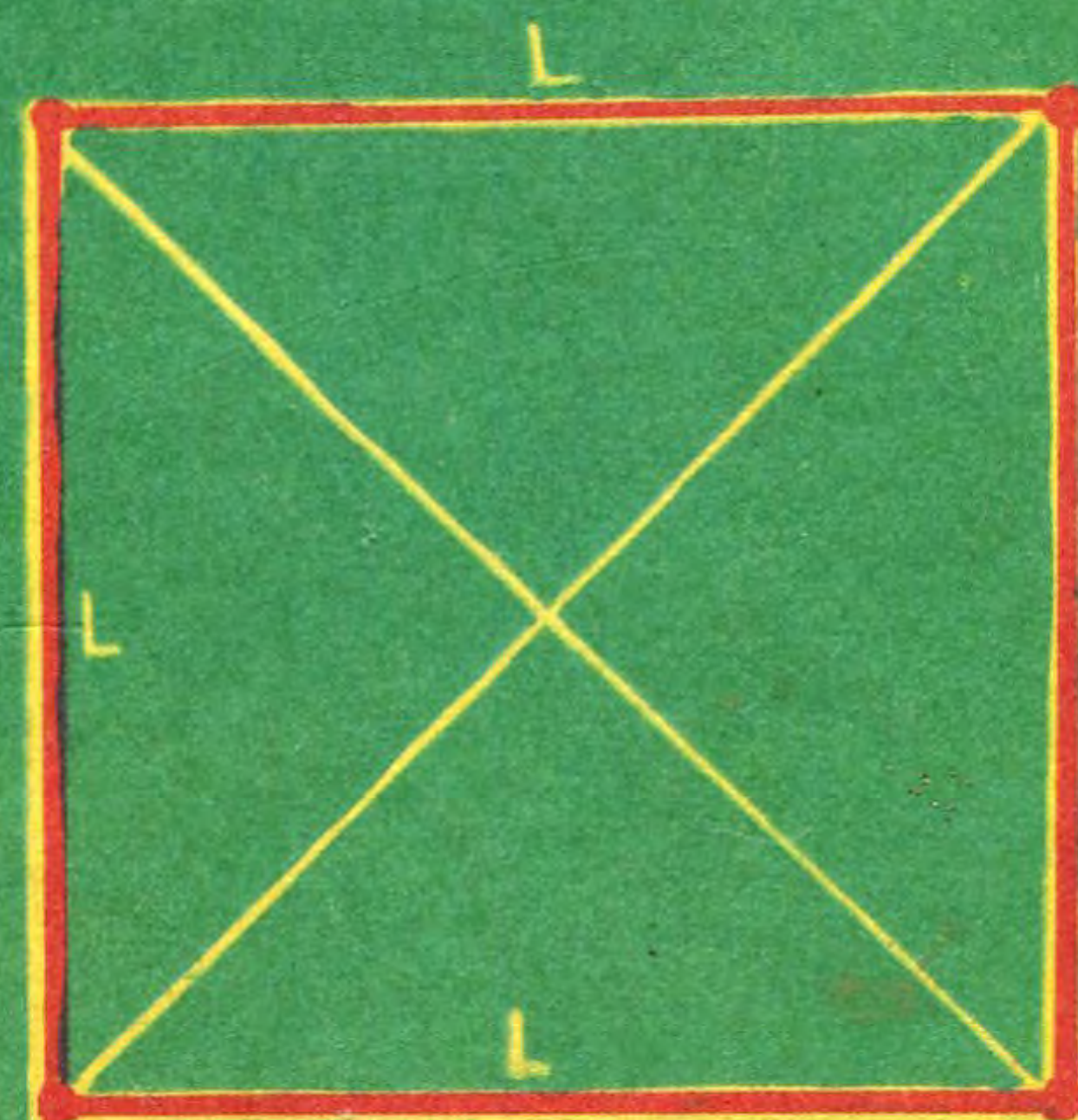
... И КОСМИЧЕСКИМИ  
РАССТОЯНИЯМИ,

$$L = 365,23 \text{ „локтя“} \equiv 365 (366) \text{ дней}$$



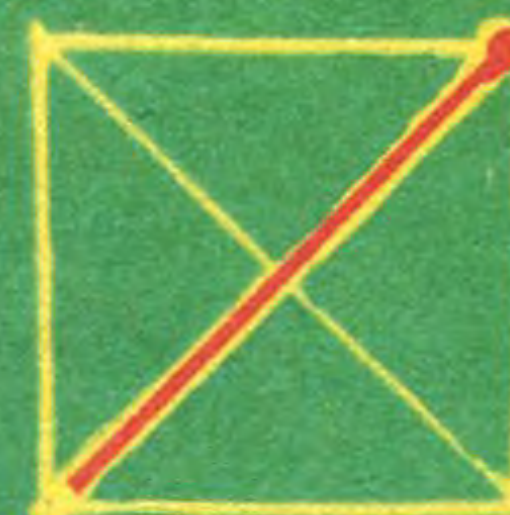
... ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ  
ГОДА,

... МАТЕМАТИЧЕСКИМИ  
ЗАКОНОМЕРНОСТЯМИ,

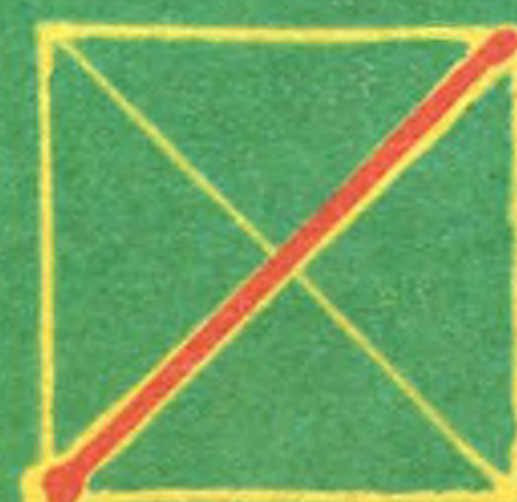


$$\frac{4L}{2h} = \pi = 3,14159... \quad \frac{2L}{h} = \pi$$

ХЕОПС



ХЕФРЕН



... ПОЛОЖЕНИЕМ  
ДРУГОЙ ПИРАМИДЫ,

Диагонали пирамид  
на одной прямой