

В СКРЕЩЕНИИ ЛАЗЕРНЫХ ШПАГ

**Т**ЕХНИКА-10  
**М**ОЛОДЕЖИ 1975





1

### 1-1-а. ОСТАНОВИСЬ, МГНОВЕНЬЕ!

Сверхскоростная кино-съемка уже не раз помогала ученым раскрыть тайны быстротечных процессов. Всемогушая съемочная техника превращает стремительную, невидимую пулю в исследовательский зонд, который неспешно, на глазах наблюдателей пронизывает мыльный пузырь (1) или пламя свечи (1-а). На снимках отчетливо видны «усы» — скачки уплотнения, сопровождающие пулю, когда она проходит сквозь пузырь и пламя.

### 2. ЕСЛИ ГРУЗ НЕ ПОД СИЛУ

Как замерить в движении нагрузки на главнейшие элементы легкового автомобиля, если комплекс аппаратуры весит больше пассажира и допустимого багажа? Английские специалисты решили эту задачу, разделив измерительные устройства на две части. Датчики остались на подопытной машине, а все остальное установили на автомобиле сопровождения. На регистрирующую аппаратуру сигналы поступают по проводам.

### 3. НЕМО — В МИРЕ БЕЗМОЛВИЯ

Нет, речь идет вовсе не о капитане Немо, порожденном талантом Жюль Верна. НЕМО — это океанская подводная наблюдательная станция, название которой представляет собой аббревиатуру из начальных букв ее английского наименования. Станция, изготовленная из особого высокопрочного стекла, предназначена для визуального наблюдения за обитателями глубин, поиска нефти и разнообразных научных исследований в океанской пучине. Максимальная глубина погружения НЕМО — 185 метров.



2



3





4

**И** **В**ремя  
**и** **У**дивляться  
**и** **С**качать

#### 4. МОСТ НА ПОДТЯЖКАХ

У висячего моста через Дунай в Братиславе (ЧССР) лишь одна наклонная опора, которая, «цепляясь» за берег одними растяжками, удерживает на других многометровый пролет-консоль. Изящная конструкция оказалась и экономичной. Обычный мост на опорах, стоящих на дне реки, потребовал бы куда больше строительных материалов.



5

#### 5. ЖАСМИН С СИНИМИ ЛИСТЬЯМИ?

Случается и такое, если улучшить момент и сфотографировать растение, листья которого отражают синеву ясного неба.

Снимки, сделанные кандидатом технических наук Г. Злотным (Москва), получены путем тщательного соблюдения процессов химической обработки фотоматериалов: правильность цветопередачи гарантируется.

#### 6. ОТСЛАИВАНИЕ ВМЕСТО РЕЗАНИЯ

Этот необычный станок, экспонировавшийся на выставке «Станки-72», обрабатывая цилиндрические детали в 4—5 раз быстрее, чем традиционный токарный станок, не дает стружки. Обкатывая заготовку, инструментальные ролики выдавливают лишний металл, который можно пускать в переплавку без всякой дополнительной обработки.

© «Техника — молодежи», 1975 г.

1А



6





# Академии наук СССР — 250 ЛЕТ

В ОКТЯБРЕ СТРАНА ТОРЖЕСТВЕННО ОТМЕЧАЕТ 250-ЛЕТИЕ АКАДЕМИИ НАУК СССР. СОВЕТСКАЯ НАУКА ПРОВОДИТ ЭТОТ СЛАВНЫЙ ЮБИЛЕЙ В ПРЕДДВЕРИИ XXV СЪЕЗДА КПСС. ПАРТИЯ ДАЕТ ВЫСОКУЮ ОЦЕНКУ ДОСТИЖЕНИЯМ СОВЕТСКОЙ НАУКИ, ГОВОРЯ О НЕЙ КАК О ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СИЛЕ. ПАРТИЯ ПОСТОЯННО ПОДЧЕРКИВАЕТ РОЛЬ ЗНАНИЙ, ПРИЗЫВАЕТ МОЛОДЕЖЬ УЧИТЬСЯ.

СОВЕТСКИЕ УЧЕНЫЕ ВСЕГДА СЛЕДОВАЛИ БЛАГОРОДНОЙ ТРАДИЦИИ — НЕСТИ СВОИ ЗНАНИЯ, СВОЙ ОПЫТ НАРОДУ, МОЛОДЕЖИ. ЧИТАТЕЛЯМ НАШЕГО ЖУРНАЛА ПАМЯТНЫ ВЫСТУПЛЕНИЯ НА ЕГО СТРАНИЦАХ АКАДЕМИКОВ С. ВАВИЛОВА, И. КУРЧАТОВА, И. БАРДИНА, М. ЛАВРЕНТЬЕВА, И. АРТОБОЛЕВСКОГО, А. БЕРГА, В. ГЛУШКОВА, В. ЭНГЕЛЬГАРДА, Н. ДУБИНИНА, Б. КЕДРОВА.

СТАТЬИ ВЫДАЮЩИХСЯ УЧЕНЫХ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В ЖУРНАЛЕ, СПОСОБСТВОВАЛИ ТОМУ, ЧТОБЫ МОЛОДЕЖЬ ОВЛАДЕВАЛА НАУЧНЫМ МИРОВОЗЗРЕНИЕМ, ПРОНИКАЛАСЯ ИНТЕРЕСОМ И ЛЮБОВЬЮ К НАУКЕ.

ОТМЕЧАЯ ЮБИЛЕИ АКАДЕМИИ НАУК, ЖУРНАЛ ПУБЛИКУЕТ В ЭТОМ НОМЕРЕ РЯД СТАТЕЙ О КРУПНЕЙШИХ ДОСТИЖЕНИЯХ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ.

Пролетарии всех стран,  
соединяйтесь!

**ТЕХНИКА-10**  
**МОЛОДЕЖИ 1975**

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



## Одно из величайших таинств живой природы

ПОРАЖЕНИЕ СЕТЧАТКИ — САМАЯ ХУДШАЯ ИЗ ГЛАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ. МОЖНО ПОСТАВИТЬ НОВЫЙ ХРУСТАЛИК, ЗАМЕНИТЬ КУСОЧЕК РОГОВИЦЫ ПРИ ЕЕ ПОМУТНЕНИИ, НО ЕСЛИ ЗАТРОНУТА СЕТЧАТКА — МЕДИЦИНА ПОКА БЕССИЛЬНА.

КАК КАМЕРА С НАИЛУЧШЕЙ ОПТИКОЙ БЕЗ ФОТОПЛЕНКИ — БЕСПОЛЕЗНАЯ ГРУДА СТЕКЛА И МЕТАЛЛА, ТАК И ГЛАЗА, СТОИТ ПОВРЕДИТЬ СЕТЧАТКУ, ПЕРЕСТАЮТ ВИДЕТЬ. ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ СЕТЧАТКИ РАЗРУШАЮТСЯ КЛЕТКИ, ВОСПРИНИМАЮЩИЕ СВЕТ. НЕОБХОДИМО, СЛЕДОВАТЕЛЬНО, ИЗУЧИТЬ МЕХАНИЗМ ИХ РАБОТЫ.

НЫНЕ ЭТОЙ ВАЖНОЙ ПРОБЛЕМОЙ ЗАНИМАЕТСЯ ГРУППА СПЕЦИАЛИСТОВ ПОД РУКОВОДСТВОМ ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТА АКАДЕМИИ НАУК СССР, ДИРЕКТОРА ИНСТИТУТА БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ АН СССР, АКАДЕМИКА ЮРИЯ АНАТОЛЬЕВИЧА ОВЧИННИКОВА.

КОРРЕСПОНДЕНТЫ ЖУРНАЛА ТАТЬЯНА ВАСИЛЬЕВА И ОЛЬГА РАКОВЩИК ПОПРОСИЛИ УЧЕНОГО РАССКАЗАТЬ ОБ ЭТИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.

— Юрий Анатольевич, ваш институт занимается сейчас исследованием светочувствительного белка — родопсина. Расскажите, пожалуйста, об этой работе.

— Исследование это комплексное: оно ведется не только в нашем институте, но и в лаборатории физико-химических основ рецепции Института химической физики Академии наук СССР, в межфакультетской лаборатории биоорганической химии Московского государственного университета. К работе привлечены биологи, химики, физики... Да, тут не обойдешься силами и средствами одной лаборатории или даже целого института, необходима кооперация.



Члены творческого содружества имеют определенную программу, свои планы, сроки. Главное, нет дублирования — взаимопомощь значительно экономит нам время, и уровень исследований, конечно, повышается.

Благодаря успехам биоорганической химии сейчас сложилась благоприятная ситуация, когда можно раскрыть одно из величайших таинств живой природы — механизм превращения света в зрительное возбуждение на молекулярном и мембранном уровне. И в этом плане изучение родопсина приобретает исключительно важное значение.

Итак, родопсин. Именно за счет действия света на этот окрашенный белок мы и видим окружающий мир. Но в сетчатке глаза он работает не сам по себе, а в так называемой фоторецепторной мембране.



Свет, проникнув через роговицу, хрусталик и стекловидное тело, падает на выстилающую дно глаза сетчатку. Как ни странно, но те клетки, которые, собственно, воспринимают свет — известные всем палочки и колбочки, составляют не наружный, а внутренний слой сетчатки, и, чтобы добраться до них, свет должен пройти через несколько слоев других клеток. И только потом он поглощается родопсином, как бы «вмонтированным» в фоторецепторные мембраны. Они состоят в основном из липидов (жироподобных веществ) и белков, более 90 процентов которых и составляет родопсин. Сами мембраны похожи на стопку дисков, положенных друг на друга и окруженных пленкой. Каждый из дисков — это сильно сплюснутый

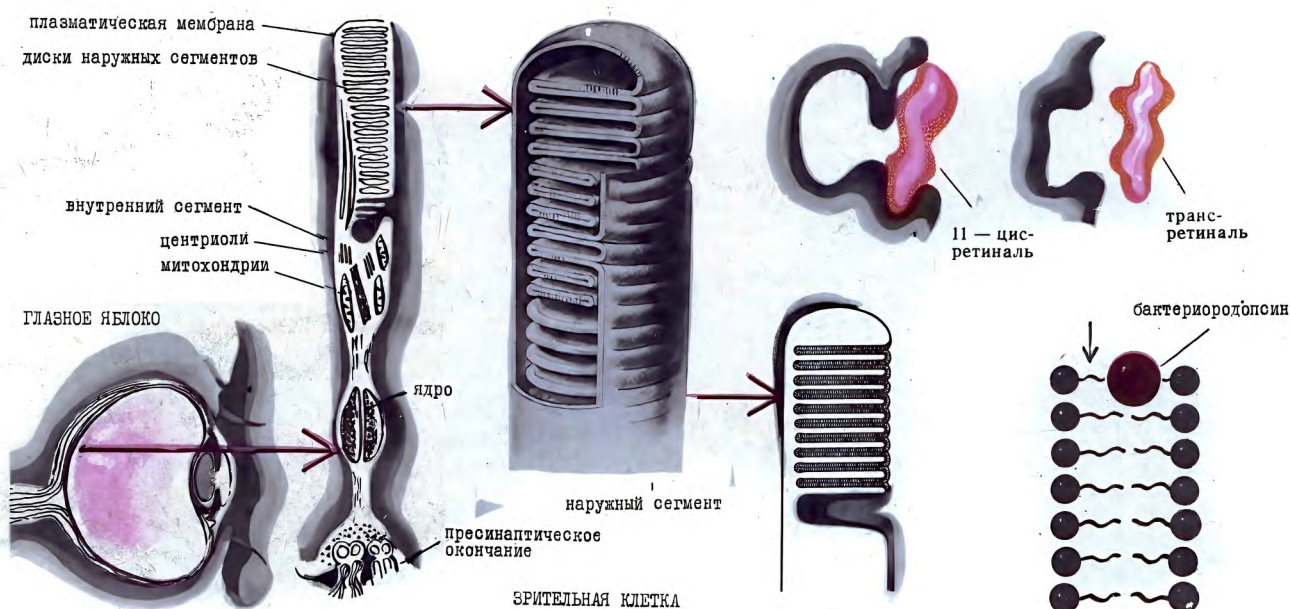
их перегородки. Биологи XVIII и XIX веков предполагали существование своеобразных оболочек клеток, но только в конце XIX века немецкий физиолог В. Пфедфер сформулировал понятие клеточной мембраны и установил, что она пропускает сквозь себя одни вещества и задерживает другие.

В XX веке стало ясно, что и внутри клетки находятся мембраны. Например, та часть фоторецепторной палочки, о которой шла речь, почти целиком состоит из стопки мембран.

Каковы же основные функции биологических мембран? Об одной из них мы уже упоминали: проницаемость и непроницаемость для тех или иных веществ. Но есть и другие, не менее важные: в тончайшей — толщиной около 75 ангстрем (1 анг-

ней размещены рецепторы, с помощью которых живая клетка общается с окружающим миром. Язык клеток — химический. Большая часть известных рецепторов распознает и избирательно связывает молекулы, вызывая тем самым химические процессы, по которым клетка «узнает» о появлении в окружающей среде определенных веществ. Короче говоря, любое воздействие на клетку — это прежде всего воздействие на окружающую ее мембрану, которая встречает, классифицирует и соответствующим образом реагирует на воздействие извне. В специализированных органах мембраны особые клетки воспринимают и перерабатывают не только химические сигналы, но и механические, и световые.

Строение и функции мембраны



пузырек, а все сооружение — лишь часть палочки, называемая наружным сегментом. Здесь и совершаются первые этапы зрительного процесса.

**— В последние годы во многих странах для изучения биологических мембран создаются новые институты и лаборатории. Они были в центре внимания Международного биофизического конгресса, проходившего в Копенгагене нынешним летом. Чем объясняется такой внезапный интерес к ним?**

— Не могу согласиться с тем, что интерес к мембранам появился недавно. Исследования в этой области ведутся с XVII века. Роберт Гук, впервые употребив термин «клетки», обратил внимание на разделяющие

стрем равен одной стомиллионной доле сантиметра) — клеточной мембране протекают сотни разнообразных и взаимосвязанных реакций. Здесь согласованно действуют ферменты, образующие линии, по которым движутся вещества, подвергающиеся химическим превращениям. Недавно было установлено, что мембраны являются исключительными по своей эффективности биоэнергетическими машинами, преобразующими химическую энергию в электрическую и наоборот.

Однако описать всю сферу деятельности мембран невозможно — она слишком обширна. Кроме того, мы знаем далеко не все их функции. Достаточно сказать, что практически нет такого биологического процесса, в котором прямо или косвенно не принимали бы участия мембраны. Но что особенно важно — в

На рисунках слева направо:

Прилегающий к задней стенке глазного яблока (слева) слой сетчатки образован зрительными клетками — палочками и колбочками. Наружный сегмент палочки (второй слева) состоит из множества дисков. Его объемная и плоскостная реконструкции представлены в центре. Митохондрии, находящиеся во внутреннем сегменте палочки, обеспечивают ее энергией, а пресинаптическое окончание образует контакт со следующей нервной клеткой сетчатки. Диски содержат молекулы светочувствительного пигмента (родопсина). Небольшая часть каждой молекулы (справа вверху) — не что иное, как видоизмененный витамин А (ретиаль). В темноте ретиаль находится в 11-цис-изомерной форме. После освещения он меняет свою форму в трансретиаль. Это изменение — единственная фотохимическая реакция в зрении. Справа внизу показана молекула бактериородопсина, окруженная молекулами липидов в мембране бактерии, живущей в соленой воде.



сложны настолько, что к ее настоящему исследованию ученые смогли приступить сравнительно недавно.

В начале XX века к мембране «прикоснулись», но только электронный микроскоп дал возможность ее увидеть. Ведь толщина мембран меньше длины световой волны, и поэтому их внутреннее строение нельзя изучать с помощью оптических микроскопов.

Следующий этап тоже требует сложнейших технических средств: необходимо выделить мембрану, сохранив при этом ее свойства. Способы получения фракций клеточной мембраны сейчас уже достаточно разработаны. Вот один из них. Клетки разрушают, воздействуя на них ультразвуком, быстро замораживая и размораживая ткань или взрывая их изнутри мгновенным понижением давления. Затем элементы разрушенной клетки отделяют друг от друга, используя для этого центрифугу. С помощью электронного микроскопа или других методов контроля определяют «чистоту» фракции, присутствие в ней примесей. Причем очень важно, чтобы после многочисленных процедур фракция не только не содержала примесей, но и не потеряла своих собственных важных химических компонентов.

Выяснено, что мембрана состоит из липидов (жиров), белков, углеводов, воды и неорганических ионов. Можно сказать, что мембраны представляют собой пленки из липидов толщиной в две молекулы. Что касается белков, то они как бы приклеены к этой пленке, либо погружены в нее одним из концов своих молекул, либо прошиваются насквозь.

Чтобы увидеть мембраны в микроскопе, их обрабатывают особыми веществами — электронно-плотными красителями. Такие красители плохо окрашивают липиды, и на фотографиях они выглядят светлее, чем белки. К сожалению, под действием красителей мембраны могут изменять свое строение, поэтому интерпретация полученных фотографий — трудное дело.

Иногда мембраны называют «трехслойным пирогом», ибо под электронным микроскопом они выглядят как трехполосные ленты: две темные (белки) по краям и между ними одна светлая (липиды).

#### **— А что же придает родопсину способность «улавливать» свет!**

— Вот мы и вернулись к началу нашего разговора. Родопсин часто называют «зрительным пурпуром». Поглотив квант света, он из красного становится желтым, то есть выцветает.

История открытия зрительных пигментов началась в середине XIX ве-

ка, когда физиолог Г. Мюллер обнаружил, что сетчатка глаза лягушки быстро выцветает на свету. Позднее Кюне в Германии впервые выделил этот пигмент и подробно исследовал его. В 30-х годах XX века лауреат Нобелевской премии Джордж Уолл определил, что молекула зрительного пурпура — это сложный окрашенный белок хромопротеид. Та его часть, которая поглощает видимый свет, называется хромофором и состоит из альдегида витамина А (ретинала). Она связана с белком — опсином.

Таким образом, родопсин интересен, с одной стороны, как вещество, в котором начинается процесс зрения, а с другой стороны — как пример типичного, классического водонерастворимого мембранного белка, который мы умеем выделять.

Кроме зрительного родопсина, есть еще бактериальный. Лет пять назад ученые выделили из бактерий, живущих в невероятно соленой воде, красный белок, который по своему химическому составу оказался удивительно похожим на родопсин. Первый его исследователь Стакениус даже подумал, что этот белок также выполняет зрительную функцию, что бактерии «видят». Но позже выяснилось, что белок нужен бактериям не для зрения, а для бесхлорофильного фотосинтеза.

Итак, два сложных по своим свойствам, уникальных белка, оба мембранные, оба водонерастворимые, оба с известной функцией, могут быть подвергнуты современному структурному химическому анализу. Если удастся это сделать, то будет достигнута цель, пожалуй, самого важного раздела исследований.

#### **— Для того чтобы разобраться в сущности первичного механизма фоторецепции, необходимо подробнее рассмотреть структуру ретинала. Что собой представляет эта молекула!**

— Прежде всего отметим, что молекула ретинала способна изгибаться, принимать разные конфигурации — как говорят химики, транс- и цис-изомеры. Источником энергии для таких изменений может служить свет. Это явление называется фотоизомеризацией.

Только один из пяти возможных изомеров ретинала участвует в фоторецепции — 11-цис-изомер, только эта молекула может соединяться с опсином и образовывать светочувствительный зрительный пигмент — родопсин.

При поглощении кванта света хромофор молекулы зрительного пигмента (11-цис-ретинала) фотоизомеризуется: он переходит в трансформу, выпрямляется. В ре-

зультате связь с опсином нарушается. Далее трансретинол все более отходит от опсина и, наконец, вообще отрывается от него — происходит изменение окраски зрительного пигмента из розового в желтый.

Как я уже говорил, наша основная задача — установить первичную структуру белковой цепи родопсина. Поэтому мы стремимся получить опсин, белковую часть родопсина, в максимально чистом виде и в состоянии, наиболее удобном для выяснения последовательности аминокислотных остатков. Конечно, при очистке опсин неизбежно теряет свои биологические свойства, но это для структурных исследований на определенном этапе не имеет существенного значения.

Чтобы мембранный белок освободить от связанных с ним липидов, применяют обычно два способа: обработку органическими растворителями или особыми мылоподобными веществами — детергентами. Увы, в первом случае полученный белок вообще нельзя было расщепить на фрагменты, а во втором — только после удаления избытка детергента. Пришлось разработать методику очистки раствора опсина через ионообменные смолы. Часть детергента все-таки остается с белком, однако в таком количестве, что уже не мешает ферментному гидролизу белка.

Само расщепление родопсина на крупные фрагменты, удобные для определения аминокислотной последовательности в специальных автоматических аппаратах, происходило с помощью особых ферментов-протеиназ или химических реагентов, в частности бромциана. Он расщепляет белковые цепи там, где находятся остатки аминокислоты метионина. Анализ показал, что опсин содержит 8 остатков метионина. Поэтому при расщеплении родопсина бромцианом, как и следовало ожидать, образовалось 9 фрагментов. Сейчас ведутся работы по выделению и очистке этих фрагментов.

Интересно, что ряд фрагментов, выделенных при расщеплении белков зрительного и бактериального родопсинов, начинается с одного и того же аминокислотного остатка. Это указывает в какой-то мере на их сходство. Дальнейшее изучение фрагментов, по всей вероятности, покажет, насколько «сходны» эти два различных в функциональном отношении белка.

Итак, нам удалось разработать методику получения опсина и его ферментативного расщепления. Впереди — определение аминокислотной последовательности во фрагментах, а затем — и всего белка. А тогда можно будет приступить и к разгадке точного физико-химического механизма зрения.



МЕЖДУНАРОДНЫЙ

ФОТОКОНКУРС «НТТМ-76»

ФАКСИМИЛЕ ВЕКА



Казалось бы, как все просто: мгновенно промелькнул самолет — и вот уже в небе расплывается причудливая, изломанная вязь — инверсионный след сверхзвуковой машины.

«Факсимиле века» — так назвал свой снимок, присланный на конкурс НТТМ, вологжанин АЛЕКСЕЙ МУРАШОВ.

Здесь читатель, пожалуй, пожмет недоуменно плечами, удивится: «Как, вот эта случайная линия, живущая всего-навсего считанные минуты, — и вдруг подпись века?»

А почему бы и нет? Вспомним: ведь меньше столетия прошло с тех пор,

как оторвался от земли аппарат тяжелее воздуха.

Каждый век расписывается по-своему. Отнюдь не заботясь о вечности, изображали на стенах прославленной испанской пещеры Альтамира быков и оленей вооруженные каменными топорами охотники, и вовсе не думал о нас маленький новгородский мальчик Онфим, выводя смешные каракули на берёсте. Зато герои битвы в Фермопильском ущелье прямо обращаются к потомкам своим строгим зовом: «Остановись, прохожий!»

Все представляет интерес для историка: будь то грубый сруб древнекиевского простолюдина или роскош-

ные хоромы бургундского герцога. Потому что любой след, оставшийся от былого человека, помогает нам лучше узнать и его, и время, в котором он жил, и себя.

Дело автора — выбирать название для своих снимков. И нам кажется, что А. Мурашов прав, хотя точно так же можно было бы назвать и изображение первой весенней борозды, проложенной в колхозном поле, и огненный брус проката, и ракету, стартующую в космос.

Потому что факсимиле века — это вся наша жизнь.

НИНА ЯНКЕВИЧ





Ударная комсомольская

# Братск энергетический



Я стою у подножия одного из самых титанических сооружений мира.

Пролетая сотни километров над тайгой, над зеленой шкурой пихт, елей и сосен, заполняющих все видимое пространство Земли, пространство, изрезанное лишь серебристыми клинками рек, невольно замираешь перед величием двух идей.

Беспредельны созидательные силы природы, сумевшей на протяжении миллионов лет создать неумирающую красоту нашей планеты.

Беспредельны мощь и величие человеческого труда, сумевшего на протяжении десятилетий создать второе чудо природы. И вот оно перед моими глазами.

Где-то там, высоко-высоко, словно железобетонная кариатида, поддерживающая небеса, вздымается величественная плотина Братской гидроэлектростанции. Крохотные, со спичечный коробок, автобусы проходят над головою по железобетонной дамбе. Неистовствует пенная вода, вырываясь из турбинных отверстий. А там, за бетонной громадой, море, новое море, которого никогда не было, и только человеческая мысль и людской труд создали его.

Ангара... Прекрасная и таинственная река, собирающая в свое русло свыше трехсот потоков, впадающих в озеро Байкал. Ангара всегда привлекала к себе внимание постоя-







ством своего могучего течения, удобными для создания плотин и электростанций горловинами.

Четыре станции созданы и создаются на этой великой сибирской реке. Иркутская — мощностью 0,6 мегаватта, Братская — 5 мегаватт, Усть-Илимская — 4,3 мегаватта и Богучарская — 4 мегаватта. Весь этот богатырский каскад должен быть полностью закончен к 1985 году. Его годовая выработка энергии составит 70 миллиардов киловатт-часов.

Братская ГЭС — наимоощнейшая из всех. Уже сегодня 18 ее агрегатов дают свыше 4 миллионов киловатт. Их будет 20. И мощность поднимется до 5 миллионов.

Как осмыслить эти цифры? Достаточно сказать, что в 1974 году одна лишь Братская ГЭС выработала столько энергии, сколько давали все электростанции страны в 1935 году. Это самая дешевая энергия в мире. Один киловатт-час стоит 0,046 коп. Братская ГЭС уже 5 раз окупила стоимость своего строительства.

12 лет строилось это уникальное сооружение. Впервые в истории нашей страны ее возведение было объявлено Всесоюзной ударной комсомольской стройкой.

С волнением вспоминаю я свой первый приезд сюда. Обнаженное гранитное дно феерического котлована. Отвесные скальные берега. Режущая быстрина Ангары, направленная по искусственному руслу. И что поразило меня больше всего — девушки-комсомолки аккуратно, кухонными веничками выметают гранитные основания будущей плотины перед закладкой первого бетона. Чтоб ни пылинки! Ни камешка! Ведь плотина укладывается на века, и держать ей на своих плечах целое море, растянувшееся на сотни километров, с подпором в 120 метров.

Трудности были немалые. Гидроузел строился в районе вечной мерзлоты. Укладка бетона производилась круглый год, а ведь в году здесь всего-навсего 86 безморозных дней. Гнус и москиты одолевали людей —

только от них производительность труда снижалась на 30 процентов. И что самое сложное: надо было принять тысячи молодых рабочих, нужно доставлять материалы в совершенно необжитые места...

В 1955 году на берегу возник палаточный городок строителей под названием «Зеленый». В легкой парусиновой палатке печку приходилось топить безостановочно, иначе

На снимках (вверху):

Отсюда начинается могучий разбег Ангары (слева).

Бетонное тело плотины Братской ГЭС.

Внизу: башня Братского острога, куда был заточен знаменитый протопоп Аввакум (слева).

На открытии в Братске выставки научно-фантастических картин молодых художников «Сибирь завтра».

Молодежь Братска (слева направо): секретарь горкома ВЛКСМ Анатолий Горбунов, ветфельдшер Наташа Щеглова, рабочий Валерий Байдалюк (участник конкурса «Сибирь завтра»), акушерка Таня Сухих.





к утру можно было замерзнуть и не проснуться.

20 тысяч молодых рабочих, комсомольцев, приехавших со всего Советского Союза, создавали под руководством опытных специалистов это уникальное сооружение. В 1961 году пущен первый агрегат. Через 7 лет строительство закончено, и к этому самому времени электростанция уже полностью окупилась.

Сегодня ежегодная прибыль — 300 миллионов рублей. Полная окупаемость за 3,5 года.

В машинном зале, там, где гудят, словно сдержанно дыша, агрегаты, каждый из которых весит около 1000 тонн, внимание привлекает составленное из лампочек панно. Это цифры счетчика электроэнергии. Счет ведется со дня пуска первого агрегата. На счетчике астрономическое число: 247 229 миллионов киловатт часов — вот сколько произвела электроэнергия Братская гидростанция.

Очень метко сказал инженер Алексей Марчук — его мы знаем по песне «Марчук играет на гитаре, а море Братское шумит».

— Что было самым трудным за эти годы?

— Начать и кончить, — ответил инженер.

Сегодня вокруг гидростанции

На снимках:

Памятник погибшим воинам Братска (вверху).

Рыбаки совхоза «Братский», расположенного на берегу Братского моря (внизу).

Братский лесопромышленный комплекс и один из его цехов (справа внизу стр. 8).

Центр Братска — города юности (стр. 9).

шумит город Братск. Население его 240 тысяч человек. Город врезался в тайгу семью крупными поселками, раздвинувшими вековой строй чащобы. Братск поражает своей яркой свежестью. Сияет огнями Дворец пионеров. Крытый плавательный бассейн магнетически притягивает к себе молодежь. Стальная чаша телевизионного ретранслятора «Орбита» словно прислушивается к небу. А в небе летят реактивные лайнеры по маршруту Москва — Братск — Токио.

Трудно даже представить себе, что здесь было когда-то. От далекого прошлого сохранилась только башня Братского острога. В подвале ее томился когда-то протопоп Аввакум, чьи книги изучаются сегодня как шедевр раскованной мысли русского философа.

Возле башни надпись, буквы коей отлиты из бронзы:

«Государя царя и великого князя Алексея Михайловича всея Руси воеводе Афанасию Петровичу, сыну боярскому, Житка Фирсов челом бьет.

...И в нынешнем 162 году Братской Нижний Острог поставить весной, 4 башни высокие, под тремя башнями три избы.

А ставили острог случайные люди 23 человека, да наши казаки, да промышленные люди 12 человек».

С этого началось...

Невольно встает вопрос, куда же идет этот беспредельный водопад электрической энергии, рожденной прозрачными струями Ангары?

Лесопромышленный комплекс Братска включает в себя ни много ни мало — 17 заводов. Это один из самых крупных комбинатов мира по переработке таежной древесины на целлюлозу, древесноволокнистые

плиты, фанеру, пиломатериалы. Именно отсюда пиломатериалы будут поступать на Камский автозавод; тут же работает биолесохимический завод, вырабатывающий кормовые дрожжи, специальное канифольное предприятие, использующее пни и корневича таежных гигантов. Это единственный в мире комбинат для полной переработки древесины объемом около 7 миллионов кубометров в год.

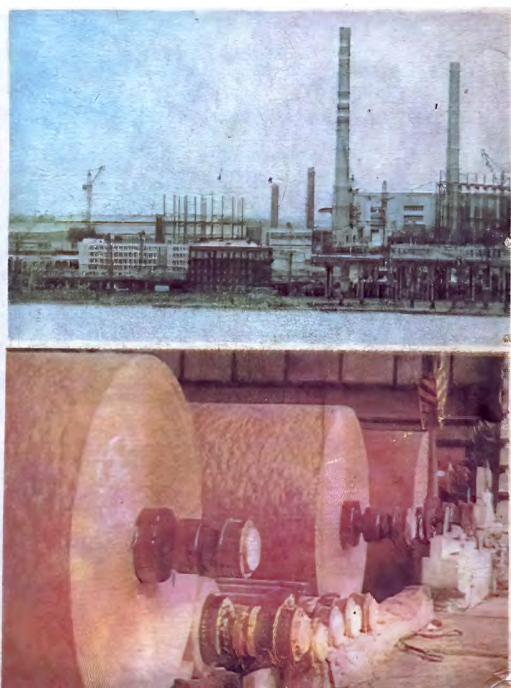
Здесь стволы деревьев, сплавляемые по Братскому морю в специальный, полностью механизированный лесной порт, где их сортировка производится с помощью вычислительных машин «Ангара» и «Минск», превращаются в самую разнообразную продукцию: кордную целлюлозу для автопокрышек, целлюлозу для бумаги, картона, производства вискозы. Когда смотришь на этот великанский конвейер по переработке леса, где почти не видно людей, ибо все механизировано, невольно задумываешься, сколько ж необходимо ему энергии?

Но весь этот комбинат по нужде в электричестве не может идти ни в какое сравнение с Братским алюминиевым заводом.

Производство одной тонны алюминия требует 18 тысяч киловатт энергии.

— Снимите часы, отложите фотоаппараты, — предупредили нас перед входом в цех электролитических ванн. — Не удивляйтесь, сила тока здесь столь велика, что ваши часы немедленно остановятся, а магнитные поля нарушат работу фотозатворов.

Слова оказались справедливыми. Связка ключей вертикально вставала на ладони в цехе, где под действием электролиза из глинозема получается чистый металл. 157 килоампер





на ванну и всего лишь 4 вольта напряжения.

Так вот он, главный потребитель энергии Братска!

По цеху неслышно скользят электрокары с огромными ковшами расплавленного алюминия. Впервые в жизни я видел слитки весом в 2,5 тонны. Великая тайна преобразования глины в «крылатый металл» творилась в беззвучных цехах, начиненных магнитным полем и невидимой мощностью электричества.

На главном здании алюминиевого комбината лозунг: «Главное, ребята, сердцем не стареть!»

Кто придумал его здесь? Придумал так четко и метко, желая определить основной тонус жизни молодого сибирского центра, ставшего центром притяжения молодых сердец. Но за этой молодостью встает суровое прошлое.

Ко Дню Победы жители Братска воздвигли на берегу своего моря незабываемый монумент славы. Два языка окаменевшего пламени застыли в своем порыве к небу. Под ними Вечный огонь. И в бетонном кольце имена людей, которые не пришли с Великой битвы за счастье и свободу нашего народа. А рядом с этим впечатляющим памятником блестит и голубится сквозь сосны Братское море, лиловеют сопки у горизонта и в синем неуступчивом небе караванами плывут облака.

Мы жизнью нашей,  
нашим светлым днем

Обязаны тому,  
кто пал в бою с врагом.

Я читаю строки, и ощущение величия происходящего вокруг не оставляет меня.

**ВАСИЛИЙ ЗАХАРЧЕНКО,**  
наш спец. корр.



Фото Ивана Серегина







Ничто так не волнует участников конкурса «Сибирь завтра», как проблема будущих городов. И это понятно — контраст между бескрайними девственными просторами Сибири и тесными, геометрически правильными современными городами очень велик. И это правильно — вопросы современной архитектуры будут ли будущие города оторванными, урбанизированным кусочком территории или с какой-то новой гармонией впишутся в природу Сибири? Опыт и разум подсказывают, что создание комфортабельных условий жизни в Сибири потребует значительной концентрации усилий и энергии, какого-то барьера, защищающего от сурового климата, и такая перспектива тревожит художников. Тревожит это и молодого художника из Свердловска Вячеслава Бурминского. Он видит выход из

этих противоречий в максимальной оторванности сооружений от земли и в легко управляемом, общедоступном воздушном транспорте для связи с нею. Поэтому на его картинах «Завод-автомат» (слева) и «Микро-район» (справа) так много колонн, так много разнообразных летательных аппаратов. Он считает, что главные источники энергии должны служить солнечные станции, вынесенные за пределы атмосферы. И яркие лучи лазеров, вонзающиеся в вершины зданий, принесут на Землю спасительное тепло Солнца.

Проблемы урбанизации Сибири, разумеется, вовсе не исчерпывают всего круга тем, связанных с ее освоением.

Ведь будущее Сибири более многогранное, и палитра ее красок неисчерпаема.

Исследование ее просторов ведется уже века и в то же время только начинается. Каким ему быть, будущему исследователю Сибири, какова будет его техника, что он будет искать в Сибири будущего?

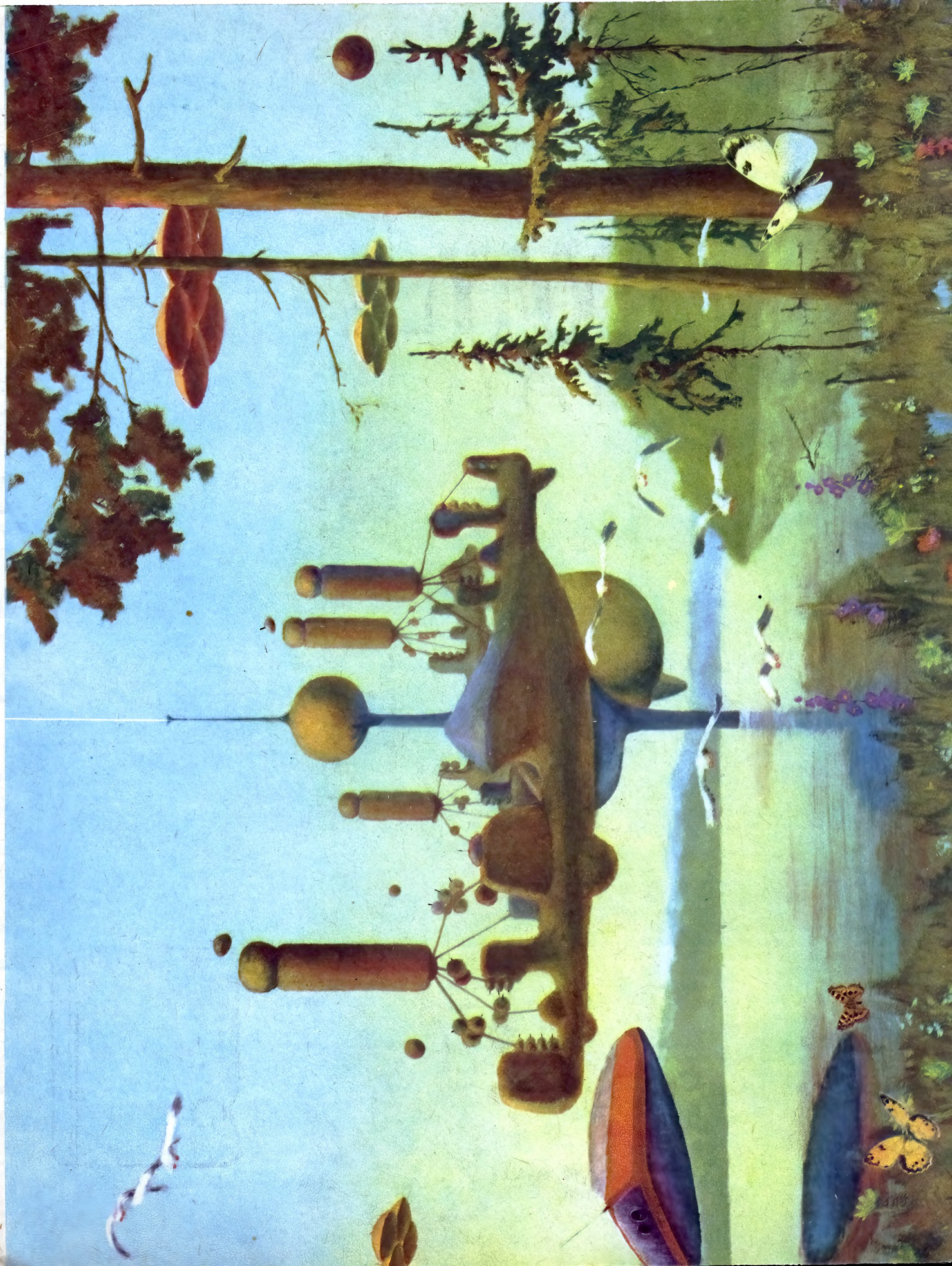
Наука — передний край производства, и сеть научных учреждений стремительно распространяется на восток. Что привлечет внимание молодого ученого в просторах Сибири? И вообще, какой он будет, будущий Сибиряк? Рафинированный ли интеллект, нажимающий на кнопки, или молодой искатель приключений, тоскующий по романтике непроходимых джунглей? Или это будет человек грядущего, потянувшийся нас своей гармонией и совершенством?

Все эти и им подобные вопросы еще ждут вдохновенного осмысления фантастами-художниками.

# МЕЖНАРОДНЫЙ КОНКУРС НАУЧНО-ФАНАСТИЧЕСКИХ КАРТИН И РИСУНКОВ СИБИРЬ ЗАВТРА









**Лауреаты  
премии  
Ленинского  
комсомола**

# О чем мигает свет затменных

**ВАЛЕРИЙ СКУРЛАТОВ, физик**

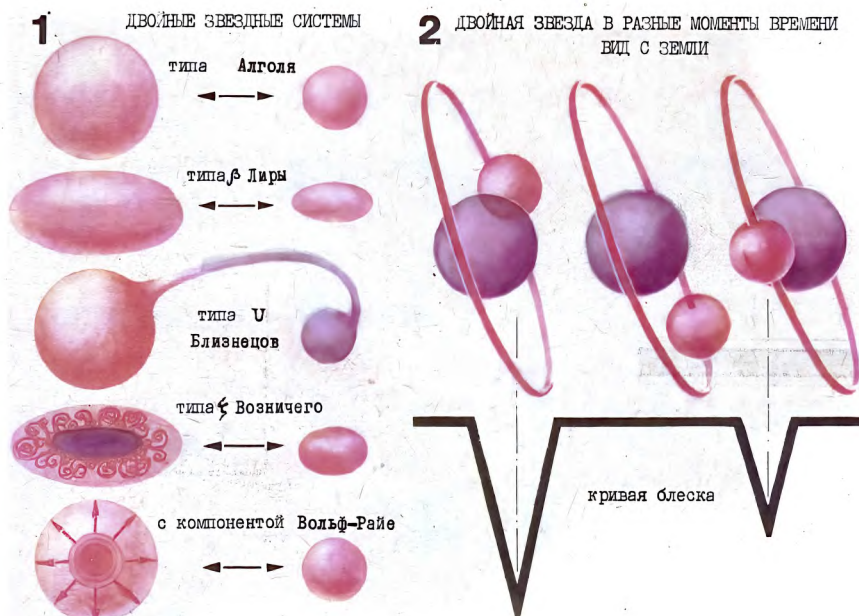
*„Вспыхнула звезда,  
Как будто  
В телеграмме—  
Буква.  
А за ней вторая  
Пронеслась, мигая“.*

*Э. Межелайтис*

Астрономы подсчитали, что не менее половины звезд нашей Галактики — двойные или кратные. Напрашивается вопрос: а есть ли вообще одинокие звезды, изгой среди светил? Наверное, есть, и немало. Но все же в природе, как говорится, «каждой твари — по паре». И наше неповоротливое Солнце не исключение — вместе с юрким Юпитером оно образует, по-видимому, вполне типичную небесную пару («ТМ», 1975, № 2).

Интересно, что мысль о звездной парности нашла отражение в древних мифах. Достаточно вспомнить общеиндоевропейскую легенду о звездных близнецах Ашвинах-Диоскурах или поэтическое повествование Гесиода о брачных союзах Геи и Урана, Кроноса и Реи, Зевса и Геры. Люди издавна догадывались: звезды, подобно нашему Солнцу, вряд ли одиноки. А догоны, живущие в Западной Африке (Мали), даже уверяют, будто их пращур явился с ныне невидимого компаньона Сириуса. Самое удивительное — довольно массивный спутник Сириуса действительно открыт астрономами...

Словом, и в старинных преданиях, и в современной науке признается «нормальность» и распространенность двойных звездных систем,



однако до сих пор нет никакого приемлемого объяснения тому, почему большая часть светил рождается и существует парами, каково вообще их происхождение и какова их дальнейшая судьба. Фактически каждый шаг на пути разгадки тайн небесной парности — это веха в нашем понимании самих устоев мироздания.

Вот почему получила международное признание и была удостоена премии Ленинского комсомола работа молодых сотрудников Московского университета — кандидатов физико-математических наук Анатолия Черепашука (по этой теме он недавно защитил докторскую диссертацию), Александра Гончарского и Анатолия Яголы о новом методе извлечения информации из световых лучей, которые посылаются двумя тесно связанными звездами, периодически затмевающими друг друга. Кстати, таких затменных звезд обнаружено уже более четырех тысяч!

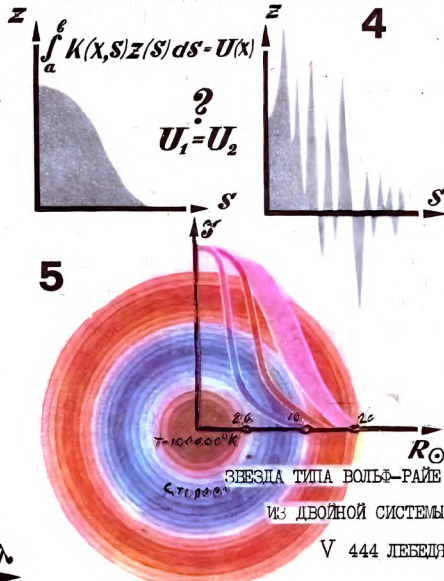
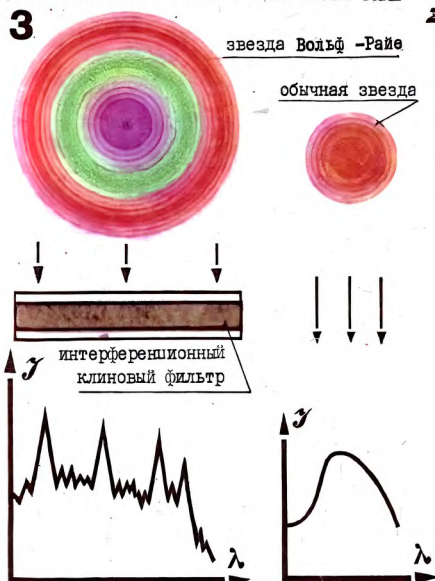
Предположим, мы наблюдаем с Земли тесную звездную пару (рис. 2). Она выглядит в самый сильный телескоп как единый объект с периодически меняющимся блеском. Блеск максимален, когда складываются излучения обоих членов (компонент). Когда же одна звезда полностью или частично затмевает другую, суммарный блеск пары слабеет. Поскольку члены пары вращаются вокруг общего центра тяжести, мигания за оборот происходят дважды — при экранировании исследуемой компоненты ее спутником и при заходе спутника за нее. Замерив в том или ином участке спектра изменения блеска во време-

ни и построив так называемую кривую блеска, можно, во-первых, узнать период обращения пары, во-вторых, определить наклонение орбиты относительно луча зрения земного наблюдателя, и в-третьих, вычислить радиусы компонент. Ведь положение, очертания и величины минимумов кривой блеска будут отличаться в зависимости от размеров членов пары и степени их взаимного перекрытия во время затмения.

Анатолий Черепашук, будучи еще студентом МГУ, поставил перед собой трудную задачу — научиться извлекать из кривой блеска сведения не только о геометрических параметрах пары, но и о распределении фотометрических характеристик (скажем, яркости или спектрального состава излучения) по диску затмеваемой звезды. Да, задача выглядела весьма дерзкой, ибо из-за удаленности светил их диски нельзя увидеть ни в один телескоп мира.

Конечно, о структуре звездных поверхностей можно судить по атмосфере нашего Солнца. Однако оно ныне весьма заурядный и спокойный «небожитель». У подобных звезд толщина атмосферы, где формируется видимое излучение, составляет незначительные доли от радиуса диска. Между тем есть много звезд и других космических тел с протяженной атмосферой, причем эти «пекулярные» объекты, находящиеся в явно неустойчивом переходном состоянии, особенно интересны с познавательной точки зрения и дают ключ к секретам звездной эволюции.





На рисунках:

Рис. 1. Типы тесных двойных систем.

Рис. 2. Вид с Земли на тесную звездную пару и наблюдаемое изменение ее блеска.

Рис. 3. Клиновидный интерференционный фильтр позволил измерить кривую блеска в отдельных эмиссионных линиях и тем самым как бы «заглянуть» в глубь протяженной атмосферы звезд типа Вольфа-Райе.

Рис. 4. Интегральное уравнение, описывающее изменение блеска двойной звезды в зависимости от угла наклона орбиты, радиусов компонент и фотометрических параметров. Этому уравнению может соответствовать ряд совершенно разных кривых блеска. Как выбрать нужную?

Рис. 5. Строение звезды типа Вольфа-Райе в двойной системе V444 Лебедя, восстановленное по кривым блеска, которые замерены в разных длинах волн.

Применение сложных интерференционных устройств, а также наблюдение за звездами, когда их перекрывает край Луны, в принципе позволяет как-то оценить диски ближайших к нам светил и даже иногда определить коэффициенты потемнения их к периферии. Насколько же заманчивее «заглянуть» в бурные недра далеких протяженных атмосфер.

Очень непохожи, разны члены небесной пары, затмевающие друг друга (рис. 1). Простейший случай — две сферические «нормальные» звезды в системе Алголя. В других случаях светила под действием приливных сил приобретают эллипсоидальную форму (система типа β Лирь) или же с одного из них вещество начинает перетекать на другое (система типа U Близнецов). А если у кого-либо из членов пары протяженная атмосфера, то она нередко деформируется в эллипсоид. Очевидно, эллипсоидальные тела изучать сложнее, чем сферические. Поэтому Черепашук, Гончарский, Ягола решили сконцентрировать свое внимание на двойных системах, в которых одна из звезд «нормальная» по своим характеристикам, а вторая «пекулярна», с явно протяженной атмосферой, но сохраняет сферическую форму. Последнюю компоненту пары относят к звездам типа Вольфа-Райе.

Они чрезвычайно интересны и сами по себе. В нашем Млечном Пути и в соседних Магеллановых Облаках их обнаружено уже около двухсот. Излучение этих звезд необычно — приблизительно половину светового потока составляют фотоны, испу-

щенные (со строго определенными частотами) ионизированными атомами водорода, гелия, углерода, азота и кислорода (эмиссионные линии), а другая половина приходится на долю фотонов непрерывного спектра (континуум). Линии испускания яркие, но немного «затухающие» с фиолетовых концов и сдвинутые в красную часть спектра.

Для астронома такая особенность эмиссионных линий говорит о следующем: каждая из них формируется в том или ином слое протяженной атмосферы, которая к тому же расширяется радиально от центра. Сдвиг эмиссионных линий в красную сторону соответствует довольно высоким, порядка тысячи километров в секунду, скоростям радиального истечения. Из недр звезды типа Вольфа-Райе, как из сопла реактивного двигателя, рвутся могучие струи раскаленного газа. Выбрасываются они взрывной энергией звезды или световым давлением — до исследований Черепашука, Гончарского, Яголы было не вполне ясно. Во всяком случае, независимо от причины при такой скорости истечения приливная деформация от соседнего члена-спутника не может быть значительной, звезда типа Вольфа-Райе как бы «сама себя сферизует».

Как же устроены эти странные звезды и что их ожидает? Новая методика, разработанная молодыми московскими учеными, позволила дать ответ.

Прежние методы были приспособлены для анализа кривой блеска от тесной пары солнцеподобных

звезд с тонкими атмосферами. Для таких звезд можно считать известным закон распределения фотометрических свойств по диску звезды. Задача же интерпретации кривых блеска в этом случае сводится к решению нелинейной алгебраической системы уравнений относительно неизвестных радиусов звезд, наклона орбиты и т. п. Действительно, кривая блеска, как видно на рисунке 2, зависит и от размеров членов пары, и от их сплюснутости, и от наклона орбиты, и от коэффициентов потемнения к краю звезд, и от эффектов отражения света одной компоненты от другой и т. д. Поскольку же теория эффектов отражения и потемнения сейчас далека от совершенства, метод моделирования кривой блеска может приводить к ненадежным результатам даже для звезд с тонкими атмосферами. А к протяженным атмосферам с этим способом лучше и не подступаться, ибо нет надежных теоретических представлений об их структуре, и закон распределения фотометрических свойств по диску звезды здесь нельзя считать известным.

Когда в случае звезд с тонкой атмосферой кривую блеска отражают системой алгебраических уравнений, то в общем предполагают, что неизвестные фотометрические параметры светил изменяются по известному закону. При протяженной же атмосфере неизвестное явно изменяется неизвестным образом, тут приходится оперировать более сложным интегральным уравнением. Да вот беда — математические трудности в интерпретации



кривых блеска звезд с протяженной атмосферой связаны с необходимостью решать так называемые некорректно поставленные задачи, когда сколь угодно малым возмущениям могут соответствовать сколь угодно большие отклонения в решении (рис. 4). Математики до недавнего времени решение таких задач считали абсурдом.

Однако выдающийся отечественный ученый академик А. Тихонов впервые разработал методику решения некорректно поставленных задач.

Оказалось, при поиске однозначного ответа часто хватает дополнительной физической информации о характере искомого решения, и в ряде случаев удается построить методы, позволяющие по приближенно заданным входным данным находить приближенное решение некорректно поставленных задач. Например, достаточно принять вполне разумное допущение, что фотометрические функции изменяются по диску гладко или монотонно. Эта дополнительная физическая информация и позволила Гончарскому, Черепашуку и Яголе создать и обосновать эффективные алгоритмы расчета кривых блеска как классических затменных систем, так и систем, содержащих компоненты с протяженной атмосферой. Ясно, что задачи эти весьма сложны и могут решаться только при помощи современных электронно-вычислительных машин.

С другой стороны, благодаря привлечению ЭВМ новый метод можно обобщить и распространить на несферические «пекулярные» компоненты пар с эллипсоидальной или дискообразной, типа колец Сатурна, протяженной атмосферой.

Допустим, кривая блеска измерена с помощью обычного фотометра. Но ведь суммарный поток излучения от «пекулярной» звезды складывается из непрерывного излучения и дискретного в эмиссионных линиях. Следовательно, нужен особый фотометр с узкой полосой пропускания, чтобы по кривой блеска получить информацию о структуре внешних слоев протяженных атмосфер — ведь при затмениях эти слои слабо проявляют себя в непрерывном излучении, там преимущественно возбуждаются те или иные линии испускания. Если из решения кривой блеска в непрерывном излучении (континууме) можно определить геометрические размеры двойной системы, то из ее решения в линии (зная радиус спутника и наклонение орбиты) — ряд дополнительных параметров протяженной атмосферы на разных глубинах, а также контролировать правомочность самой модели атмосферы (сфера или диск).

У звезды типа Вольфа-Райе вклад эмиссионных линий в общий световой поток сравним с вкладом континуума, а иногда превышает его раза в два. Поскольку оба вида излучения требуют для своего возбуждения различных физических условий и возникают на разных глубинах звездной атмосферы, естественно ожидать существенного различия в их «миганиях». Следовательно, кривые блеска в континууме и в линиях надо анализировать раздельно. Что касается фотометрического исследования излучения в линиях, которые подвержены вдобавок доплеровским смещениям при орбитальном обращении членов пары, то тут необходимо использовать не просто узкополосный светофильтр, а с регулируемой длиной волны максимум пропуска (рис. 3).

Обычный интерференционный фильтр пропускает излучение определенной частоты и задерживает фотоны других длин волн. Если диэлектрические слои этого фильтра нанести неравномерно, в виде клина, то его оптическая толщина будет изменяться по длине, и на максимум пропускания можно настроить очень просто — перемещать пластинку перпендикулярно лучу зрения. Подобные клиновые фильтры, впервые примененные в астрономии французскими учеными Ф. Ленувелем и Ж. Рингом в 1955 году, а затем незаслуженно забытые, как раз и пригодились Черепашуку. Помогли коллеги с физфака МГУ. Уникальные по качеству фильтры, изготовленные на кафедре оптики под руководством профессора Ф. Королева, позволили молодому исследователю «вглядеться» внутрь атмосферы звезды типа Вольфа-Райе в системе V444 Лебеда.

Звезда эта давно привлекала внимание ученых. Еще в 1939 году американский астроном О. Вильсон указал на ее двойственность, а в 1941 году другой американский астроном, С. Гапошкин, открыл, что она также затменная переменная с периодом орбитального обращения 4,2 дня. Впоследствии удалось найти геометрические параметры двойной системы, но никто до исследований Гончарского, Черепашука, Яголы не мог надежно определить структуру этого небесного тела, «эталонного» для звезд типа Вольфа-Райе.

Решение кривых блеска показало, что центральные части диска звезды Вольфа-Райе голубее периферийных, то есть их цветовая температура выше. Температура всего диска — около  $20\,000^\circ\text{C}$ , центральной области —  $50\,000^\circ\text{C}$ , периферии —  $10\,000^\circ\text{C}$ . На самом деле температура «поверхности» ядра, в котором заключена основная

часть массы звезды, гораздо больше  $50\,000^\circ\text{C}$ , поскольку его излучение «краснеет» при прохождении через протяженную атмосферу. Если эта температура, скажем, порядка  $100\,000^\circ\text{C}$ , то в возбуждении эмиссионных линий важную роль должна играть ионизация вещества атмосферы коротковолновым излучением ядра. Этот факт, а также впервые надежно измеренное ускоренное истечение газа от ядра (явно под действием светового давления) свидетельствуют в пользу модели, предложенной в 1944 году английским астрономом К. Билсом. Согласно ей протяженная атмосфера звезд типа Вольфа-Райе трактуется как малая расширяющаяся планетарная туманность. Уже одно только надежное экспериментальное подтверждение модели Билса, столь важной для понимания природы звездной нестационарности, было результатом мирового класса.

Вывод из работы Черепашука, Гончарского и Яголы гласит также: радиус ядра «пекулярной» компоненты V444 Лебеда — около 2,6 радиуса Солнца. А судя по измерениям кривой блеска в эмиссионных линиях, атмосфера по своим размерам раз в десять превышает ядро (рис. 5). Масса же звезды составляет десять солнечных. Другими словами, «тело» звезды типа Вольфа-Райе состоит из гелия; водород в ней выгорел, и, несмотря на бурное истечение, она на самом деле эволюционно старая и почти на последнем издыхании: запасы ядерной энергии практически исчерпаны. Это тоже очень ценный экспериментальный результат, получивший отклик в ряде работ советских и зарубежных астрономов. И вот почему.

Американский астрофизик Дж. Кроуфорд в 1955 году выдвинул идею «о перемене ролей» в небесной паре — более массивное светило эволюционирует быстрее, расширяется, и вещество из него начинает перетекать к спутнику. По расчетам западногерманских ученых Р. Киппенхана и А. Вайгерта, в системе из двух звезд с первоначальными массами 25 и 15 солнечных, отстоящих друг от друга на 56 солнечных радиусов, более массивная компонента эволюционирует быстрее и после выгорания водорода и на стадии сжатия гелиевого ядра расширяется. От нее начинается «перетекать» вещество к спутнику. Этот процесс происходит стремительно — за 7200 лет первоначально более «солидная» звезда теряет две трети своей массы.

После обмена масс двойная система состоит из гелиевой звезды с небольшой примесью водорода и горячего массивного спутника. Время



жизни такой теоретически рассчитанной системы, весьма напоминающей реальную V444 Лебеда, порядка 100 000 лет. За последнее десятилетие появилось много расчетов эволюции массивных тесных двойных звезд. Польский ученый Б. Пачинский и молодые советские исследователи А. Тутуков и Л. Юнгельсон в своих работах показали, что в дальнейшем истекающая газом звезда типа Вольфа-Райе вспыхивает как Сверхновая, освещая на несколько дней Млечный Путь и его окрестности, и превращается в пульсар или коллапсирует в черную дыру.

Такова вкратце суть гипотезы, которая должна быть проверена наблюдениями. Черепашук, Гончарский, Ягола промерили и рассчитали звезду типа Вольфа-Райе из двойной V444 Лебеда и несколько других подобных светил и получили эмпирический материал, подкрепляющий эту гипотезу «перемены ролей».

Тесные двойные системы недаром заслужили репутацию «ускорителей астрономического прогресса». Действительно, мало-мальски заметный сдвиг в понимании каких-либо небесных объектов происходил лишь после обнаружения их в составе пар. Звездное содружество позволяет находить массы, радиусы, светимости, плотности и другие важнейшие характеристики каждой компоненты.

Многие катастрофические явления в мире звезд вызваны эффектами парности: вспышки Новых и иногда Сверхновых, взрывы другого рода, мигания симбиотических звезд и т. д. Тесные двойные системы, вероятно, излучают гравитационные волны, а одним из членов таких систем могут быть экзотические релятивистские объекты (возможные потомки звезд типа Вольфа-Райе) — нейтронные звезды или черные дыры. Между тем от познания пульсаров и черных дыр зависит не только понимание устройства вселенной, но и возможность овладения колоссальными, воистину космическими силами.

Новый подход, разработанный Черепашуком, Гончарским, Яголой, вполне приложим к изучению также и этих столь необычных тел. Отметим, что ныне ученые всерьез взялись за исследование компактных рентгеновских источников в составе двойных систем, ибо именно на эти, вынужденные подмигивать, рентгеновские космические «маяки» падает первое подозрение в принадлежности их к сокрытому в подполье нашего пространства — времени, могущественному Ордену Черных Дыр...

И надо сказать, первые результаты весьма обнадеживают...

## ПРОБЛЕМЫ И ПОИСКИ

# ЯСТВА, СКОНСТРУИРОВАННЫЕ ПО ЗАКАЗУ

ЮРИЙ ФЕДОРОВ, инженер

Вряд ли найдется человек, который не слышал бы об искусственной пище. У многих, особенно у любителей фантастики, она ассоциируется с некими бесцветно-бесвкусными пилюлями-концентратами необходимых для организма питательных веществ. Но, как справедливо заметил академик А. Несмеянов, «ежедневную порцию безводных 100 г белка, 450 г углеводов, 100 г жира не упакуешь в пилюлю... все это надо превратить в пищу не менее, а более вкусную и разнообразную, чем обычная, которую можно было бы с аппетитом съесть».

Ныне проблема создания искусственной пищи актуальна как никогда. Человечеству в основном не хватает животного белка. Уже сейчас его дефицит составляет около 60 млн. т ежегодно. От резкой белковой недостаточности в странах Южной Америки, Африки и Южной Азии развиваются специфические болезни. Причем в первую очередь страдают дети... А между тем ожидается, что к 2000 году население нашей планеты достигнет 5—6 млрд. человек. Чтобы всех прокормить, производство белков необходимо повысить минимум в 3 раза! Естественным путем — увеличением поголовья скота — эта задача невыполнима.

Однако пора наконец сказать, зачем человеку нужен белок. Дело в том, что он единственный поставщик 20 аминокислот, из которых 9 незаменимые, то есть не могут быть синтезированы нашим организмом и должны обязательно содержаться в пище. В зависимости от аминокислотного состава белки имеют разные пищевые качества. Наиболее полноценны белки животного происхождения, по своему составу они близки к белку идеально сбалансированной пищи — женского молока. Сами животные, разумеется, тоже не производят, а только концентрируют те незаменимые аминокислоты, которые получают в кормах. Но животное — это «фабрика» с весьма низким КПД. На свои биоэнергетические нужды оно расходует до 90% белка, содержащегося в растениях. Спрашивается: не

выгоднее ли извлекать белок непосредственно из корма?

Правда, растительные белки по аминокислотному составу куда хуже животных. Например, в пшенице и кукурузе не хватает лизина, в сое — лейцина и т. д. Поэтому приходится добавлять недостающие аминокислоты, полученные синтетическим путем.

Однако мало кто согласится питаться чистым белком, не имеющим ни вкуса, ни запаха (вспомните фантастические пилюли). В этом легко убедиться, отведав отмытые до бесцветности мясо, крахмал или муку. Нет спору, искусственная пища должна во всем напоминать естественную.

Создать вкус продукта с помощью сахара, соли, уксуса нетрудно. С запахом много сложнее. Аппетитные запахи появляются при варке, печении, жарении за счет образования десятков летучих соединений. К счастью, из этого разнообразия оказалось возможным определить газожидкостной хроматографией и синтезировать немногие, «ответственные» за запах конкретного продукта. Конечно, можно использовать и традиционные специи — чеснок, лук, лавровый лист, перец и т. д. Интересно, что запахи можно, так сказать, запечатывать в микропористые, растворимые в горячей воде порошки, в которых они хранятся, видимо, неограниченное время и из которых в любой момент могут быть извлечены.

Полученной питательной массе остается придать структуру, соответствующую естественному прототипу — мяса, рыбы, птицы или, скажем, риса, картофеля. Как это часто бывает, проблема была решена сначала для других целей. В начале 30-х годов во многих странах пытались найти заменитель шерсти. Поскольку шерсть — это белковое волокно, то прежде всего искали способы придания других белков. Впервые это удалось итальянцу Антонио Феррети в 1935 году. Он сумел вытянуть казеин в волокна, научился пряхать и окрашивать их. И уже спустя два года в Италии было начато производство



искусственных тканей «Ланиталь». В 1940 году американец Роберт Боер разработал способ изготовления волокон из сои. Однако большого распространения белковые волокна не получили, ибо после войны появились более дешевые синтетические. Но опыт пригодился: в 1954 году тот же Р. Боер предложил способ получения искусственного мяса.

Для этого он брал растворы растительных белков в щелочах и выдавливал их через калиброванные отверстия в кислотно-солевую коагуляционную ванну. Струйки осаждались в виде студнеобразных волокон, которые затем пропитывали связующим веществом и погружали в ванну с расплавленным жиром. В результате получались продукты волокнистой структуры, напоминающие натуральное мясо по внешнему виду, вкусовым ощущениям и пищевой ценности. Изменяя физико-химические параметры волокон, степень их вытяжки, количество и типы вкусовых добавок и красителей, можно имитировать говядину, баранину, курятину...

Сейчас поисками путей создания искусственных продуктов питания занимаются ученые практически всех развитых стран. А в США, Англии, Японии уже организовано массовое производство «эрзацств». Например, крупнейший производитель искусственного мяса американская фирма «Уортингтон фондс» за последние 10 лет увеличила годовой оборот с 10 млн. до 2 млрд. долларов. Она предлагает около 50 наименований изделий — консервированное белое мясо дичи, индюшатину, курятину, отбивные, филе, колбасы, копчености. В Японии более 30 фирм выпускают искусственные мясoproductы, которые уже составляют 2% от натуральных. Японские специалисты утверждают, что крупнотоннажное производство такого мяса позволяет снизить его стоимость в 10—20 раз по сравнению с обычным.

Все эти изделия совсем как натуральные и даже лучше. Скажем, в эрзацмясе очень мало холестерина (совсем изъять его нельзя — он входит в состав крови) и других вредных веществ, в эрзацмолоке нет лактазы (организм многих людей сей фермент «не принимает»). Зато введены полезные, нужные организму аминокислоты, витамины, микроэлементы, отсутствующие в «настоящих» продуктах.

Искусственная пища получает все большую популярность. По подсчетам американских экономистов, внедрение в США имитаторов мяса (16% от натурального) заменит к 1980 году 3,7 млн. голов крупного рогатого скота, 6,4 млн. свиней и 0,6 млн. овец. Причем освободится

1,2 млн. га пашни, занятой ранее под корма, хотя посевы сои для производства белков возрастут на 340 тыс. га. Это приведет к большой экономии — сокращению рабочей силы, сельскохозяйственной техники, транспортных средств, удобрений, силосохранилищ и т. д. Через 10 лет рацион каждого жителя Западной Европы будет состоять на 15—25% из заменителей мяса и молока.

А теперь постараемся переубедить читателя-скептика, расскажем о знакомстве с эрзацпищей одного из сотрудников редакции, участвовавшего нынешней зимой в международных соревнованиях горнолыжников-журналистов в Англии. После дней суровых испытаний в Эвиморском лыжном клубе журналистов был дан шикарный обед. Насытившись, наш сотрудник беспечно пил кофе, когда его сосед по столу Э. Майлс-Лэнгли заявил: все, что они сейчас ели, искусственное. Пораженный сотрудник поперхнулся, задумался, вспомнил и проанализировал свои вкусовые ощущения и пришел к выводу — лангеты, фарш, курятина да и другие блюда были просто превосходны. Оказалось, Майлс-Лэнгли работает технологом-пищевиком на заводе фирмы Курто в Ковентри, которая и производит все это из «кеспа» — полноценного белкового продукта, полученного из соевых бобов. (Надо сказать, что сама соя, как сельскохозяйственная культура, чрезвычайно выгодна. Если собранная с 1 акра пшеница дает запас белков, достаточный для питания человека в течение 877 дней, то соя — в течение 2244 дней!) С сентября 1972 года фирма «поставляет» на рынок «кесп» замороженным и обезвоженным, в виде порционных кусков и фарша с говяжьим или куриным запахом. На приготовление блюда из этих искусственных полуфабрикатов уходит в два раза меньше времени, нежели из натуральных.

Выпускается также «кесп» без всякого запаха и вкуса — покупателю, добавляя те или иные ингредиенты, может сам «сконструировать» диетическое кушанье. Хранить новый продукт на редкость удобно — в запечатанном пакете он не теряет своих качеств целый год.

«Кесп» успешно прошел испытания у придирчивых едоков — студентов Лондонского политехникума и учеников Лидской школы. Помимо всего прочего, тут сказалось и то, что «кесп» на 30% дешевле мяса; если же учесть более высокое содержание белка в нем (99 г вместо 62—77 г на фунт), то экономия достигает 40%.

На фотоснимке, помещенном на вкладке, запечатлены некоторые блюда из «кеспа», а на схеме пока-

зана последовательность его производства. Цифрами обозначены: 1 — соевые бобы, содержащие до 40% белка; 2 — экстракция соевого масла (отходы) и измельчение остатка; 3 — соевая мука, содержащая 50% белка; 4 — извлечение углеводов (отходы) и промывка; 5 — чистый соевый белок (95%); 6 — различные ингредиенты: растительное масло, специи, красители и т. д.; 7 — формование; 8 — получение белковых волокон; 9 — обезвоживание и упаковка; 10 — пищевой продукт «кесп»: кубики и фарш с запахом говядины, кубики с запахом курятины.

В заключение заметим, что изготовление искусственной пищи из растительного белка отнюдь не самый эффективный процесс. В этом плане куда перспективнее использовать одноклеточные организмы, содержащие более 40% отличного по аминокислотному составу белка. Например, тонна белка за сутки получается при откорме 2000 коров (по 500 кг каждая) или выращивании гороха на поле площадью 360 га. Такое же количество белка за это время в промышленных условиях дают всего 10 кг дрожжей в ферментере емкостью 100 м<sup>3</sup>. Другими словами, бактерии в 100 тысяч раз производительнее, чем животное — ведь интенсивность обмена веществ пропорциональна не массе, а поверхности тела. Вот почему специалисты-пищевики стараются использовать в качестве исходного продукта микробиологические белки. В печати то и дело появляются сообщения о более или менее успешных опытах. Так, открытие нефтегазовых месторождений в Северном море (см. «ТМ», 1975, № 7) стимулировало английские компании заняться промышленным получением белка из бактерий, выращенных на нефтепродуктах. «Империл кемикл индастриз» готовится производить ежегодно 100 тыс. т чистого белка. Завод той же мощности будет построен на острове Сардиния «Бритиш петролеум» совместно с «ЭНИ». Ученые Французского института нефти выбрали иной путь: они выращивают синие многоклеточные водоросли — спирулину в бассейне, через который пропускается углекислый газ, образующийся при сгорании нефтепродуктов. А специалисты финской фирмы «Тампелла» использовали в качестве питательной среды отходы целлюлозно-бумажной промышленности. Подобные исследования ведутся и в нашей стране (см. «ТМ», 1974, № 8).

Еще Менделеев мечтал о времени, когда питательные вещества будут изготавливаться на заводах, когда изобилие пищи будет постоянным независимо от капризов природы. И это время не за горами!

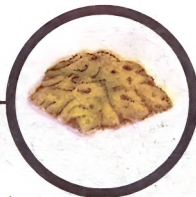




1



2



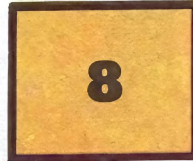
3



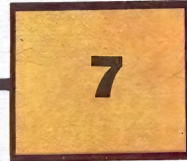
4



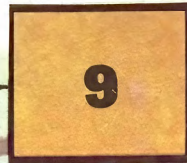
5



8



7

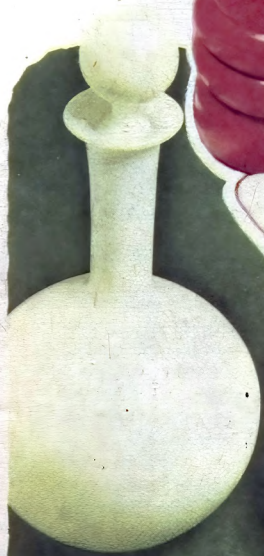
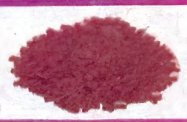
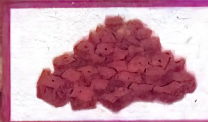


9



6

10







На производственном объединении «Электросила» до недавнего времени проверялась только готовая продукция. Сейчас система контроля обрела «три измерения», охватив технологию и проектирование. Обязательной стала защита конструкторских и технологических разработок. Оппонентами при этом выступают представители единой службы управления качеством, в которую наряду с традиционным ОТК входят отделы надежности, метрологии, стандартизации и научно-технический. Уничтожен разрыв между конструированием, технологией и производством. И вот результат: сорок процентов выпускаемых изделий несут на себе почетный пятиугольник — государственный Знак качества. В эти сорок процентов должен войти и турбогенератор мощностью 1200 тыс. кВт, предназначенный для Костромской ГРЭС (на снимке — сварка ребер жесткости статора этого генератора).

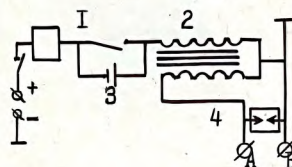
Ленинград

**ДЗ-6** — машина, созданная на базе одноосного тягача. Предназначена она специально для уборки взлетно-посадочных полос аэродромов. Снег и мусор перемещаются в разные стороны поворотно-складывающимся

отвалом, сдуваются вентилятором высокого давления и подметаются щеткой. Обслуживает машину один водитель. За час она очищает от снега площадь в 20 га.

Москва

Простым глазом трудно разглядеть трещины в аккумуляторных батареях, крышках прерывателя-распределителя, свечах зажигания. Прогоревшие места в диэлектриках при ремонте электроаппаратуры сельскохозяйственных машин часто остаются незамеченными. Специального прибора в районном объединении «Сельхозтехника» не было, и пришлось понадеяться на смекалку своих рационали-



заторов. Прибор сделали. Его собрали, что называется, «с миру по нитке» — электромагнитный прерыватель (1) заимствовали от реле регулятора, индукционную катушку (2) высокого напряжения — от системы зажигания автомобиля, источником питания приспособили автотракторный аккумулятор. В схему включили конденсатор постоянной емкости (3) и для предохранения витков индукционной катушки от пробоя разрядник (4). К выводам (А и Б) подсоединили щупы. По искрам, проскакивающим между их концами, и обнаруживаются неисправности.

Рязань

После высева семян хлопчатника по полю проходит канавокопатель и нарезает почву под временную оросительную сеть. Края отвалов вновь засевают, но уже вручную. В техникуме механизации сельского хозяйства сделан комбинированный агрегат, выполняющий все эти три операции одновременно. Агрегат навешивается на трактор, а состоит он из канавокопателя КЗУ-0,3, сошников, имеющих форму полозьев, и катушечного высевающего аппарата. Приводится в действие высевающий аппарат цепной передачей через опорное колесо.

Канавокопателем, совмещенным с сеялкой, нарезают оросительные каналы и высевают рядовым способом не только семена хлопчатника, но и кукурузы, джугары и других южных культур.

Андижан



Быстро и без усилий монтажники проходят отверстия в бетоне и железобетоне полым алмазным сверлом, соединенным гибким шлангом с электродвигателем и вибратором. Общие усилия резания и колебаний позволяют просверливать отверстия от 50 до 125 мм диаметром и глубиной до 320 мм. Причем не только вертикально, но и под любым углом, вблизи стен, практически в самых труднодоступных местах. Мощность электродвигателя 2,2 кВт.

Ковров

На выставке-смотре достижений слесарей-новаторов многих заинтересовало приспособление для вырезки стекла радиусом от 50 до 700 мм. Сделано оно из штанги с передвигающимся по ней стеклорезом. Штанга поворачивается вокруг кронштейна, удерживаемого в центре пневматическим присосом.

Москва





**М**астика ВД славится тем, что глушит шум, вызываемый вибрацией работающего оборудования. Например, в цехах коврового комбината этой мастикой покрыты внутренние поверхности электроприводов, головки прядильных машин, вентиляционных воздуховодов, ограждений. И шума почти нет. Особенно повышаются демпфирующие свойства, если покрытия из мастики чередуются прослойками стеклохолста.

Приготавливается мастика из холодной смеси вязкого раствора синтетических смол (поливинилацетатной эмульсии, фенолспирта и ортофосфорной кислоты) и наполнителя (пылевидного кварца, смешиваемого с техническим тальком). Состав ВД стоек к возгоранию, действию масел и бензина.

Люберцы

## СОВСЕМ КОРОТКО

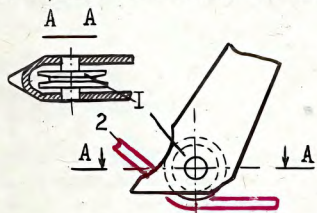
● В НИИАТе разработан прибор для одновременного определения степени заряженности и уровня электролита в аккумуляторных батареях.

● На Велико-Анадольском шамотном заводе налажено производство плотного каолинового кирпича малой пористости, большой прочности и шлакоустойчивости огнеупорностью до 1730° С.

● Время и скорость запоминания, объем и другие показатели памяти определяются портативным электронным прибором ПОКП-2.

● Чтобы открыть навесной замок «Сюрприз», в углубление боковой стенки его прямоугольного корпуса вставляют ключ с магнитным шифром и оттягивают скобу.

**С**лесарь, вооружившись вот таким нестандартным инструментом в виде ножа, легко справляется в одиночку со вставкой резиновых замков — уплотнителей автомобильных стекол. Нож заостренным концом вставляется в паз, а в отверстие под роликом (1) пропускается резиновая лента (2).



Ролик свободно вращается на оси, запрессованной на конце рукоятки, и при продвижении расширяет стенки паза, в который и ложится лента. Для более плавного продвижения ножа время от времени паз смачивается эмульсией.

Пенза

**В** Тываверескую обсерваторию Института астрофизики и физики атмосферы Академии наук доставлен новый зеркальный телескоп диаметром в полтора метра. Прибор, изготовленный в Ленинградском оптико-механическом объединении, позволит астрономам «выйти» за пределы нашей Галактики и изучать космические объекты со слабой видимостью. Вместе с телескопом начнут работать электронно-вычислительная машина и созданный в обсерватории уникальный автоматический микрофотометр, в сотни раз быстрее человека анализирующий спектры свечения изучаемых объектов.

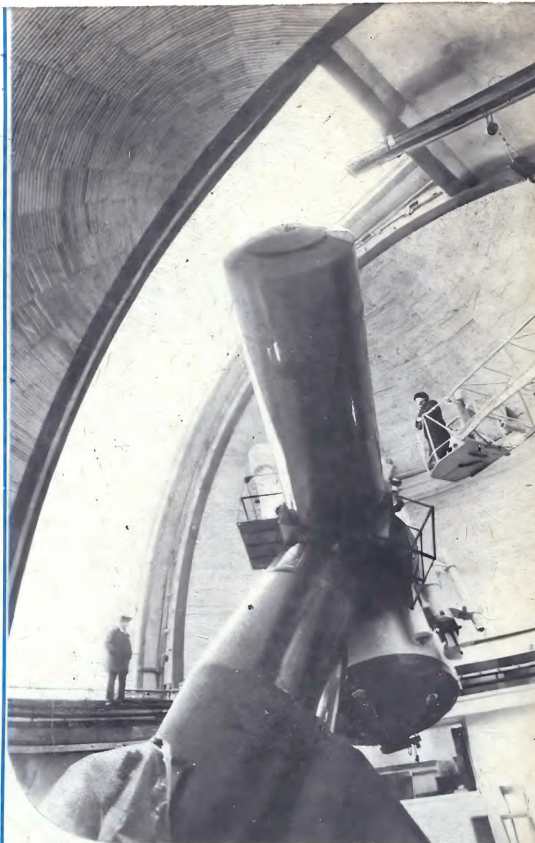
Эстония

**Э**лектронное фотореле, предлагаемое для автоматического включения и выключения осветительных сетей (например, уличного освещения), характеризуется большой точностью, быстрой реакцией, надежностью, простотой схемы, экономичностью и отсутствием блока питания. К этим качествам добавляется легкость преобразования реле в тепловое. Для этого фотосопротивление заменяется тепловым, и тогда прибор может поддерживать постоянную температуру в камерах печей, сушилках и различных помещениях.

Саранск

**Н**овые карманные фонарики «Электроника» В6-03 и В6-04 сделаны из ударопрочного разноцветного полистирола. Освещение от кадмиево-никелевых аккумуляторов, подзаряжаемых от сети переменного тока напряжением 127 В (36 часов) и 220 В (20 часов). Закрытое крышкой зарядное устройство с вилкой для розетки находится в тыльной стороне корпуса. У фонариков В6-04 есть зеленый и красный светофильтры, переключаемые кнопкой, находящейся на корпусе.

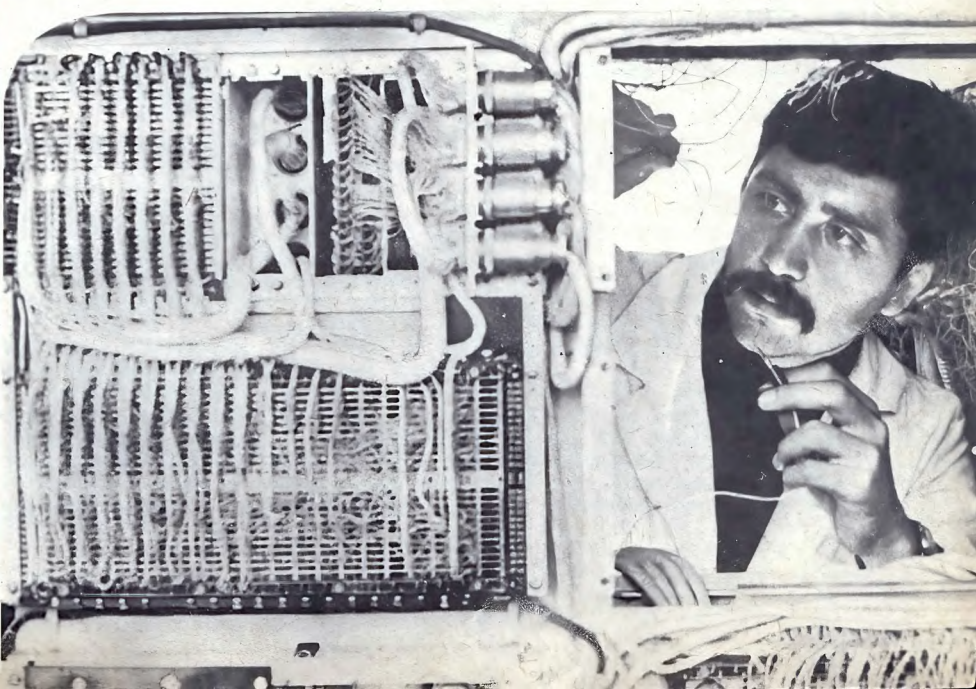
Львов



**Н**а снимке: старший инженер Н.А. Тер-Казарян за наладкой узлов новой электронно-вычислительной машины ЕС-1030. Этот новейший компьютер, разработанный в НИИ математических машин, способен решать до пятнадцати задач одновременно. При этом арифметическое устройство его выполняет до 100 тыс. операций в секунду.

Для сравнения достаточно сказать, что ЕС-1030 на порядок «проворнее» таких известных отечественных машин, как «Минск-32», «Раздан-3» и БЭСМ-4.

Ереван

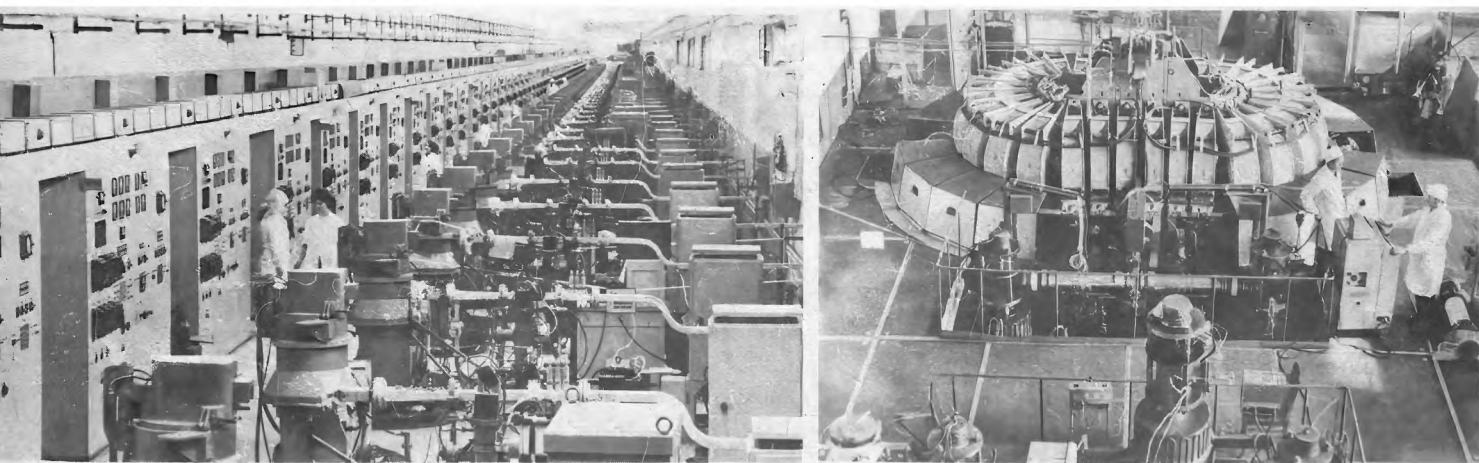




**ВРЕМЯ, ЛЮДИ,  
АТОМ**

# По советам Курчатова

**ВИКТОР ИВАНОВ,  
член-корреспондент АН СССР,  
лауреат Государственной премии**



Сорок три года назад, 22 октября 1932 года, в газете «Правда» появилось сообщение под таким заголовком: «Разрушено ядро лития. Крупнейшее достижение советских ученых». В сообщении говорилось:

«Украинский физико-технический институт в Харькове в результате ударной работы к XV годовщине Октября добился первых успехов в разрушении ядра атома. 10 октября высоковольтная бригада разрушила ядро лития, работы продолжаются».

Формулу этой реакции ныне можно найти в любом вузовском учебнике физики. Ядро лития захватывает ускоренные протоны и взрывается, распадаясь на две альфа-частицы, разлетающиеся с энергией, которая в десятки раз превосходит энергию протона. Но тогда слова «атомная энергия», ставшие теперь привычными, для самих исследователей звучали таинственно и завораживающе.

Постановление об организации УФИТИ было принято в 1928 году по инициативе академика А. Иоффе, возглавлявшего Физико-технический институт в Ленинграде. Из города на Неве в Харьков переехало 16 мо-

лодых ученых, сотрудников ЛФТИ. По мысли А. Иоффе, новый научный центр должен быть тесно связан с промышленностью. Последующие годы подтвердили правильность этого замысла.

Многое из того, что тогда происходило в институте, неизменно сопровождали слова «первый», «первые».

Первая в нашей стране конференция по теоретической физике — 1929 год. Представленные на ней доклады были настолько оригинальными, что для участия в дискуссии приехали Н. Бор, П. Дирак, В. Паули.

Самый крупный в мире (по тем временам) электростатический генератор на энергию 4 миллиона электрон-вольт.

технику, предложили методы просветления оптики, помогали налаживать на заводах производство дефицитных металлов. А когда в 1943 году возобновились исследования по атомной проблеме, конструировали приборы, с помощью которых геологи искали урановые месторождения.

И вот Харьков освобожден. В институт начали возвращаться ученые, инженеры, техники, рабочие. С тяжелым сердцем смотрели они на разрушения, причиненные фашистскими захватчиками. Взорвано здание главного корпуса, разорены лаборатории, вывезена в Германию ценнейшая библиотека. К. Синельников, назначенный тогда директором института, рассказывал:

Первый в Союзе жидкий гелий, полученный в криогенной лаборатории. Надежное измерение важной физической характеристики протона — его магнитного момента.

Впервые было установлено, что рассеяние нейтронов многими тяжелыми ядрами происходит в 10—30 раз интенсивнее, чем поглощение.

В лабораториях УФИТИ часто можно было видеть И. Курчатова. В своей последней статье, опубликованной в «Правде» 7 февраля 1960 года, он писал:

«В Харькове с Кириллом Дмитриевичем Синельниковым мы работали над созданием новых высоковольтных установок, которые ускоряют заряженные частицы для исследования атомного ядра. С Антоном Карловичем Вальтером мы разрабатывали импульсные электростатические ускорители...»

Нападение фашистской Германии на нашу страну изменило институтские планы, разбросало коллектив УФИТИ по разным городам. Но харьковчане и в трудных условиях военного времени немало сумели сделать, работая на оборону. Они совершенствовали радиолокационную

«На первых порах казалось, что предстоит сделать невозможное. Все надо было начинать сначала. Не было ни достаточных средств, ни оборудования, не хватало кадров».

Сотрудники института своими руками поднимали здание из руин, ремонтировали лаборатории. Физики освоили профессии монтажников, грузчиков, такелажников. И вот через два года вновь была оснащена криогенная лаборатория, в 1947 году восстановлен электростатический генератор. Вскоре почти все отделы, существовавшие до войны, возобновили свою работу.

Перед институтом возник вопрос о перспективе. В то время под руководством академика И. Курчатова в стране широко развернулись исследования в области атомной энергетики и ее применения для нужд народного хозяйства. «Кому, как не вашему институту с его богатым опытом исследований атомного ядра, следует заняться этой проблемой», — говорил Игорь Васильевич К. Синельникову. По мнению Курчатова, следовало, сохраняя широкий профиль института, направить усилия основных лабораторий на решение



задач атомной энергетики. Игорь Васильевич оказался прав — новые задачи увлекли харьковских физиков.

Вскоре обновилась ускорительная техника. На смену устаревшему гиганту — ускорителю Ван-де-Графа — пришел новый, тоже электростатический, но смонтированный в камере со сжатым газом. При большей энергии он занимал меньше места и работал более стабильно.

Появились ускорители нового типа — линейные. Частицы разгоняются в них энергией высокочастотного поля. Протоны или электроны, пролетая последовательно через большое число цилиндрических электродов, в пространстве между ними

металлов были удостоены Ленинской премии. Созданы сверхпроводящие соленоиды с магнитными полями до 130 тысяч эрстед. На очереди конструирование сверхпроводящих магнитных ловушек для удержания горячей плазмы.

Наш институт еще в довоенное время отличался высоким уровнем вакуумной техники, которая в послевоенные годы была применена для перегонки металлов с целью очищения их от примесей. Таким способом были получены в особом чистом виде многие металлы, и среди них бериллий, столь необходимый для сооружения ядерных реакторов. Ранее бериллий почти не применялся из-за своей чрезвычайной хрупкости. После нескольких

## КАК ЭТО БЫЛО

### О первом в СССР

### расщеплении атомного ядра

В 1932 году я, тогда дипломник Харьковского машиностроительного института, работал в Украинском физико-техническом институте практикантом-исполнителем. Вместе со студентом А. Тарановым и стеклодувом Е. Петушковым мы с увлечением и задором молодости выполняли замыслы наших руководителей — ученых К. Синельникова, А. Лейпунского, А. Вальтера, Г. Латышева.

Процесс постройки первых ускорителей заряженных частиц — импульсных генераторов тока — был нелегким. По сравнению с нынешними ускорителями-гигантами установки того времени кажутся маломощными и совсем несложными. Но они были первыми...

Никогда не забуду технологию нашей работы. Обычные оконные стекла мы оклеивали с двух сторон оловянной или алюминиевой фольгой. Из таких пластин, соединенных проводниками, сооружали батареи. Устанавливали их с небольшими промежутками на деревянных стеллажах. Чтобы стеллажи были хорошими изоляторами, брусья предварительно варили в парафине.

Множество опытов проделали, пока с помощью умельцев Мерефянского стекольного завода создали надежные разрядные вакуумные трубки. В них помещали бомбардируемую мишень. Применяли импульсные разряды, постоянный ток высокого напряжения. Перебирали множество вариантов. Терпели неудачи и начинали снова.

К осени 1932 года мы уже научились создавать надежный вакуум в разрядной трубке. Подобно артиллерийскому орудью, она «стреляла» в литиевую мишень разогнанными до большой скорости ядрами водорода — протонами. После расщепления должны были появляться ядра атомов гелия, способные оставить яркие вспышки на экране из сернистого цинка.

Нашей бригаде все время давал ценные советы И. Курчатов. В памятный вечер 10 октября 1932 года мы были у приборов, установок и пультов. Откачали воздух из трубок, впустили частицы водорода. К. Синельников распорядился:

— Повысить напряжение!

А сам продолжал наблюдение через микроскоп.

Напряжение стало максимальным и у приборов и у людей.

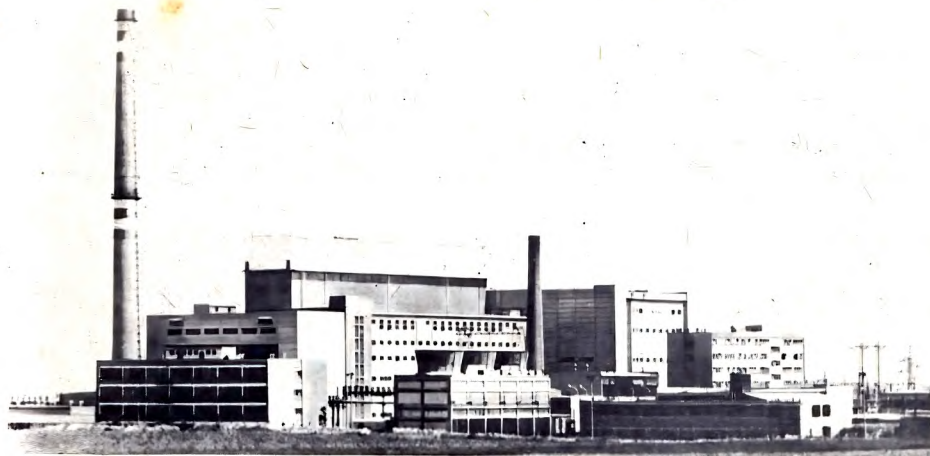
Вдруг Кирилл Дмитриевич закричал:

— Сережа! Сюда! Взяли ядро! Смотрите в микроскоп...

Потом тщательную проверку начал Антон Карлович Вальтер. До утра мы наблюдали удивительный эффект расщепления ядер атомов лития, пока не убедились, что перед нами именно то, чего мы так упорно добивались.

Атмосферу, царившую тогда в лабораториях Украинского физико-технического института, хорошо передал А. Вальтер в популярной книге «Атака атомного ядра», вышедшей в 1933 году. Прошли годы и десятилетия, но волнение и радость тех дней забыть невозможно.

СЕРГЕЙ ВОДОЛАЖСКИЙ,  
инженер



получают «подстегивающий» импульс и наращивают свою скорость.

Первый такой ускоритель протонов на 20 миллионов электрон-вольт был введен в строй в начале 50-х годов. Его рассчитали, спроектировали и изготовили сотрудники института собственными силами. Затем появились ускорители электронов на 3,5 миллиона, 30 миллионов и 90 миллионов электрон-вольт. Эти машины позволили выяснить много ранее неизвестных особенностей в строении атомных ядер. Затем физики стали уже обдумывать эксперименты по определению строения и формы составляющих ядро частиц. И тогда возникли проекты линейных ускорителей электронов на энергию 360 миллионов и 2 миллиарда электрон-вольт.

Проекты горячо поддержал И. Курчатов. С присущей ему неутомимостью он оказывал помощь в их осуществлении. Так родился в середине 50-х годов план дальнейшего расширения института.

Не узнать теперь и криогенную лабораторию. Работы наших ученых по изучению электронных свойств

перегонки в сверхвысоком вакууме бериллий начал обнаруживать признаки пластичности.

Институт способствовал развитию нового направления в промышленности — вакуумной металлургии с ее особенными методами обработки: прокаткой, плавкой, литьем и горячим прессованием порошков в безвоздушной среде. Все эти операции проводятся при ничтожном остаточном давлении.

Уже первые опыты по применению металлического урана в ядерных реакторах показали его высокую чувствительность к радиационному облучению. Из-за радиационного роста и распухания тонкие ура-

[Окончание на стр. 25]

На снимках слева направо:

Главный зал линейного ускорителя электронов на энергию 2 миллиарда электрон-вольт.

Крупнейшая в мире магнитная ловушка «Ураган», предназначенная для удержания горячей плазмы.

Атомная электростанция в ЧССР, построенная с помощью советских специалистов.



# КОСМОС НАЧИНАЕТСЯ НА ЗЕМЛЕ

БОРИС СМАГИН, наш спецкор.

Разговор о святой святынях космических исследований — о приборах начался в кабинете директора Института космических исследований АН СССР академика Роланда Сагдеева. Вот что сказал он нашему корреспонденту.

— Космические исследования не только абсолютно новый раздел науки. Работы, которые приходится проводить в космосе, зачастую за сотни миллионов километров от Земли, предъявляют такие жесткие и своеобразные требования к технике приборостроения, что вполне можно говорить о рождении совершенно новых ее отраслей.

Необходимость автономной деятельности приборов, путешествующих в бескрайних просторах Галактики, их неразрывная связь с Землей и земными наблюдателями, суровые ограничения в весе, объеме и потребляемой мощности и в то же время высочайшая надежность — вот основа космической техники и ее подводные камни.

Нашему институту оказывают огромную помощь промышленные приборостроительные организации. Но многими научными достижениями в космосе мы обязаны первоклассным приборам, разработанным и созданным коллективом особого конструкторского бюро нашего института.

— Что вы, — смущенно ответили конструкторы, когда я передал им слова Р. Сагдеева. — Мы просто рабочие высокой квалификации, не более того.

В одном они правы — работают в ОКБ инженеры-рабочие, так как грань между разработчиком и исполнителем тут полностью стерлась. Они едины в двух лицах.

И разговоры их удивительно совпадали, демонстрируя не однообразие, а удивительную общность мышления — залог успеха научного коллектива!

## ИТАК, ГОВОРIT КОНСТРУКТОР

— Каждый новый прибор, с которым мы имеем дело, практически уникален.

Нам приходится осваивать новые технологические процессы, использовать новейшие достижения науки и техники, все время оставаясь в жестких рамках тех чрезвычайно трудных условий, в которых суждено действовать нашим «выпускникам».

Ведь увеличение веса какого-нибудь самолетного прибора всего лишь на килограмм влечет за собой утяжеление всей конструкции самолета!

Для ракет ситуация еще сложнее: на килограмм лишнего груза ракета должна ответить еще более существенной прибавкой.

Но не только вес и объем приборов лимитируются условиями космических полетов. Космические аппараты, как правило, вырабатывают электроэнергию в незначительных количествах.

И мы гордимся тем, что одними из первых в стране добились того, что объем наших приборов всегда меньше одного литра, вес не превышает одного килограмма, а потребляемая мощность — один ватт и даже меньше.

И в эти параметры мы порой должны втиснуть приборы многоцелевые, сложные, задачи которых удивительно разносторонни. А в ближайшем будущем аппаратура, изготовленная в строгом соответствии с формулой «трех единиц», станет уже анахронизмом, так как космос требует еще более жестких габаритов.

Выручает микрорадиоэлектроника. Без нее мы бы просто погибли...

— Это, конечно, преувеличение, — сказал мне разработчик. — Хотя доля истины тут есть. По сути дела,

На снимках:

Участок монтажа. Макетирование микросхем (вверху).

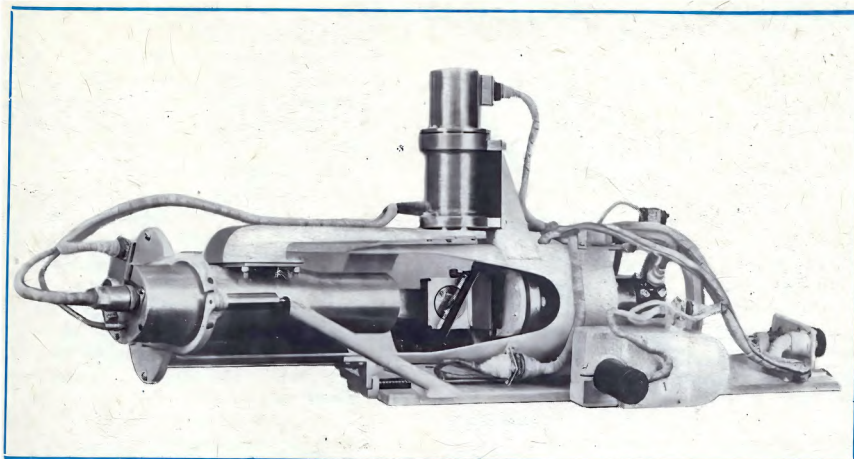
Участок топологии. Новая задача — снова головоломка (справа второй сверху).

Участок напыления (справа внизу). На переднем плане слева направо: оператор Саскиев Б. К., начальник сектора Сасов А. М., оператор Сагибаков Б. Б.

Электромеханическое устройство системы «Спектр» в исходном рабочем положении (внизу) и в транспортном положении (справа вверху).







ситуация, в которую нас ставят конструкторы, вынуждает прибегать ко все более изощренной радиотехнике в ее схемной части, где все решает технология...

После краткого экскурса в историю разработки радиотехнической космической аппаратуры началась лекция о современной технологии микрорадиоэлектроники с «практическими демонстрациями».

В качестве экспоната «докладчик» предъявил маленький изящный значок — наверняка мечта коллекционеров и в то же время наиболее совершенный вид продукции современной технологии.

— Последнее изделие! Гляньте — двенадцать прецизионных резисторов на одной подложке!

— Надежность практически единица, мощность — 0,12 ватта, точность 0,1%!!! (Предел удивления — ведь еще недавно разброс в один процент по отношению к номиналу для сопротивлений считался верхом совершенства. А тут в десять раз лучше.) По сравнению с миниатюрными сопротивлениями MLT той же мощности легче в 12 раз. И то во многом за счет подложки, так как масса самих резисторов ничтожно мала.

— Как же это достигается?

— Чаще всего изготавливаем сами. Подробности спросите у технологов.

— Да. Почти все делаем сами, — подтверждает технолог. — Конечно, часть интегральных схем получаем от смежников, но многое родилось в этих стенах от идеи, возникшей у разработчика, до готового узла, прошедшего целый комплекс специальных испытаний.

Вначале по техническому заданию выполняем комплект чертежей отдельных элементов радиосхемы. После этого выбираем метод, с помощью которого будет изготовлен, скажем, тонкопленочный резистор. Допустим, выбран наиболее популярный в наше время метод прилегающих масок — фотолитография.

Сначала напыляем несколько слоев различных материалов, создавая специфический бисквит, состоящий из алюминия, кремния, никрома. Затем на верхний слой бисквита фотохимическим способом наносим рисунок — часть схемы. После проявления выбираем травитель, действующий только на первый слой. Это вещество удаляет материал верхнего слоя за исключением скрытого под рисунком. Первая операция закончена. Затем технологи опять наносят фотоэмульсию и точно таким же образом получают рисунок на материале второго слоя. Снова экспонируют, травят и так далее.

Так в одном объеме, связанные электрически, появляются полупроводниковые лампы, емкости и со-





противления (резисторы). Их габариты минимальны, они абсолютно надежны, так как защищены корпусом и обходятся лишь внутренними связями.

Как это делается, можете посмотреть сами.

## РЕПОРТАЖ

### ИЗ «ХИРУРГИЧЕСКОЙ КЛИНИКИ» РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Образцом стерильности всегда считали хирургическую клинику. Специальная обувь и одежда, высокие потолки, идеальная чистота, кондиционеры, уловители пыли и тому подобный антураж описан тысячекратно.

Но здесь, в цехе, где рождаются микросхемы, сравнение с клиникой было встречено дружным смехом.

— В тех условиях мы просто не сможем работать, — сказали мне. — Чтобы наши схемы были надежными, воздух надо очистить на два порядка, то есть в сто раз лучше, чем в хваленной вами клинике. А температура и влажность вообще не имеют права изменяться! Приведем одну лишь цифру, чтобы вам все стало ясно. В литре воздуха обычного помещения содержится до 200 000 пылинки. А по нашим требованиям число их не должно превышать 1500!

После этого предисловия я понимаю, что с обычными мерками здесь подходить нельзя. И уже не удивляюсь, что воздух этой сверхстерильной комнаты еще и тщательно отделен от того, который находится внутри камер, где совершается таинство микротехнологии.

Операциями, в результате которых появляется на свет одна маленькая схемка, заняты двадцать два человека (двадцать одна девушка и один мужчина). Я стараюсь не мешать им и в то же время хочу увидеть как можно больше, и потому чувствую себя несколько стесненно. Но, к счастью, вскоре убеждаюсь, что все люди здесь так увлечены делом, что не замечают никого и ничего вокруг.

За работой мастера своего дела, все равно хирург это или стеклодув, всегда интересно следить. Существует какое-то особое изящество и элегантность в тех неторопливых, уверенных движениях, что проделывают руки мастера.

Вот многослойная заготовка, которой суждено в дальнейшем стать основой интегральной схемы, появляется в первом боксе. Сразу же ее захватывает вакуумная присоска. Включен красный свет, закрылись

центрифуга, и капля фоторезиста растекается по поверхности металла. Толщина пленки задана вязкостью жидкости, скоростью и временем вращения. Весь технологический процесс идет под командой реле времени. Наконец, первая операция окончена. Заготовка поступает в камеру инфракрасной сушки. Затем следует очередная команда реле времени, и изделие через шлюз попадает в следующий блок. Здесь накладывается фотошаблон, и, опять-таки сообразуясь с командой вездесущего реле времени, вступает в действие ультрафиолетовая засветка. Один миг — и «снимок» готов!

В дополнение следуют обычные фотооперации — проявление, когда внутри герметичной установки заготовка вращается, подвергаясь равномерному действию проявителя, потом дублирование, которое обычные фотографии называют закреплением. За дублированием идет термодублирование — им занимаются инфракрасные лучи, нагревая поверхность заготовки до 150°C. После этой операции фотослою уже ничего не страшно. Даже всемогущая плавиковая кислота, перед которой пасуют драгоценные металлы, ничего не в состоянии сделать.

Но остатки первого слоя, не защищенные пленкой фоторезиста, необходимо удалить. Их травят химическими смесями, промывают водой. После сушки подложка, где появился первый рисунок, отходит на исходную позицию. Пора позаботиться о следующем слое, который ждет своей очереди.

Второй рисунок необходимо совместить с первым, для этого на заготовке есть опорно-реперные точки, а совмещение происходит с помощью микроскопа.

На одной подложке обычно помещается несколько различных по назначению резисторных соединений. Их затем расчленяют, вклеивают в корпус, а микросварщицы «разводят» с помощью золотой проволоки в 20—50 микрон толщиной.

И вот, когда матрица практически готова, наступает кульминация. На этой стадии работа всех, кто действовал раньше, может быть завершена одним неверным движением руки техника, задача которого именуется «подгонкой номинала».

Единственный мужчина в смене вооружен лазером, тончайший луч которого испаряет любые металлы, даже самые тугоплавкие.

Подгон номинала во всех отношениях самая ответственная операция. Величина полученного сопротивления — резистора имеет право отличаться от заданного значения не более чем на одну десятую процента. Иначе брак!

Настройщик, так он именуется в

штатном расписании, подсоединяет к очередному резистору сверхточный измерительный прибор — прецизионный мост, прикидывая, сколько ударов лазера ему потребуется, чтобы подогнать сопротивление к номиналу.

И вот работа началась.

Вспышка, удар лазерного луча, и тысячная доля сопротивления пропала, испарилась, ушла в пространство.

Один, другой, третий резисторы подвергаются этой ювелирной операции. Мне показалось, что минимум час или два занимался настройщик своей лазерной хирургией, но прошло лишь пятнадцать минут, отведенных графиком.

А затем он встал, отодвинул стул и приступил к физкультурным упражнениям, что, однако, ни у кого в комнате не вызвало удивления (кроме меня, конечно!).

— Это что же, входит в его обязанности? — спрашиваю я.

— Да, — отвечают мне без тени улыбки. — Даже более того, невыполнение рабочим этого пункта графика рассматривается администрацией как серьезное нарушение трудовой дисциплины со всеми вытекающими из этого последствиями. Да и комплекс упражнений специально разработан для настройщика с полным и всесторонним учетом профессиональных особенностей его деятельности. Пятнадцать минут работы, несколько минут физических упражнений, после которых небольшой отдых. Иначе нельзя.

Тем временем передышка кончилась, и настройщик снова сел на свое место, намечая очередную жертву для лазерного удара.

А по воздушному конвейеру, переходя от одного бокса к другому, неторопливо движутся многослойные металлические заготовки, которым предстоит стать частью сложнейших приборов.

Сколько их прошло в ОКБ, трудно сосчитать. И каждая последующая работа всегда оказывалась хитрее, умнее и прихотливее предыдущей. Но побед было много. И шумных, о которых писала пресса, и тихих, ведомых лишь узкому кругу специалистов.

Последняя победа общеизвестна. Экипаж «Салюта-4» благополучно приземлился, закончив свою многодневную и многотрудную научную работу.

«Спектр» и «Эмиссия» — два вида исследований, два комплекта приборов, вызвавших наибольший интерес ученых и доставивших самые тяжелые испытания разработчикам и конструкторам.

— Задача была поставлена предельно четко, — говорит В. Самойленко, ведущий инженер ОКБ ИКИ. — Для аэрофизики и аэронавтики необходимо знать



спектральный состав многочисленных частиц, составляющих верхнюю атмосферу Земли, подробности их столкновения со спутниками и космическими кораблями.

Заключался эксперимент, названный «Спектр», в том, что особое устройство, закрепленное на орбитальной станции, захватывало атмосферные частицы, формировало из них достаточный плотный пучок, который затем бомбардировал мишень. Приборы должны были фиксировать все особенности частиц струи, отраженных от мишеней различных составов. Тут были и металлы, и пластики, и всевозможные виды покрытий, применяемые для космических кораблей. Учитывая плотность рабочего дня космонавтов, нам предстояло максимально автоматизировать весь ход эксперимента. И наш «космический робот» оправдал все возложенные на него надежды. В обязанности космонавтов входило только подать питание на аппаратуру, включить магнитофон для записи информации на магнитную ленту, а по окончании эксперимента снять и упаковать ее. Все остальное прибор делал сам.

Другой эксперимент станции «Салют-4», также связанный с изучением верхних слоев атмосферы, носил название «Эмиссия».

И снова совместная работа.

Исполнители — космонавты «Салюта-4».

Научные идеи — ученые ИКИ.

Конструкторы — инженеры ОКБ. Среди них один из самых молодых сотрудников — Султан Табалдыев.

Он немногословен, умеет изъясняться четко и лаконично, как и подобает инженеру, занятому делом, где на учете каждое мгновение.

Научные цели эксперимента «Эмиссия» иные. Верхняя атмосфера Земли хотя и сильно разрежена, но с точки зрения науки весьма «горяча», так как молекулы и другие частицы, ее составляющие, разогреты до значительных температур.

Самый надежный метод измерения температур — спектральный по свечению основного газа верхней атмосферы — кислорода. Самое удобное место для измерений — космос.

Работа аппаратуры основана на том, что излучение каждого веще-

ства занимает в спектре узкие линии (одну или несколько в зависимости от вида элемента). Но поскольку атомы находятся в беспорядочном движении, их линии свечения смещаются, образуя полосы. Чем выше температура атомов, тем шире линия. Изменения можно зарегистрировать с помощью интерферометра. Это две кварцевые пластинки с полупрозрачными покрытиями: Луч света (свечение атомов), проходя через пластинки, многократно отражается от покрытий и проецируется на экран. На экране появляются темные и светлые концентрические окружности, результат сложения световых волн. Ширина получившихся колец строго соответствует температуре газа.

Прежде всего нас лимитировала необходимость идеальной точности в размещении пластин интерферометра. От разработчиков требовалось установить пластину с точностью до одного микрона, причем в дальнейшем надо было фиксировать доли микрона при относительном перемещении пластин (таковы условия эксперимента). Поэтому при юстировке прибора пришлось прибегать к помощи лазерных лучей.

Затем настала очередь радиоэлектроники. Из десятков предложенных нам заводами-изготовителями мы отобрали пару фотоумножителей. На этом и закончились наши внешние связи. Все остальное — питание фотоумножителей и генератор высоковольтного напряжения — мы разрабатывали сами. Положением осложнялось тем, что электрический ток на выходе фотоумножителей был поистине ничтожен, достигая всего лишь сотых долей наноампера (наноампер —  $10^{-9}$  ампера).

Это наложило существенные ограничения на всю аппаратуру, поскольку при таких малых токах сильно сказывается сопротивление изоляции. Короче говоря, хлопот было много.

Эксперименты «Спектр» и «Эмиссия» прошли успешно! Конструкторы этих приборов поработали на славу.

Но работа продолжается. Появляются новые задания, новые задачи, новые схемы. И самое интересное всегда впереди.

столь экзотического вида спорта — а их становится все больше — утверждают, что именно этот аппарат с гибким крылом позволяет почувствовать всю прелесть свободного полета. Воздушный змей, которым спортсмен управляет, изменяя положение своего тела, был когда-то первым аппаратом тяжелее воздуха, поднимавшим человека в небо.

Фото Б. Вагнера из журнала «Хобби» № 11, 1975 г. (ФРГ).

## ПО СОВЕТАМ КУРЧАТОВА (Окончание. Начало на стр. 20)

новые стержни за довольно-таки короткий срок удлинялись вдвое. Поэтому вначале создание прутковых тепловыделяющих элементов (ТВЭлов) казалось нереальным делом. Однако обработка металлического урана в высоком вакууме, очистка от вредных примесей и введение полезных решили проблему.

ТВЭлы такого типа применены в тяжеловодном реакторе атомной электростанции, построенной в ЧССР с помощью советских специалистов. Это тонкие шестимиллиметровые урановые прутки длиной 4 метра, покрытые оболочкой из магний-бериллиевого сплава. Около 10 тысяч элементов, собранных в пучки по 60—70 штук, загружаются в технологические каналы реактора, погруженные в бак с тяжелой водой. Отличие такого рода ТВЭлов от других — высокая тепловыделяющая способность.

Советы И. Курчатова, проявленная им инициатива сказались и на быстром развитии другого направления исследований — физики плазмы и управляемого термоядерного синтеза. Работавший над этой проблемой большой коллектив харьковских ученых ныне имеет в своем распоряжении самую крупную в мире магнитную ловушку «Ураган» (см. фото на стр. 20). Напряженность поля в ней — до 25 тысяч эрстед. Его форма необычна: заполняющие внутренность тора магнитные силовые линии, непрерывно закручиваясь, образуют своего рода оболочку, внутри которой длительное время должна удерживаться плазма с температурой в миллионы градусов.

Первые результаты, полученные на «Урагане», были еще очень далеки от тех, которые необходимы для осуществления термоядерной реакции. Ныне в этих опытах достигнут значительный прогресс.

Новое поколение исследователей приходит в стены института — выпускники физико-технического факультета Харьковского университета.

А ветераны, соорудившие в 30-е годы первые ускорители для бомбардировки атомных ядер, могли бы присоединиться к любопытному высказыванию академика Д. Скобельцына. Посетив лабораторию Ф. Жолио-Кюри и увидев приборы, на которых они вместе работали в 1929—1931 годах, ученый сказал: «Казалось, что ты находишься у древних останков, впечатление, может быть, подобное впечатлению археологов, которое возникает у них при виде памятников древней культуры».

Так далеко шагнула вперед физика!

## ИСПРАВЛЯЕМ ОШИБКУ

Редакция приносит извинения читателям за ошибку, допущенную в № 9 журнала за 1975 год. На 2-й странице обложки заметку № 2 следует читать:

### «2. В НЕБЕСА НА ЗМЕЕ

В марте 1975 года в Австрии состоялся мировой чемпионат по полетам на дельтапланах. Поклонники

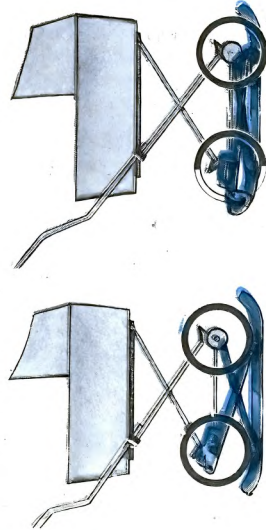


# Коляска-снегоход

Матери, бабушки, да и, пожалуй, многие отцы знают, как трудно зимой катать детскую коляску по глубокому снегу. Я решил пристроить к коляске лыжи, которые бы легко поднимались и опускались. Устройство их понятно из описания.

В. КИРЬЯНОВ

2. Краснодар

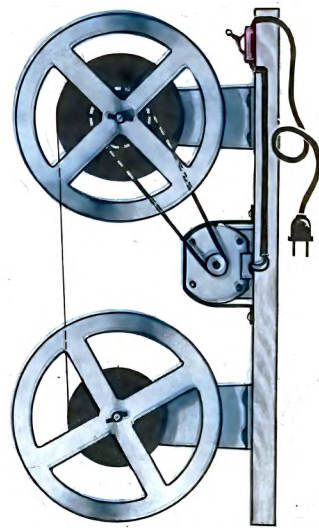


## Прибор для перемотки пленки

Во многих школах есть 16-мм кинопроекторы. Школьным киномеханикам постоянно приходится перематывать пленку вручную. Иногда нужно перематывать большое количество частей, на это уходит много времени, и рука устает. Я сделал прибор для перематки пленки, и все им очень довольны, особенно наш учитель физики и лаборант. Конструкция прибора ясна из рисунка, для его изготовления не надо много труда и времени.

А. МИКУЛЯК

2. Черновцы



Раздел ведут  
члены совета  
проблемной лаборатории  
«ИНВЕРСОР»

К. АРСЕНЬЕВ и С. ЖИТОМИРСКИЙ

## Инженеры

В заметке «Аккумуляторы холода?» («ТМ», 1972, № 1) поднят вопрос об использовании тепла, выделяющегося при замерзании воды. Меня заинтересовала энергетическая сторона этого вопроса. Как можно использовать процесс замораживания воды для получения энергии?

Я сконструировал энергостанцию, работающую на холоде (см. рис.). Она представляет собой два глубоких ствола, соединенных между собой внизу. Наружный воздух с температурой от  $-20^{\circ}$  до  $-60^{\circ}\text{C}$  поступает во всасывающий ствол. Опускаясь на глубину до четырех километров, воздух адиабатически сжимается и нагревается до нуля градусов. Нагретый воздух проходит к расширительному стволу, где распадается вода. Воздушный поток подхватывает водяные капельки и несет их вверх. Расширяясь, воздух охлаждается. Капельки постепенно превращаются в лед. Вода отдает теплоту замораживания воздуху. Создается тяга, поднимающая к поверхности массу льда, который образуется из распавшейся воды. Правда, этой тяги недостаточно, и поэтому во всасывающем стволе предусмотрен нагнетатель.

Преобразование энергии производится гидроэлектростанцией, генераторы которой установлены перед распылителями воды. Одна часть энергии уходит на работу нагнетателей, другая поступает в сеть.

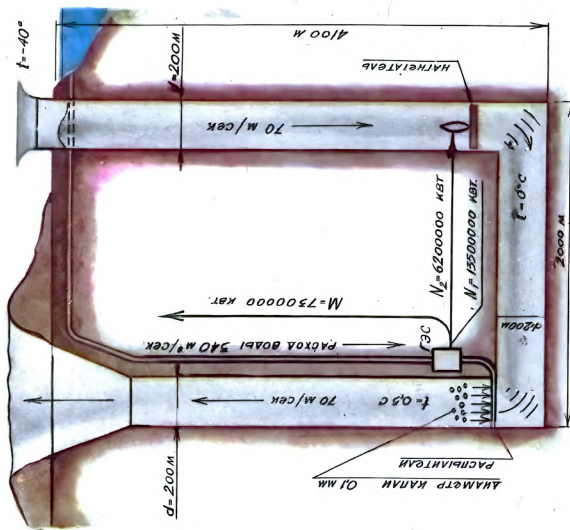
При диаметре стволов около 200 м, глубина шахты 4 км и температуре наружного воздуха  $-40^{\circ}\text{C}$  полезная мощность электростанции превысит 7 000 000 кВт. При повышении температуры воздуха до  $-30^{\circ}\text{C}$  мощность упадет в три раза, а при усилении мороза до  $-50^{\circ}\text{C}$  мощность, напротив, возрастет вдвое.

Думаю, в районах с очень холодным климатом подобными установками стоит заняться более основательно, как, скажем, солнечной энергетикой в пустынях.

**П. РОГОВИК**

## 2. Максеева

# Электростанция на холоде



**К. АРСЕНЬЕВ:** В этом письме мы встречаемся с проектом грандиозной энергетической установки, основанной на оригинальных принципах. Кажется маловероятным, что подобный проект когда-нибудь будет осуществлен. Но, вопервых, возможно, что в определенных условиях местности и климата он может оказаться более реальным, а во-вторых, расчеты автора интересны сами по себе, как демонстрация энергетических резервов природы.



## Шагающий вездеход

Предлагаю вниманию читателей фотографию моего шагающего вездехода и его кинематическую схему (рис. 1). У моего механизма два хороших качества: первое — шагающая штанга становится на землю плавно, без удара, даже при большой скорости, и второе — работа мотора проходит без рывков: все переменные силы замыкаются внутри механизма и до мотора не доходят.

Материал модели — алюминиевые трубки общим весом 50 кг. Машина спереди опирается на четыре шагающие штанги, сзади — на два колеса. Двигатель электрический, питание по гибкому кабелю.

Устройство понятно из кинематической схемы. На рисунке 2 показана траектория конца штанги, снятая опытным путем.

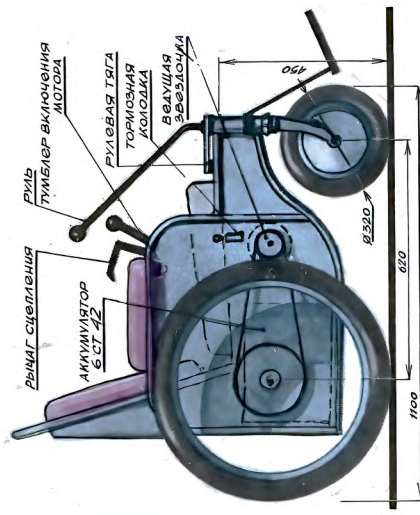
И. ЛЯГУША

г. Лисицанск

## Электроколяска

С. ГАВРИЛЮК

г. Челябинск



## Мотоколяска

У меня парализованы ноги, и уже 9 лет для передвижения по улицам я пользуюсь стандартной ручной инвалидной коляской, на которой установлен велосипедный двигатель Д-5.

Собственно, от промышленного образца велоколяски оставлены только рама, рычаги и каркас сиденья. Задние колеса я сделал более мощными ободья использовал от мопеда «Стандион», спицы — от мопеда «Рига-5», а штики задних колес — от мотоцикла «М-106». Бензобак емкостью 3 л укреплен на спинке сиденья. Передача вращения от двигателя на правое колесо производится через промежуточный валик со звездочками. Задний ход в муфте переключения заблокирован. Ручка сцепления двигателя установлена на ручке поворота, рукоятка газа — на рычаге тормоза. Включение двигателя производится при разгоне коляски с помощью рычагов.

Коляска хорошо преодолевает достаточно крутые откосы.

Б. ПАВЛОВ

Ленинград

Те, кто имеет инвалидную коляску 7-КИ, знают, сколько физических сил нужно затратить, чтобы совершить поездку.

Мне хочется поделиться опытом ныне покойного школьного учителя труда В. Кузнецова, ставшего из-за несчастного случая инвалидом. Он собрал четырехколесную коляску с электроприводом, на которой можно совершать поездки дальностью до 30 км. Двигателем в ней служит электродвигатель на месте сверла укреплен на ведущая звездочка. Источник энергии — два аккумулятора 6СТ-42. Сцепление в коляске фрикционное, тормоза колодочные. Для того чтобы начать движение, достаточно включить тумблер и повернуть ручку сцепления. Коляска невелика, и ее можно хранить даже в комнате.

С. ЖИТОМИРСКИЙ: В январском номере журнала за этот год рассказывалось об инвалидных колясках с механическим приводом, изготавливаемых за рубежом. Наша промышленность таких колясок пока не выпускает. Хочется надеяться, что описание самоходных кресел, созданных руками инвалидов, ускорит начало их централизованного производства.



ГОВОРА О ЛЮБЫХ ДОСТИЖЕНИЯХ НАШЕЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ, О ГРЯДУЩИХ УСПЕХАХ НАУКИ И ТЕХНИКИ, НЕЛЬЗЯ ЗАБЫВАТЬ: КАЖДЫЙ ШАГ ПО ПУТИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА ТРЕБУЕТ ВСЕ БОЛЬШИХ РАСХОДОВ ЭНЕРГИИ. ЕЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ УДВАИВАЕТСЯ КАЖДЫЕ 10 ЛЕТ. ТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ — УГОЛЬ, НЕФТЬ, ПРИРОДНЫЙ ГАЗ, ГИДРОРЕСУРСЫ — ОГРОМНЫ, НО НЕ ИСЧЕРПАЕМЫ. К ТОМУ ЖЕ ОНИ НЕ РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕНЫ В МИРЕ. ПО МНЕНИЮ ЛАУРЕАТА ЛЕНИНСКОЙ ПРЕМИИ АКАДЕМИКА АН БССР А. КРАСИНА, МИРОВЫЕ ЗАПАСЫ НЕФТИ И ГОРЮЧЕГО ГАЗА ПРИ СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ ЭНЕРГЕТИКИ МОГУТ БЫТЬ ИСЧЕРПАНЫ В БЛИЖАЙШИЕ 40—50 ЛЕТ. УГЛЯ ХВАТИТ ЛЕТ НА 150—200.

ВПРОЧЕМ, У НАС НЕТ ОСНОВАНИЙ ГОВОРИТЬ ОБ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КРИЗИСЕ. ПОРУКА ТОМУ — ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ БОГАТСТВ НА НАУЧНОЙ ОСНОВЕ, РАЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ЭНЕРГОБАЛАНСА НАШЕЙ СТРАНЫ. СОВЕТСКИЕ УЧЕНЫЕ ИЗЫСКАЮТ НОВЫЕ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ. ОДНУ ИЗ ТАКИХ НАПРАВЛЕНИЙ — ВОДОРОДНУЮ ЭНЕРГЕТИКУ, И ПОСВЯЩЕНА ПРЕДЛАГАЕМАЯ СТАТЬЯ.

Как ни пессимистичны прогнозы энергетиков, запасов горючих ископаемых вполне хватит на ближайшие десятилетия. Проблема номер один этого периода — как произвести достаточно дешевую энергию и не нанести ущерба окружающей среде? Вот почему с начала 70-х годов особенно остро стоит вопрос о «чистых» источниках энергии. Как отметил в своем вступительном слове на общем собрании АН СССР в 1974 году академик М. Келдыш, «бурный рост энергетики выдвигает ряд крупных проблем, связанных с охраной окружающей среды».

В 1970 году электростанции выбросили в атмосферу до 80 млн. т только сернистого газа, не считая миллионов тонн золы, углекислоты, огромного количества паров ртути и радиоактивных веществ.

В индустриальных странах 10—20% энергетического бюджета потребляется в виде нефти и ее продуктов на нужды наземного, водного и воздушного транспорта. По данным американских исследователей, смог городов на 60% образован автомобильными выхлопными газами.

Перевозка нефти по морским путям приводит к загрязнению морей и океанов. Известный ученый и путешественник Тур Хейердал утверждает, что ему приходилось сутками плыть в окружении нефтяной пленки, размытой по океану. По подсчетам, танкерами на водных путях теряется ежегодно до 10 млн. т нефти.

Ущерб, наносимый биосфере современной энергетикой, не исчерпывается выбросами в окружающую среду. Для сгорания органического

Академии  
наук  
СССР —

250  
Л Е Т

## Водород и энергетика

МИХАИЛ ЕРОШОВ,  
инженер, лауреат Государственной  
премии СССР,  
Институт ядерной энергетики  
АН БССР

топлива в топках электростанций или двигателях транспорта необходим кислород, который безвозвратно изымается из атмосферы Земли. Гидростанции не засоряют атмосферу вредными отходами. Однако затопление земель, изменение уровня грунтовых вод, создание гигантских водохранилищ, нарушение режима течения рек существенно влияют на процессы, происходящие в природе. Но если даже использовать энергию всех рек мира, нельзя покрыть и 20% всей существующей в мире потребности в энергии.

Следовательно, нельзя ориентироваться на эти источники энергии в энергетике будущего. Остается ядерная энергия.

Атомные станции наносят существенно меньший вред окружающей среде, чем тепловые электрические станции, не потребляющие органические ископаемые, не «жгут» кислород атмосферы, не выбрасывают в окружающую среду миллионы тонн отходов.

Ядерные реакторы станут первичным источником энергии для добычи водорода — универсальной среды для переноса энергии к потребителям. В природе нет источников водорода в чистом виде. Добывать его придется главным образом из морской воды.

Есть различные способы получения водорода, например электролиз — пропуская электрический ток через подкисленный или подсоленный раствор воды, можно на электродах получить водород и кислород. Можно термически разложить воду, нагрев ее до очень высокой температуры. Тогда молекула воды просто распадется на водород и

кислород, может образоваться гремучая смесь. Но разложение воды с помощью электрического тока, получение водорода и затем передача его по трубам вместо электрического тока вряд ли целесообразны. Разложение воды путем нагрева невозможно из-за высокой температуры, которую нужно создать для этой цели.

Но почему именно водород может стать универсальным топливом будущего? Чем удобен в качестве среды переноса энергии этот легкий, взрывоопасный газ?

Наиболее полно будущие «сферы деятельности» водорода обрисовал в своем докладе «Водород и энергия» сотрудник Евратома Цезарь Маркетти. В пользу водорода говорят доводы и других зарубежных и отечественных исследователей.

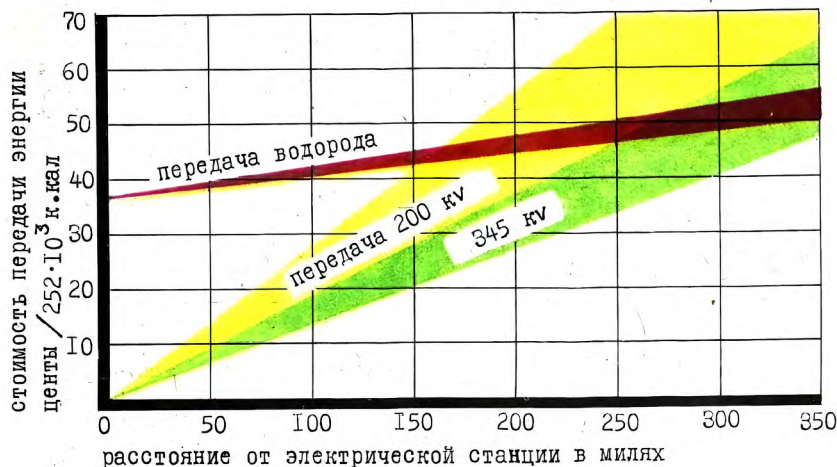
Водород необходим для промышленных целей в громадных количествах. Мировое потребление составляет около 18—20 млн. т. Примерно половина этого количества идет на производство аммиака. Потребление водорода стремительно нарастает. Достаточно, сказать, что с 1915 по 1970 год оно возросло более чем в 5000 раз. При такой тенденции роста современный способ получения водорода из природного газа не сможет удовлетворить потребности промышленности.

Водород может найти широкое применение в металлургии для прямого восстановления железной руды. Изменится и характер газов, выбрасываемых в атмосферу. Внедрение такого процесса в промышленности потребует очень большого количества водорода.

Водород можно с успехом применить в быту для приготовления пищи, отопления и даже для освещения жилищ. Американские газовые компании выделили 50 миллионов долларов только на исследования и проекты по переводу бытовых потребителей на водородное топливо. Доктор Линден, директор Института технологии газа (Чикаго), занимается разработкой идеи «дома на водороде». В этом жилище водород в смеси с углекислым газом служит топливом в кухонных плитах. Свет дают специальные лампы за счет свечения, вызываемого водородом в фосфорных соединениях. Отапливается дом благодаря нагреву пористой панели, которая получает тепло при окислении водорода кислородом воздуха.

Электроэнергия — без нее не обойтись в современном доме — получается в топливных элементах (электрохимических генераторах) за счет преобразования энергии окисления водорода.





Так зависит стоимость передачи энергии от расстояния.

Такой опытный «дом на водороде» построен в штате Коннектикут (США). В городе Базеле (Швейцария) в состав газа для бытового пользования входит до 80% водорода.

Особый интерес вызывает возможность применения водорода для автомобильного транспорта. Еще в 1968 году в Институте теоретической и прикладной механики Сибирского отделения АН СССР под руководством академика В. Струминского были проведены успешные испытания двигателя ГАЗ-652, работающего на водороде.

Многие научные центры мира ведут широкие исследования по перевозке автомобилей на водородное топливо. В результате сгорания в двигателях водород обращается в водяные пары. Значение этого факта трудно переоценить. Отравление выхлопными газами автотранспорта воздуха современных городов — одна из серьезнейших проблем нашего времени.

Не исключено, что водород может найти широкое применение в авиации. Расчетами показано, что это позволило бы на самолетах типа «Боинг» увеличить полезную нагрузку более чем в два раза.

Академик В. Струминский в своей статье «Водород — топливо будущего» («Правда» от 3 августа 1974 года) подчеркнул: водород может найти широкое применение и в космической технике, для специальных самолетов-спутников.

Наконец, еще одна возможность широкого применения водорода. Еще в прошлом столетии были открыты бактерии, биомасса которых быстро растет за счет поглощения водорода. Эти водородоокисляющие бактерии содержат питательные вещества и служат хорошим кормом

для скота. В Академии наук Молдавской ССР под руководством профессора В. Котелева («ТМ», 1974, № 8) разработана и осуществлена установка для получения такой биомассы. Следовательно, можно, минуя обычный сельскохозяйственный цикл приготовления кормов, получать пищу для животных.

Аналогичные исследования ведутся в Институте микробиологии при Геттингенском университете (ФРГ), в других научных центрах.

Гигантские запасы водорода находятся в воде морей, рек и океанов. Водород и кислород можно получить из воды путем электролиза. Рационален ли такой путь: получить на атомной станции обычным способом электрический ток, затем потерять энергию на получение водорода и потом уже передавать на расстояние газ потребителю?

Джиафранко де Бени и Цезарь Маркетти, начиная с 1969 года, взяли в ряде стран патенты на термохимические циклы разложения воды (на водород и кислород) на основе использования тепла ядерных реакторов. Эти циклы, названные ими «Марк-1», «Марк-2» и т. д., представляют собой замкнутую цепь химических реакций. Они используют энергию от внешнего источника тепла — ядерного реактора. В этих реакциях химические вещества циклически возвращаются к своему первоначальному состоянию. Можно, как пишет Маркетти, представить себе «черный ящик», в котором повторяются химические реакции. В «ящик» подаются вода и тепло от реактора. Из него выходят водород и кислород. Но тепло, подводимое от реактора, должно иметь высокую температуру.

В циклах теоретически расходуется только тепло и вода (химические вещества не расходуются). В действительности реакции не идут до конца. Остаются вещества, которые не успевают прореагировать.

Тем не менее привлекательность такого пути получения водорода и кислорода не подлежит сомнению. Если использовать тепло высокотемпературных ядерных реакторов, по расчетам Ц. Маркетти, КПД установок с термохимическими циклами разложения воды может достигать 80%.

Современные электростанции передают энергию в виде электрического тока по линиям электропередачи. Академик В. Попков считает, что потери электроэнергии при транспортировке составляют 20—30%. Более одной пятой энергетической мощности страны бесполезно теряется: тяжелое бремя даже для высокoinдустриальных государств.

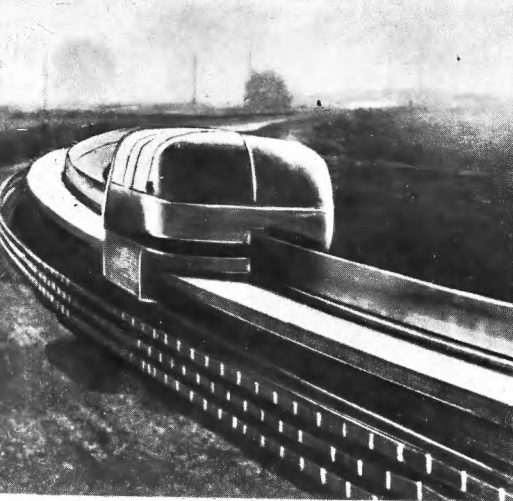
Расчетами и исследованиями сотрудников ядерного центра в Испре, Института технологии газа в Чикаго показано, что перекачка газообразного водорода по трубопроводам по сравнению с передачей электрической энергии по линиям ЛЭП, начиная с расстояний более 500—600 км, примерно в 10 раз выгоднее.

Это означает, что водород действительно может стать универсальной средой переноса энергии, с помощью которой значительно сократится ущерб, наносимый окружающей среде. Важно при этом иметь в виду еще одно обстоятельство: при сгорании водорода (окислении) он обращается в воду. Это значит, что водный баланс остается без изменений, и в этом смысле, экологически, водный цикл замкнут.

Обнадеживающие исследования в области «экономики» водорода, острый энергетический кризис привели в капиталистических странах к тому, что применению водорода в энергетике придается «всеисцеляющее» значение. Советские ученые и специалисты, исходя из постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов», изучают перспективы водородной энергетики с позиций планового рационального расходования природных ресурсов.

В Отделении физико-технических проблем энергетики АН СССР, которое возглавляет академик М. Стырикович, образована рабочая группа по водородной энергетике. В нее вошли крупнейшие ученые, такие, как академики Н. Жаворонков, Л. Мелентьев, А. Шейндлин, член-корреспондент АН СССР Н. Лидоренко, академик АН БССР А. Крассин и другие.





# НЕ КАСАЯСЬ ПУТИ

В СОВМЕСТНОМ СОВЕТСКО-АМЕРИКАНСКОМ КОММЮНИКЕ, ПОДПИСАННОМ В МОСКВЕ ГОД НАЗАД, ГОВОРИТСЯ: «ПРИЗНАВАЯ ЗНАЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА, СТОРОНЫ СОГЛАСИЛИСЬ О ТОМ, ЧТО ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ БУДУЩЕГО, ВКЛЮЧАЯ ПОЕЗД НА МАГНИТНОЙ ПОДВЕСКЕ, КОТОРЫЕ МОГУТ ОБЕСПЕЧИТЬ ЭКОНОМИЧНЫЕ, ЭФФЕКТИВНЫЕ И НАДЕЖНЫЕ ФОРМЫ ТРАНСПОРТА, ЯВИЛИСЬ БЫ ЖЕЛАТЕЛЬНОЙ И НОВОЙ ОБЛАСТЬЮ ДЛЯ СОВМЕСТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ».

В СВОЕ ВРЕМЯ НАШ ЖУРНАЛ ОПУБЛИКОВАЛ ЦИКЛ СТАТЕЙ НА ТЕМУ «ТРАНСПОРТ БУДУЩЕГО» (СМ. «ТМ», № 2, 3, 5 — 8, 10, 11 ЗА 1971 ГОД И № 2, 9, 10 ЗА 1972 ГОД). ОДНА ИЗ НИХ, ПОСВЯЩЕННАЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ ПОЕЗДАМ НА ВОЗДУШНОЙ И МАГНИТНОЙ ПОДУШКАХ («ТМ» № 5 ЗА 1971 ГОД), ПОЯВИЛАСЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ БЕСЕДЫ НАШЕГО КОРРЕСПОНДЕНТА ЮРИЯ ФИЛАТОВА С ВАЛЕНТИНОМ АНИСИМОВИЧЕМ ДРОБИНСКИМ, АВТОРОМ КНИГИ «ПОЕЗД МЧИТСЯ ПО ВОЗДУХУ...» (М., ИЗД-ВО «ТРАНСПОРТ», 1970.) НЕДАВНО ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ» ВЫПУСТИЛО НОВУЮ КНИГУ В. А. ДРОБИНСКОГО «БЕСКОЛЕСНЫЕ ПОЕЗДА». ЭТА БРОШЮРА И ЛЕГЛА В ОСНОВУ ОБЗОРА, ПОДГОТОВЛЕННОГО ИНЖЕНЕРОМ Ю. ФИЛАТОВЫМ.

## ОСОЗНАННАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ.

Возросшая подвижность населения, потребность в более быстрых и оперативных транспортных связях между городами, промышленными районами, городскими агломерациями — характерная примета нынешнего динамичного века. Достаточно сказать, что в нашей стране пассажирооборот всех видов транспорта с 1950 по 1970 год увеличился более чем в 5 раз. А к 1990 году прогнозируется рост подвижности населения еще вдвое.

Ясно, чтобы справиться со столь огромным объемом перевозок, надо совершенствовать транспорт и в первую очередь повышать его скорость. Из наземных видов современного транспорта главное место занимает железнодорожный. Сейчас на линии Москва — Ленинград скорость поездов составляет 160 км/ч. А скоро она достигнет 200 км/ч. Уже разработан проект строительства специализированной магистрали Москва — Харьков — Ростов-на-Дону, где поезда смогут преодолеть за час 250 км! Кстати, такие составы уже курсируют в Японии на линии Новая Санья от Осаки до острова Кюсю.

Однако скорость железнодорожного транспорта нельзя увеличивать беспредельно. По условиям сцепления колеса с рельсом, прочности и смазки подшипников, а также тока сдвига существующими устройствами она ограничена величинами порядка 300—350 км/ч. Между тем необходимость в поезде, развивающем, скажем, 500 км/ч, весьма велика. В этом нетрудно убедиться, взглянув на график, помещенный на развороте журнала (стр. 32—33, рис. 8). Если на длинных трассах выгоднее всего самолет, а на коротких — автомобиль, то на средних — сверхскоростной поезд. Действительно, условимся, что поездка «от двери до двери» в одном направлении занимает 2,5 часа. Примерно 1,5 часа или 0,5 часа надо в среднем затратить, чтобы добраться соответственно в аэропорт или на вокзал и обратно. За оставшееся время самолет пролетит около 900 км, а обычный поезд пройдет 240 км. Автомобиль, ожидающий пассажира у дома, за 2,5 часа удалится лишь на 190 км. Так вот с помощью сверхскоростного поезда за тот же срок удалось бы преодолеть 1000 км. Это позволило бы москвичам приехать утром, скажем, в Ростов-на-Дону, и, проведя там 5—6 часов, вечером вернуться домой.

Итак, новый поезд призван заполнить «скоростной пробел» между наземными и воздушными видами транспорта.

**ПАРЯЩИЕ ВАГОНЫ.** К тому времени, когда специалисты заинтере-

совались этой проблемой, уже были созданы суда и вездеходы на воздушной подушке. Неудивительно, что именно такой принцип подвески сначала и применили в бесколесных поездах. В деле конструирования и постройки аэровагонов особенно преуспели французы. В 1966 году в пробный рейс со скоростью 200 км/ч отправился «Аэротрейн-01». Спустя два года «Аэротрейн-02» уже развил 378 км/ч. Ныне в опытной эксплуатации находится аэровагон «Орлеан» (на 80 пассажиров), курсирующий по бетонному пути длиной несколько десятков километров. «Орлеан» толкает воздушный винт, но специалисты единодушно пришли к выводу, что для тяги лучше всего подходит линейный электродвигатель. Любопытно: еще в 1905 году Зеден предлагал использовать такие двигатели в железнодорожных составах. Для этого между рельсами нужно было проложить вертикальный металлический брус — ротор; его охватывал бы статор, прикрепленный к днищу вагона. Разработанная Зеденом компоновка и легла в основу экспериментальных аэропоездов с линейными двигателями: французского «Пригородный» (200 км/ч), американского фирмы «Роу» (424 км/ч), японского «Поезд XXI века» (500 км/ч), английского «Ховертрейн» (525 км/ч) и других.

Однако аэропоездам присущи неисправимые недостатки: у них ограничена грузоподъемность, они шумят не меньше самолетов, поднимают клубы пыли и, главное, «пожирают» колоссальное количество энергии. Столкнувшись с этим обстоятельством, специалисты вспомнили о магнитной подушке. Вкратце ее история такова. В 1911 году профессор Томского технологического института Борис Вейнберг разработал электромагнитную подвеску для движущегося в вакуумной трубе железного вагона. Вейнберг не скрывал, что система ускоряющих катушек, размещенных снаружи трубы, напоминает электрическую пушку, изобретенную в 1905 году норвежским физиком Биркеландом. В 1914 году бельгиец Эмиль Башле продемонстрировал движение алюминиевого вагончика с помощью бегущего магнитного поля и даже организовал компанию по строительству «парящей» железной дороги. Наиболее же полно конструкция вагона на магнитной опоре была обоснована немецким инженером Германом Кемпером в начале 30-х годов. Сейчас в проектах бесколесных поездов магнитная подушка все чаще вытесняет воздушную. Например, в Англии и ФРГ начаты испытания аэровагонов были прекращены, и ныне основное внимание сосредоточено на создании магнитопланов.



В принципе магнитную подвеску можно осуществить с помощью постоянных магнитов, электромагнитов и электродинамическим путем. Рассмотрим каждый из трех способов отдельно.

**ПОСТОЯННЫЕ МАГНИТЫ,** установленные на вагоне и на пути, обращены друг к другу одноименными полюсами. Они отталкиваются, и экипаж висит над дорогой (рис. 1). Этот способ подвески стал возможным благодаря созданию мощных и относительно легких магнитов из ферритов бария. Например, в одном из английских проектов при зазоре между магнитами в 9,5 мм подъемная сила составляет 1230 кг/м<sup>2</sup>. Вес же самих магнитов, скажем в 100-местном западногерманском вагоне, рассчитанном на скорость 450 км/ч, достигает около 18% от общего веса экипажа. При использовании более эффективных магнитных материалов, включающих редкоземельные элементы, весовая доля уменьшится до 6%.

Главное достоинство такой подвески — простота и отсутствие затрат энергии. Недостаток — большой расход дорогостоящих материалов (весь путь должен быть устлан постоянными магнитами), а также неустойчивость в поперечном направлении. Так как подъемная сила изменяется пропорционально квадрату магнитной индукции, любое смещение вагона относительно пути (за счет ветровой нагрузки и центробежной силы) приведет к уменьшению подъемной силы, а значит, и высоты висения вагона. В поездах типа «магнарнал» (на 260 и 470 км/ч), разрабатываемых в Англии и США, боковые усилия передаются на вертикальные стенки путевых швеллеров через закрепленные на вагонах нейлоновые ролики — скользуны. А в трубопроводном транспорте системы «мэл» (США) горизонтальная устойчивость обеспечивается электромагнитной следящей системой, что позволяет полностью исключить механический контакт (рис. 3). Насосы постоянно поддерживают в подземном трубопроводе разрежение в 10<sup>-3</sup> атм. Вагоны, не испытывая сколь-нибудь значительного аэродинамического сопротивления, набирают сверхзвуковую скорость. Статорные обмотки тягового линейного двигателя размещены не на поезде (к нему прикреплена роторная пластина), а на пути, причем лишь на отдельных участках (промежутки между ними экипаж проскакивает по инерции.) Тем самым устраняется вопрос о подводе энергии к несущемуся магнитоплану. Как считает сотрудник компании «Форд мотор» Роберт Форгач, такой транспорт вполне способен конкурировать с реактивной авиацией.

Проекты поездов с подвеской на постоянных магнитах разрабатываются и в нашей стране, в институтах инженеров железнодорожного транспорта Ленинграда, Днепропетровска, Ростова-на-Дону.

**ПОДВЕСКА НА ЭЛЕКТРОМАГНИТАХ,** запатентованная в 1937 году Кемпером, исследуется в основном западногерманскими фирмами Мессершмит — Бельков — Блом (МББ) и Краусс — Маффей (КМ). Принцип работы подвески прост. На экипаже установлены несущие и направляющие электромагниты. Первые притягиваются снизу к горизонтальным участкам Г-образных рельс, а вторые сбоку — к вертикальным (рис. 2, 4 на центральном развороте журнала — стр. 32—33). Ввиду неустойчивости этой подвески предусмотрена система авторегулирования, изменяющая ток электромагнитов так, чтобы зазор между ними и рельсом оставался примерно одинаковым. В мае 1971 года МББ испытала свою пятитонную (длиной 7,6 м, шириной 2,1 м и высотой 1,8 м) модель, а спустя пять месяцев по опытной трекке промчалось 11-тонное детище КМ — 12-метровый «Транспрапид» (см. схему). Сейчас обе фирмы построили новые испытательные полигоны и надеются достичь скорости порядка 400 км/ч.

Эксперименты показали, что постоянство путевого зазора (при больших скоростях — 20—30 мм, при малых достаточно 15 мм) поддерживается с допустимыми отклонениями  $\pm 5$  мм. Чтобы в случае кратковременного перерыва внешнего питания не произошла авария, предусмотрена двойная страховка системы авторегулирования. Электроэнергия поступает либо от линейных двигателей, которые переводятся в генераторный режим, либо от аккумуляторной батареи. Одновременно включаются тормозные средства, и вагон останавливается, опираясь на путь скользунами.

**И ТЯНЕТ, И ПОДНИМАЕТ.** Весьма интересны попытки специалистов заставить магнитную подушку не только поднимать, но и тянуть вагон, то есть играть роль тягового двигателя. Так, сотрудники Массачусетского технологического института (США) успешно прогнали модель длиной

На схеме поперечные разрезы: слева — западногерманского вагона «Транспрапид-02» (1 — подъемные и направляющие электромагниты, 2 — токоприемник, 3 — линейный двигатель); справа — японского поезда на электромагнитах со сверхпроводящими обмотками (1 — линейный двигатель, 2 — электромагниты, 3 — путевые контуры, 4 — скользуны, обеспечивающие постоянство воздушного зазора двигателя, 5 — скользящие башмаки, на которые вагон опирается при трогании).



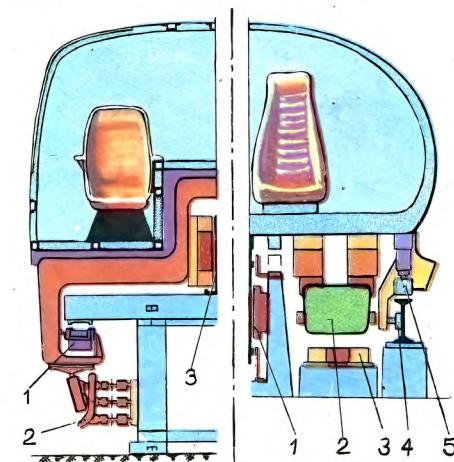
Вагоны западногерманской фирмы КМ.



Вагон «Ромаг» американской фирмы «Рох».



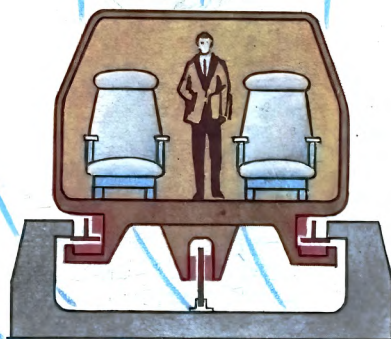
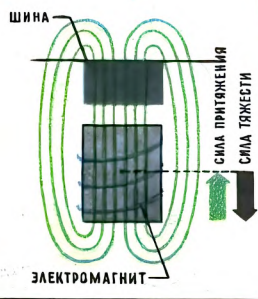
Вагон западногерманской фирмы МББ.





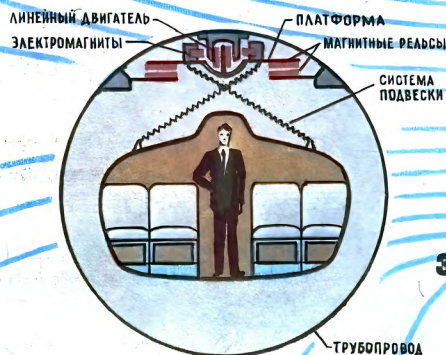
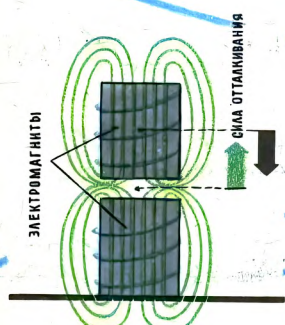


1.



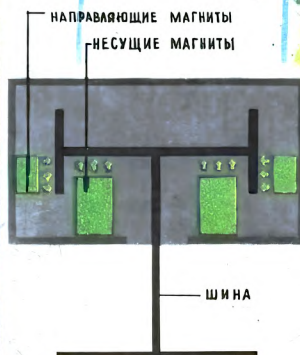
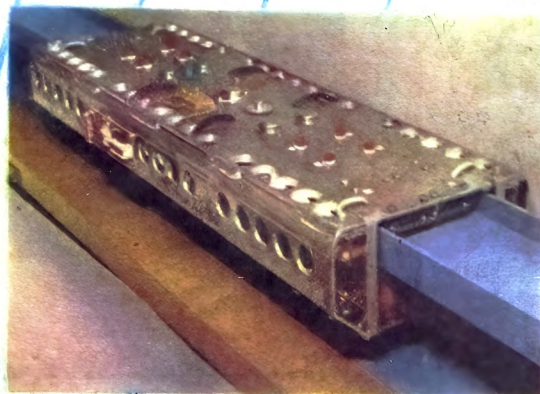
2.

Различные виды магнитной подушки.



3.

# Магнитопланы набирают скорость

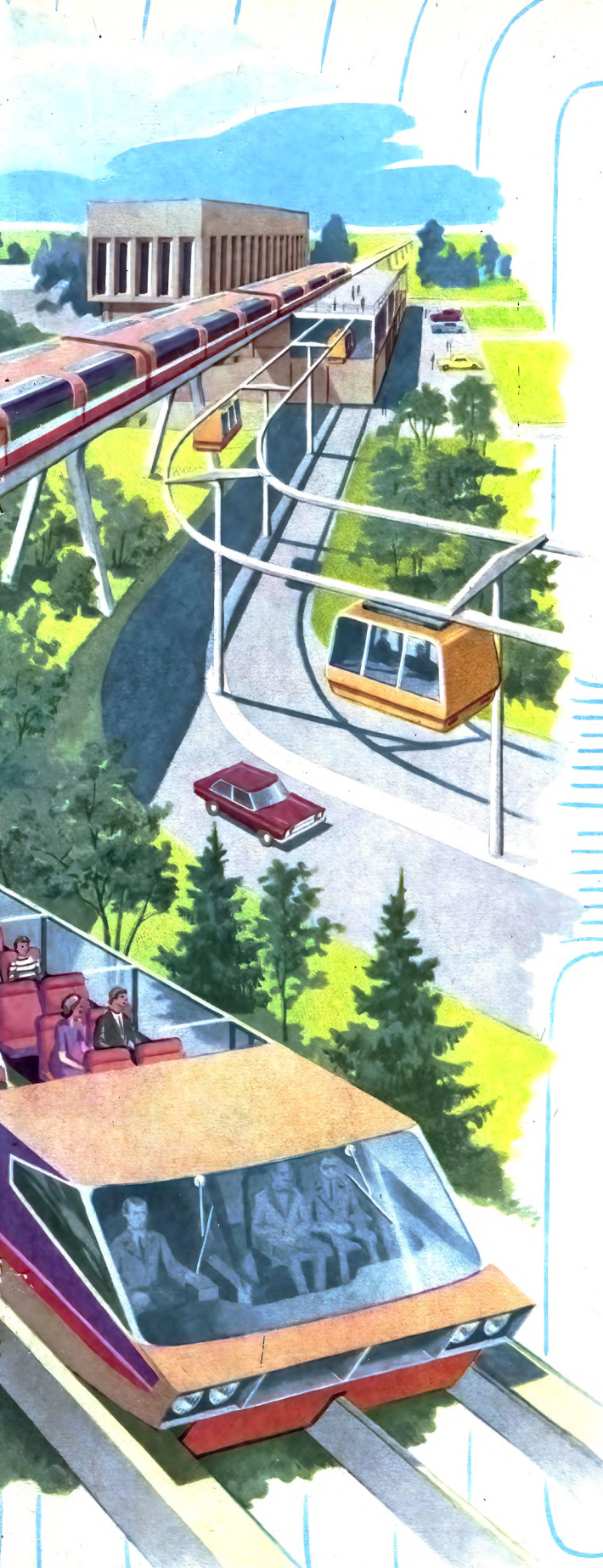


Действующая модель.

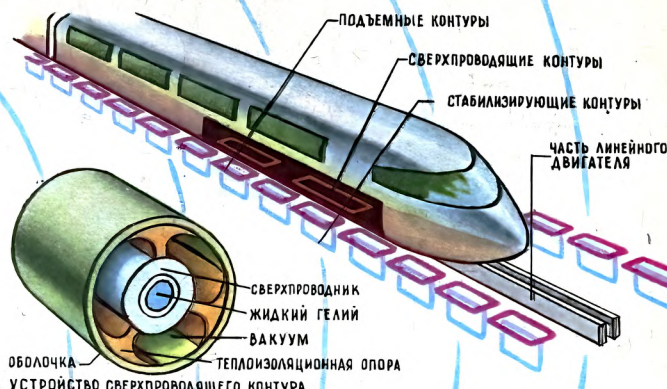
4.

Рис. Николая Рожнова





5.



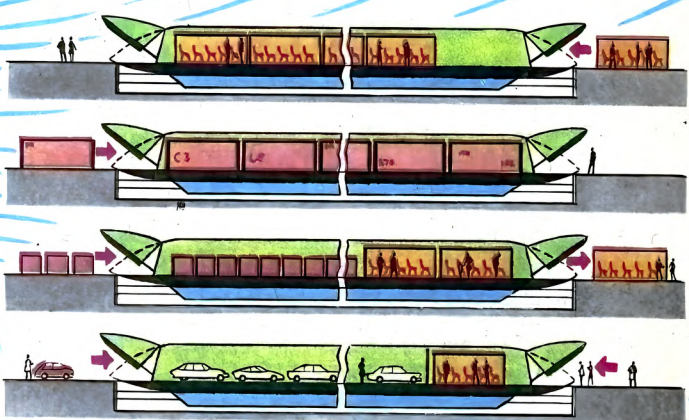
Поезд со сверхпроводящими обмотками.

6.



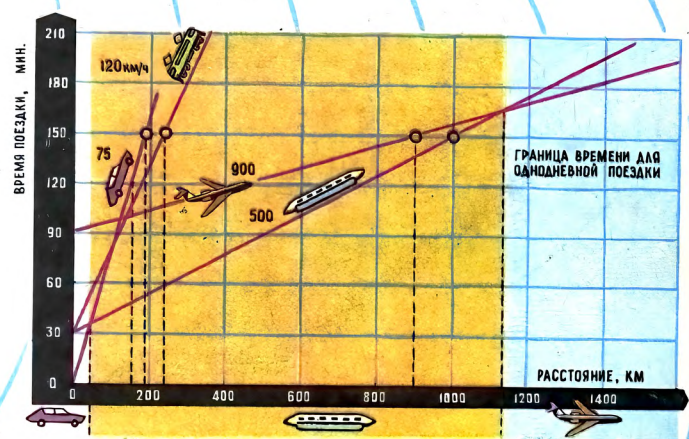
Схема стрелочных переводов.

7.



Варианты загрузки поезда.

8.



Продолжительность поездки при пользовании различными видами транспорта.



1,2 м, парящую на высоте 300 мм, вдоль 120-метрового желобообразного пути. Между двумя подъемными обмотками, вделанными в полотно пути, проложена третья, создающая бегущее магнитное поле. Изобретатели сравнивают движение своего магнитоплана с перемещением доски для серфинга. Вагон скользит по «гребню» магнитной волны со скоростью до 400 км/ч. Английский профессор Эрик Лейтвейт вспомнил о первом электрогенераторе Фарадея — машине с поперечным магнитным потоком — и предложил использовать этот принцип в одностороннем линейном двигателе. Обмотки на пути с осью вдоль него образуют «магнитную реку», которая и увлекает за собой алюминиевое днище вагона.

Модель такого магнитоплана вызвала фурор на международной выставке «Транспо-72». Ведь «река» сама стабилизирует положение поезда и в вертикальном, и в горизонтальном направлениях. На той же выставке демонстрировался экипаж «Ромаг» фирмы «Рох». Обмотки одностороннего линейного двигателя установлены на вагоне ниже алюминиевых Г-образных рельс. Этот двигатель развивает тягу, а при достаточном разгоне поезда обеспечивает его электродинамическую подвеску.

Саму **ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКУЮ ПОДВЕСКУ** впервые предложили американцы Паулл и Денби. При этом они выбрали «сверхпроводящий» электромагнит, который почти не требует подвода энергии, значительно легче и мощнее постоянных магнитов. Сверхпроводящие обмотки, питающиеся постоянным током, размещены на вагоне, а на пути укладываются отдельные контуры или сплошная шина из алюминия (рис. 5). Сначала вагон разгоняется на скользких. При достижении определенной скорости в шине или контурах индуцируются вторичные токи, и возникает отталкивающая сила, способная поднять и удерживать магнитоплан на высоте 100—300 мм. Правда, тут появляются и тормозные силы. Они примерно в четыре раза больше, чем при системе колесо — рельс. На преодоление дополнительного сопротивления приходится затрачивать мощность тяговых линейных двигателей. Если снизить силу тока в шинах путевода, соответственно увеличить ее в поездных сверхпроводниках (произведению сил этих токов пропорционально подъемное усилие), то магнитное трение уменьшится.

Эта электродинамическая подвеска в отличие от электромагнитной не нуждается в системе авторегулирования воздушного зазора. Положение вагона относительно оси пути стабилизируется контурами,

установленными перпендикулярно подъемным. Случайное смещение вагона порождает в них токи, а значит, и магнитные силы, которые возвращают его на прежнее место.

Первую действующую модель вагона с использованием «сверхпроводящих» электромагнитов построили сотрудники института государственных железных дорог Японии. В октябре 1972 года на полукилометровом пути курсировал вагончик длиной 7 м, шириной 2,5 м и высотой 2,2 м (см. схему в тексте). Он весил 3,5 т и развивал силу тяги 950 кг. Статорная обмотка линейного двигателя размещалась на пути. В нынешнем году на опытной 7-километровой магистрали будет испытан вагон в натуральную величину со скоростями до 550 км/ч.

В США исследованием электродинамической подвески занимаются сотрудники Стэнфордского исследовательского института и фирмы «Форд». Они намерены создать в скором времени магнитоплан на 150 мест, развивающий скорость до 500 км/ч. А в ФРГ фирмы «АЕВ», «ВВС» и «Сименс» приступают к испытаниям вагона, модель которого была продемонстрирована еще в 1971 году.

**ПЕРСПЕКТИВЫ.** Магнитопланы упрощают многие технические вопросы организации движения сверхскоростных поездов. Например, стрелочный перевод. Если дороги для аэровагонов приходилось делать с гибким участком, то здесь стрелка вообще без подвижных деталей (рис. 6). Вагон за счет переключения своих электромагнитов «на лету» переходит на вспомогательные рельсы, а с них — на ответвление. Ему нетрудно и затормозить — стоит лишь изменить направление тягового усилия на обратное, перевести линейный двигатель в генераторный режим. Магнитопланы беззвучны, словно призраки, не выделяют никаких вредных отходов и потому могут начинать свой разбег прямо из центра города. Избавить людей от возможного неприятного воздействия мощных электромагнитных полей очень просто — с помощью тонких алюминиевых экранов. Как подсчитали специалисты, при примерно равной затрате времени на перевозку пассажиров на расстоянии 1000 км в магнитоплане будет в среднем израсходовано почти в 4 раза меньше условного топлива, чем в самолете. Эти да и другие несомненные преимущества поездов на магнитной подушке открывают перед ними блестящие перспективы. Пройдет немного времени, и мы станем свидетелями открытия первой сверхскоростной железнодорожной линии, где поезда помчатся, не касаясь пути (рис. 7).

## XXIV — XXV: от съезда к съезду

«Развивать опережающими темпами производство высококачественных концентрированных и сложных минеральных удобрений».

Из Директив XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 годы.

## Репортаж из города „N“

ГРИГОРИЙ ФИЛАНОВСКИЙ,  
наш спецкор

ФОРПОСТОМ ПЛОДРОДИЯ МОЖНО НАЗВАТЬ ЧЕРКАССКИЙ ХИМКОМБИНАТ — ВСЕСОЮЗНУЮ УДАРНУЮ КОМСОМОЛЬСКУЮ СТРОЙКУ. ЭТО ПОИСТИНЕ ГОРОД В ГОРОДЕ, ЗАСЛУЖИВАЮЩИЙ НАЗВАНИЯ ГОРОДА «N» — ХИМИЧЕСКИЙ ЗНАК АЗОТА. ПО-ЛАТЫНИ ОН ИМЕНУЕТСЯ НИТРОГЕНИУМ — РОЖДАЮЩИЙ СЕЛИТРУ.

**УДАРНАЯ  
КОМСОМОЛЬСКАЯ**



С давних пор селитра вызывала у людей повышенный интерес: она применялась для получения черного пороха. Наконец в XX веке селитре нашли мирное и очень эффективное применение — повышение плодородия земли. Для этой благородной цели и строится мощный Черкасский химкомбинат. Основная его продукция — азотные удобрения.

## Ловушки для газа

Общепринятое греческое название газа — азот, означает «безжизненный». На самом деле это далеко не так. Достаточно напомнить, что при весе 70 килограммов тело человека содержит не менее двух килограммов азота. Он входит в состав белков и поступает в организм с животными и растительными белками. Растения, в свою очередь, тоже не в состоянии «питаться воздухом», то есть усваивать азот непосредственно из атмосферы. Это ухитряются делать лишь клубеньковые бактерии, живущие на бобовых культурах и накапливающие в почве «биологический азот». Им-то и питаются все остальные растения. Правда, еще в разрядах молний образуется азотная кислота, которая в почве превращается в ту же селитру. Однако всего этого мало для буйного роста злаков, для хороших урожаев. Настолько мало, что на рубеже нынешнего века всерьез говорили об «азотном голоде», грозящем культурам, возделываемым человеком для питания.

Сегодня проблема получения искусственных азотистых соединений в принципе решена. Речь идет главным образом о том, как «связать» громадные массы азота наиболее эффективным промышленным способом. В город «N» сырье для связанного азота приходит двумя путями: сверху и снизу, из атмосферы и из земли. Воздушного сырья предостаточно: восемьдесят тысяч тонн азота «висят» над любым гектаром планеты. Далеко за оградой химического комбината, на севере и на юге, размещены два пункта захвата воздуха. Второй компонент — природный газ — приходит в Черкасы с другого конца республики, из Шебелинки.

Атмосферный азот проходит цикл химических и физических превращений в двух огромных, почти 100-метровой высоты башнях, стоящих рядом и видных издали. Сперва скоростным лифтом, а затем по крупной винтовой лестнице поднимаемся за 70-метровую отметку, где расположен центральный пульт управления производством. Здесь медленно, как бы задумчиво вы-

водят самописцы многих приборов всевозможные кривые и ломаные линии. Они регистрируют огромные температуры, давления и другие технологические параметры. Эти цифры мало что говорят непосвященному. Но когда сквозь смотровое стекло вглядываешься в кипящее озеро, расположенное посреди башни и закованное в сталь, когда видишь, как в одном ритме взлетают с бурлящей поверхности кольцевые волны и резко дышит неутомимое чудовище химической реакции, начинаешь постигать масштабы нового арсенала химии. Сверкают цветные лампочки на мнемосхеме пульты: так обозначен гранулятор. Отсюда выходит конечная продукция — гранулированная селитра. Каждый час отправляются со склада два полностью нагруженных ею вагона, чтобы на полях обернуться полновесным зерном, сахарной свеклой, овощами...

Химическую реакцию в таких огромных масштабах вряд ли еще где встретишь. А людей почти не видно — все автоматизировано.

Природный газ, содержащий в основном метан, поступает в аммиачный цех.

В аппаратах, через которые проходит за час 100 тыс. м<sup>3</sup> природного газа, давления — в сотни атмосфер, температуры — в сотни градусов. Масштабы!

Между тем нормальное протекание реакции зависит от ничтожных перепадов температур, давлений, от едва уловимых изменений в соотношениях компонентов. Тут нужен глаз да глаз — на каком-то этапе определенное соотношение воздушных смесей чревато взрывом; концентрация окиси углерода свыше двадцати пяти миллионных долей может надолго вывести из строя драгоценный катализатор. Поэтому наряду с автоматикой здесь нужен внимательный, опытный работник. Таков, например, комсомолец В. Горбатко, недавно назначенный заместителем начальника цеха производства аммиака.

— Более совершенная технология, более мощные аппараты дают возможность резко повысить производительность труда, — говорит он. — В новом аммиачном цехе выработка на одного работника вчетверо больше, чем была в старом. Новая технология — это не просто автоматизация или нечто большее по масштабам. Это в первую очередь принципиально новая схема: и система управления, и турбокомпрессоры, которые еще вчера не выпускались, и спецстали, которых недавно не было и в помине и которые отлично стоят, когда трубопроводы раскаленного газа начинают светиться в темноте малиновым светом...

## Молекулярные сита

В последние годы во всем мире шире применяются иониты. Ученые образно называли их «молекулярными ситами». Не вдаваясь в подробности структуры ионитов и механизма их действия, отметим лишь, что они превосходно справляются с ролью контролеров на молекулярном уровне. На пути, например, потока воды, содержащей различные растворенные соли, иониты образуют заслон для молекул солей, пропуская только чистые молекулы H<sub>2</sub>O. Всем известно, как это важно при подготовке воды для паросиловых установок, чтобы не образовалась накипь. Или в технологическом процессе, допустим, целлюлозно-бумажного производства, где годится исключительно обессоленная вода. Или для опреснения морской воды. Или для очистки промышленных стоков, или... Нет, всех «профессиональных» возможностей ионитов не перечислить. Без них не было бы гидрометаллургии, благодаря им из руд по-новому извлекаются золото и серебро, хром и уран. Иониты используются в производстве витаминов и при рафинировании сахара, для улучшения качества вина и для сохранения плазмы крови и т. д.

Однако сейчас нас прежде всего интересует не применение ионитов, а получение их, и даже не столько схема получения, сколько те сложности, с которыми столкнулись работники завода буквально с первых дней пуска этого производства. Собственно, главный враг был один: HCl, который применяется при получении ионитов. У соляной кислоты очень агрессивный характер. Внутренняя облицовка аппаратуры превосходила все, с чем прежде сталкивались химики на предприятии. Десять слоев эпоксидной смолы с кварцевым песком, и по всему этому два слоя специальной плитки на арзамитовой замазке. А реактор отработал всего полгода — и баста. Лучшая в мире японская эмаль не выдерживала, трескалась, а прорывающаяся в трещины соляная кислота съедала металл. Трещинки в эмали аккуратно заделывали пломбами, не простыми, а из чистого золота — ненадолго помогало. Стойкий металл титан превращался в фиолетовый раствор. Массивная мешалка из спецстали вскоре стала легкой, как пуховая подушка, — та же кислота выела весь металл, сохранив лишь легкую эмалевую оболочку.

Начальник цеха ионообменных смол Г. Коршунов вспоминает период освоения цеха:

— Каждый день шел я на работу и думал — какая непредвиденная





каверза тебя ждет? Как обуздать кислоту? Порой положение казалось безвыходным.

Помог химикам фторопласт. Этот материал изумительно стоек, но он обладает одним недостатком — ломок, плохо поддается обработке. Надо было подобрать другой материал, в котором расплавленный фторопласт застывал бы без искажения формы, причем такой, температура плавления которого близка к  $330^{\circ}$  и который никак не влиял бы на химическую природу полимера. Таким требованиям отвечает свинец. В свинцовых ваннах получили идеально отбортванную фторопластовую трубу, из которой пронырливой кислоте не оставалось ни малейшего шанса прорваться.

Помогли и металлурги. Некоторые аппараты в цехе сделаны из удивительных сплавов: ЭП-496 и ЭП-814. Эти сплавы демонстрировались на ВДНХ, и без преувеличений можно сказать, что пока нет им равных в мире по стойкости к агрессивным средам. К тому же, если толщина стенки прежнего реактора достигала 12 миллиметров, в новых — не более 4-х.

Хорош сплав, но так трудно поддается обработке! Любой резец отскакивает, ломается, вязнет ножовка. Выход и тут был найден: нужные заготовки получили плазменной резкой.

Мы уже не удивляемся взаимозависимости различных областей техники. Скажем, в том же производстве ионитов без картофельного крахмала, причем непременно высшего сорта, не обойтись. Он нужен при гранулировании ионитов.

Мы уже не удивляемся взаимозависимости различных областей техники. Скажем, в том же производстве ионитов без картофельного крахмала, причем непременно высшего сорта, не обойтись. Он нужен при гранулировании ионитов. Пришлось поломать голову и над тем, как перемешивать растворы в процессе производства. Мешалки исключались, так как быстро «сседались». Возникла идея воспользоваться химическим методом — барботированием, то есть пропуском газа через перемешиваемый раствор. Какого газа? Только инертного азота. Благо его комбинату не занимать. Вот так в городе «N» азот сделался необходимым и в производстве ионитов.

На снимках сверху вниз:

Цех аммиачной селитры. Одна из лучших аппаратчиц, победительница социалистического соревнования Евгения Вершинина.

Валентина Марченко работает в цехе А-3 оператором. Она хорошая работница и активная общественница, не раз избиралась в профком цеха.

Анатолий Левандовский имеет почетную грамоту лучшего оператора химкомбината, победителя социалистического соревнования. Он также активист научно-технического творчества молодежи. В цехе А-4, где он работает, внедрено несколько его рацпредложений.



11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35



Сегодня цех выпускает, в частности, катионит КУ-2-8, удостоенный Знака качества, осваивает новые марки ионитов: катионитов и анионитов, готовится брать новые рубежи.

\*\*\*

С очень сложным современным оборудованием работает молодежный коллектив Черкасского химкомбината, работает творчески, с выдумкой и энтузиазмом.

Возьмем, к примеру, автоматику. КИП — это своего рода «нервная система» рабочего организма комбината. И если придерживаться нашей условной аналогии, то эволюция технических систем идет именно по пути совершенствования «нервной системы». Многое в этой эволюции зависит, помимо ученых и проектировщиков, непосредственно от людей, обслуживающих автоматику. От заводского народа зависит в конечном счете удача.

Комсомолец Владимир Кагамлык работает электрослесарем по КИПу и автоматике. Он закончил с отличием профтехучилище № 2 при химкомбинате. Владимир — один из лучших рационализаторов. Например, прокладывая трассу КИП на участке нового цеха, он предложил изменить ее так, что в результате экономического эффекта перевалил за полторы тысячи рублей в год. Порой избыточные стоки затопливали насосную — Владимир установил там предупредительную сигнализацию. Теперь такие же автоматические контролеры установлены и в других насосных. Всего на счету комсомольца 8 рацпредложений и изобретений.

Молодежь, которая составляет половину работающих на комбинате, постоянно в первых рядах борцов за выполнение заданий пятилетки. Комсомольско-молодежные смены — застрельщики социалистического соревнования. Школу комсомольского отношения к труду прошел, к примеру, токарь Иван Снатоз, награжденный за свою работу орденами Ленина и Трудового Красного Знамени.

Благодаря усилиям таких людей, как он, за пятилетку выпуск синтетического аммиака увеличивается более чем в три раза. Азотных удобрений, селитры и карбамида в 1975 году будет выпущено почти в четыре раза больше, чем в 1970 году. В перспективе здесь и значительное увеличение выпуска ионитов, и расширение их ассортимента, и ввод производства капролактама для изготовления капрона, и, конечно, расширение производства азотных удобрений. Коллектив уверенно смотрит в будущее, которое сулит новые успехи по освоению третьей очереди производства.

Академии  
наук  
СССР —

250  
Л Е Т

# СОЛНЦЕ В ЛУЧАХ ЛАЗЕРА

АЛЕКСАНДР ПРОХОРОВ,  
академик, лауреат Ленинской  
и Нобелевской премий

ПОИСТИНЕ ЗАДАЧЕЙ ВЕКА НАЗЫВАЮТ ВО ВСЕМ МИРЕ РЕШЕНИИ ГРАНДИОЗНОЙ ПРОБЛЕМЫ — ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМЫХ ТЕРМОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

ЗАПАСЫ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА НЕ БЕЗГРАНИЧНЫ, А РАЗВИТИЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС НЕИЗБЕЖНО БЕЗ УВЕЛИЧЕНИЯ ПОТРЕБЛЯЕМОГО ОБЩЕСТВОМ ЭНЕРГИИ. ПО ПОДСЧЕТАМ СПЕЦИАЛИСТОВ, УЖЕ К КОНЦУ НАШЕГО СТОЛЕТИЯ ТОЛЬКО В НАШЕЙ СТРАНЕ ОНА СОСТАВИТ ОТ 6000 ДО 8000 МИЛЛИАРДОВ КИЛОВАТТ-ЧАСОВ. ЭТО ПРИМЕРНО В ДВА РАЗА БОЛЬШЕ, ЧЕМ ВЫРАБАТЫВАЕТСЯ СЕЙЧАС ВО ВСЕМ МИРЕ.

НИ ОДИН ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ (КРОМЕ ТЕРМОЯДЕРНЫХ) НЕ ВЫДЕРЖИТ ДОЛГО ТАКИХ ТЕМПОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ.

О РАЗВИТИИ ОДНОГО ИЗ ИНТЕРЕСНЕЙШИХ НАПРАВЛЕНИЙ — ЛАЗЕРНОГО ИНИЦИИРОВАНИЯ ТЕРМОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ — РАССКАЗЫВАЕТ ЗАВЕДУЮЩИЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ КОЛЕБАНИЙ ФИНА ЛАУРЕАТ ЛЕНИНСКОЙ И НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ АКАДЕМИК АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ ПРОХОРОВ.

Более двадцати лет назад впервые в земных условиях удалось осуществить реакцию, аналогичную происходящей в глубинах Солнца. Это был взрыв водородной бомбы. Короткий период работ над ее созданием вселил в физиков надежду на довольно быстрый успех получения термоядерной энергии малыми дозами.

Надеясь, не суждено было оправдаться, хотя у истоков исследований по термояду стояли выдающиеся физики всего мира.

В нашей стране экспериментальные работы в этой области долгие

годы возглавлял академик Л. Арцимович, а теоретические исследования академика М. Леонтовича по праву завоевали признание во всем мире. Под их руководством была создана новая область физики — физика высокотемпературной плазмы.

Наилучшее горючее для получения термояда смесь тяжелых изотопов водорода — дейтерия и трития. Но чтобы «запустить» реакцию, их необходимо нагреть до температуры, превышающей жар в центре Солнца в пять раз. Возникший раскаленный газ и представляет собой плазму, состоящую из положительно заряженных ядер водорода и отрицательно заряженных электронов.

Но просто так не произойдет термоядерная реакция, плазму необходимо сжать и продержать некоторое время, только тогда ядра смогут разогнаться и начать сталкиваться.

Удержание плазмы стало самым существенным техническим осложнением, несмотря на то, что время это крайне незначительно и равно десятим долям секунды. На Земле не нашлось жаропрочных материалов, способных выдержать даже такое короткое время миллионы градусов. Тогда для удержания и сжатия плазмы ученые применили магнитное поле. Но и в нем она бунтовала, находила лазейки и вновь разлеталась. На какие только хитрости ни шли физики, стараясь запереть плазму в различных ловушках, трубах, пробкотронах.

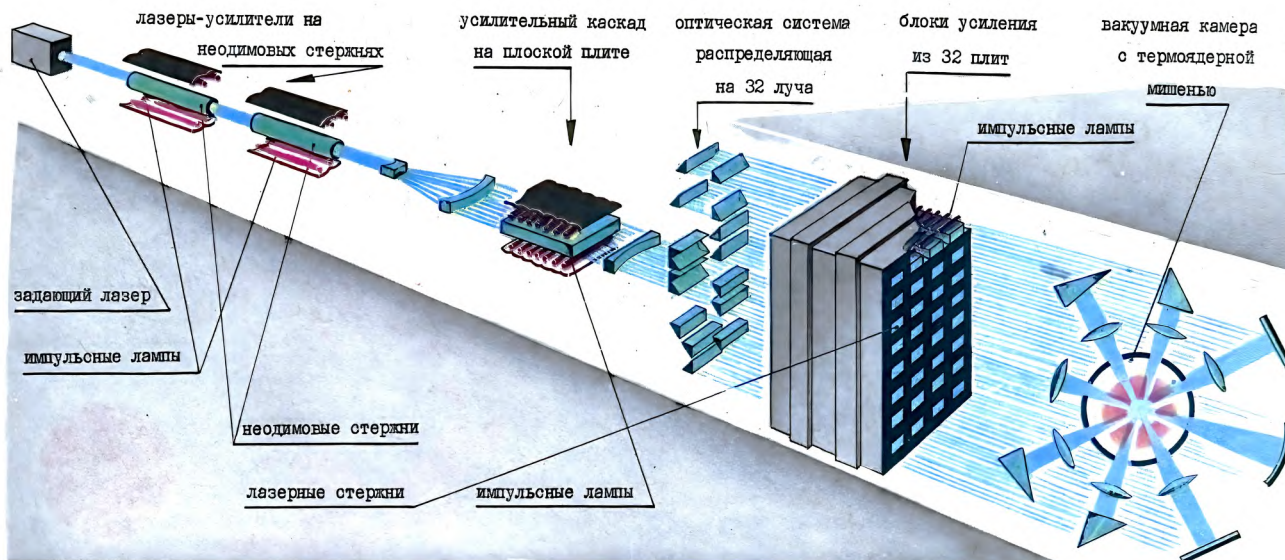
Несколько лет назад под руководством покойного академика Л. Арцимовича советские ученые создали системы, названные токамаками. (Слово «токамак» состоит из первых слогов и букв названий основных элементов установки — ток, камера, магнитные катушки.) И оказалось, что в камере установки, заполненной газообразным дейтерием при низком давлении, с помощью разряда можно сохранить плазму десятки доли секунды, а в перспективе и более длительное время.

В то время казалось, что другие пути получения термоядерного синтеза вряд ли смогут быть найдены. Однако они появились.

В начале 60-х годов академик Н. Басов и доктор физико-математических наук О. Крохин опубликовали работу, где в своих расчетах показали, что с помощью мощного импульсного лазера возможно нагреть плазму до температуры порядка 100 миллионов градусов.

И что очень важно — с приходом лазерного луча практически отпала забота об удержании такой плазмы. Просто-напросто раскаленный газ, полученный из твердого





Усилительный каскад лазерной установки.

(замороженного) либо из жидкого дейтерия и трития короткой вспышкой, может без посторонней помощи просуществовать миллиардную долю секунды. За этот миг плазма не успеет разлететься и будет удерживаться собственными инерционными силами. Правда, при этом возникала другая проблема — получение мощного сверхкороткого лазерного импульса.

К счастью, к этому времени уже была разработана техника увеличения мощности квантовых генераторов «сжатием» во времени светового луча.

Каждый представляет, что станет, если мгновенно открыть створки ворот плотины. Месяцами собиравшаяся в водохранилище вода хлынет вниз, сметая все на своем пути. Оказалось, подобные ворота можно создать и в лазере, направив поток света на созидательную работу.

Если в резонаторе, состоящем из двух плоских отполированных зеркал, между которыми и рождается лазерный луч, одно закрыть, то возбужденные атомы не смогут отдавать свою энергию и под действием импульсных ламп будут собираться на верхнем уровне — происходит как бы накопление энергии. Но вот затворы открыты, и лавины квантов, направленный поток света, излучаются за очень короткое время.

Таким образом в лазерах удалось генерировать импульсы длительностью в  $1/1000000000$  секунды, а в поздних разработках — даже в одну миллиардную. Эти квантовые генераторы были названы лазерами с модулированной добротностью.

Они и стали фундаментом дальнейших систем, поднимающих мощность лазерного луча на несколько порядков.

В развитии лазерного инициирования видели физики решение и других, не менее важных технических и технологических задач. Было ясно, что острой фокусировкой луча в маленьком объеме можно добиться очень высокой мощности излучения, а бесконтактный нагрев даст возможность избежать посторонних примесей в плазме.

Ослепительная лазерная вспышка сверкнула первым лучом надежды в 1965 году. Сфокусированная в искру, она нагрела плазму до температуры в несколько миллионов градусов. Вслед за этим событием в лаборатории квантовой радиофизики была получена плазма уже с выходом нейтронов.

Но оптимизм ученых вскоре сменился некоторым разочарованием — для дальнейших работ по получению лазерной плазмы необходимы были более мощные квантовые генераторы, чем применявшиеся в то время лазеры на рубине. Известно, что повышение энергии излучения ведет к увеличению размеров сердца лазера, его стержня. Стержни рубина обычно невелики — длиной не более 20 сантиметров.

Еще раньше, в начале 60-х годов, внимание ученых привлекло к себе... стекло. Но не обычное, а с добавкой различных люминесцирующих примесей. Среди них было обращено особое внимание на редкоземельные элементы и прежде всего на неодим, имеющий большие

полосы поглощения света и узкие линии излучения.

Первые же эксперименты показали, что новый материал, несомненно, очень перспективен. Может возникнуть вопрос: почему выбрали именно стеклянные стержни? Ну, во-первых, их легче получить однородными, оптически совершенными. Во-вторых, можно варьировать состав стекла, изменяя в нужном направлении его свойства. Кроме того, поскольку стекло варят, то, естественно, из него можно изготавливать стержни любых размеров и форм. А это прямой путь к дальнейшему повышению мощности лазеров.

Бороться за жизнь плазмы оказалось возможно и с помощью «улучшения» термоядерных мишеней. Этот вопрос в исследовательских работах становится главным, ибо уже не просто «горение» плазмы, а получение выгодной термоядерной реакции выдвинулось на передний план.

Как уже было сказано, сама по себе высокая плотность мишеней облегчает зажигание плазмы. Однако ничто не дается даром. При высокой плотности плазмы и огромной температуре возникают и гигантские давления, которые стремятся ее размять.

И хотя довольно успешно удалось сделать первые шаги, становилось очевидным, что дальнейшее продвижение вперед по пути решения проблемы лазерного термоядерного синтеза потребует качественно новых идей.

В начале 70-х годов советскими и американскими физиками была



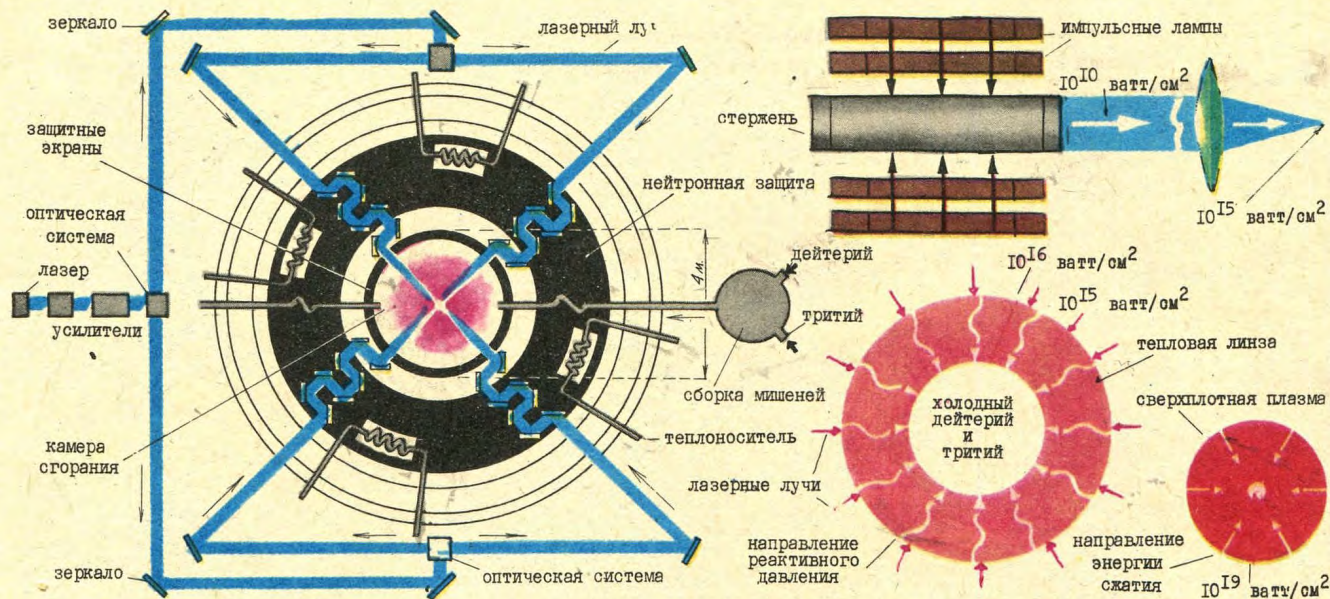


Схема термоядерного реактора, элемент квантового усилителя и мишень в лазерном луче.

высказана мысль об использовании лазерного луча не только для нагрева, но и для сжатия термоядерного горючего.

С теоретическим анализом этой идеи в 1972 году выступили ученые США на конференции по квантовой электронике в Монреале. Расчет показывал, что с помощью лазерного излучения можно увеличить плотность мишени в  $10\,000$  раз. При этом необходимая для «поджога» энергия уменьшится в  $1000$  раз.

Более того, такая схема процесса не только уменьшала энергию лазера, но и должна была привести к лучшим условиям зажигания, а следовательно, и к большему количеству выделяемой термоядерной энергии. Процесс сжатия вещества происходит из-за реактивной силы, появляющейся при испарении плазмы с разогретой поверхности мишени. Давление это оказывается столь огромно, что может увеличить плотность даже твердого тела в тысячи раз.

На основе сложнейших расчетов, проведенных физиками на мощных ЭВМ, было показано, что на больших лазерных установках можно провести решающие опыты по экспериментальной проверке этой идеи.

Хотя принцип работы этих установок можно назвать классическим, качественно они могут отличаться от всего, что до сих пор имеется в распоряжении физиков.

Можно себе представить установку с энергией излучения  $10\,000$  джоулей. Необычно конструктивное построение выходного усилительного каскада. Его плотная «упаковка» стержней представит соору-

жение высотой больше чем два человеческих роста. В нем будут находиться 32 стеклянные неодимовые плиты — лазерные стержни, расположенные в 8 этажей. Выходящий из последнего каскада поток световой энергии с помощью оптической системы собирается в восемь лучей, которые сферически симметрично атакуют мишень строго программируемым во времени лазерным импульсом, несущим гигантскую мощность до  $10^{14}$  ватт на квадратный сантиметр. Излучаемая лазером мощность превысит мощность всех электростанций мира.

Ну а что станет с мишенью? Ее поверхность мгновенно нагреется до  $100$  миллионов градусов, и тончайший слой начнет испаряться. Дейтерий и тритий внутри не успеют даже прогреться, а раскаленная «корона» уже разлетится. Возникающие при этом реактивные силы сожмут мишень. Причем величина давления достигнет миллиардов атмосфер. В этот момент вещество так «упаковывается», что его плотность становится больше плотности твердого тела в тысячи раз.

А мощность лазерного излучения продолжает нарастать. Она уже достигает на поверхности  $10^{15}$  ватт на квадратный сантиметр. В этот момент плазменная «корона» работает как «тепловая линза», собирая падающую энергию на уменьшающуюся поверхность сжимаемой мишени. И вот уже вся мишень представляет собой сверхплотную горячую плазму. В ее центре поток энергии достигает своего максимума —  $10^{19}$  ватт на квадратный сантиметр. И в плазме начинается термоядерная реакция.

Уже сейчас видно, что для значительного выхода термоядерной энергии необходимо повысить КПД неодимовых лазеров, который сегодня равен всего десятым долям процента. Поэтому для будущих систем более перспективным может оказаться газовый лазер на углекислом газе, имеющий уже сейчас в коротких импульсах КПД до 10 процентов.

И хотя полный переход на термоядерную энергетику, по оценкам специалистов, возможен лишь в начале будущего века, электростанции будущего уже рисуются в воображении ученых.

Поскольку выделяющаяся при термоядерной реакции энергия заключена главным образом в быстрых нейтронах и в разлетающихся после взрыва ядер гелия, то в гипотетической схеме электростанции нейтронам отводится такая же роль как пламени, когда оно греет воду в паровом котле.

Проходя через стенки камеры сгорания, энергия нейтронов нагреет теплоноситель, например, жидкий литий, а он, в свою очередь, отдаст тепло воде, превратив ее в пар, который дальше можно направить на рабочие колеса турбин.

Другая часть энергии, которая заключена в быстро разлетающихся заряженных частицах, может быть превращена в электричество при полете плазмы через ряд соленоидов, как это делается в МГД-генераторах.

С вводом в действие новых установок, без сомнения, начнется новая фаза исследований по лазерному термоядерному синтезу.

Записал ВЛАДИМИР ТОРГАЕВ





## «РОЛЛЕРКРАФТ»

так назвал судно, действующее на основе разработанного им принципа, профессор Брайтонского политехнического института И. Кирсей. Устройство, предложенное ученым, представляет собой жесткий каркас, на который надета гибкая, надутая воздухом оболочка. При вращении такого ротора под действием гидродинамических сил гибкая оболочка начинает прогибаться. Не удерживаемая в отдельных участках жестким каркасом, она образует впадины, могущие играть роль лопастей гребного колеса. При этом такие необычные лопасти возникают только на той части ротора, которая находится под водой, выше же опорной поверхности ротор сохраняет цилиндрическую форму, благодаря чему при входе лопастей в воду и при выходе из нее почти не возникает брызг и связанных с брызгообразованием потерь. Судно, снабженное несколькими такими роторами, можно стабилизировать с их помощью как по дифференту, так и по крену. Роллеркрафт на испытаниях показал ряд преимуществ перед аналогичными судами на воздушной подушке. На рисунке показан проект роллеркрафта, размеры которого  $7,6 \times 4 \times 0,5$  м, рассчитанного на перевозку 18 пассажиров

со скоростью 80 узлов. Обозначения, принятые на рисунке: 1 — стеклопластиковый корпус, 2 — несущая рама из легких сплавов, 3 — кабина (15 мест для сидения), 4 — дизельный отсек, 5 — насос, работающий от дизеля, 6 — воздушный вентилятор, 7 — передний ротор, 8 — концевой диск ротора, 9 — задний ротор, 10 — крыло переднего ротора (одно из двух), 11 — устройство для управления углом атаки крыла, 12 — крыло заднего ротора (одно из двух), 13 — несущая рама крыла, 14 — платформа плавучести с пенополистиролом, 15 — втягивающее устройство, 16 — привальный брус, 17 — пустотелый вал из легкого сплава, 18 — подшипник вала, 19 — гидравлический привод, 20 — накладка на концевой диск из пенополистиролового наполнителя на эпоксидной смоле, 21 — поперечная стяжка внутренней тканевой полости, 22 — внутренний воздушный мешок, 23 — центральная (прямоугольного сечения) рама и воздушный канал, 24 — наружная тканевая обшивка роторов, 25 — труба воздушного фидера к периферийной полости, 26 — периферийный профиль переменной (за счет регулировки подачи воздуха) формы (Англия).

**МАШИНА ДЛЯ ЖИЛЬЯ.** Это определение жилого дома, данное некогда Корбюзье, получило особенно наглядное подтверждение в доме, спроектированном датским ученым профессором В. Корагаартом. В этом одноэтажном

шестикомнатном доме нет привычных нам печей, котельных, радиаторов центрального отопления. По подсчетам Корагаарта, 80% тепла, необходимого для обогрева помещения, можно получить за счет тепловыделения электроосветительных и электробытовых приборов, телевизоров, людей, живущих в доме, и т. д. Остальные 20% дадут солнечные лучи, нагревающие установленную на крыше теплонагревающую панель. При отсутствии солнечного света панель автоматически отключается. Особое внимание конструктор уделил тому, чтобы утечки тепла через стены свести к минимуму: для этого им были выбраны лучшие теплоизолирующие материалы. Окна дома снабжены ставнями, которые закрываются, когда надо уменьшить утечки тепла. Сбалансировать все притоки и утечки тепла оказалось так непросто, что Корагаарту пришлось установить небольшую электронно-вычислительную машину, которая непрерывно регистрирует расход тепла и частоту открывания дверей и окон (Дания).

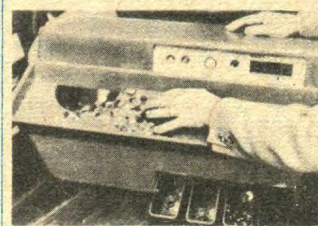


## КТО ЭТО? МАЛЕНЬКАЯ КОСМОНАВТКА?

Вы не угадали. Это четырехлетняя Бет Хауэр производит испытание скафандра, который позволит спасти жизнь маленьким пациентам, страдающим пониженным иммунитетом к инфекции. Скафандр соединен резиновым шлангом с электрокаром, на котором размещено оборудование, необходимое для функционирования организма. В случае необходимости пациент может передвигаться, усевшись на электрокар. Время между перезарядками системы — 4 часа (США).

## ЭЛЕКТРОННЫЙ ТО-ТАЛИЗАТОР.

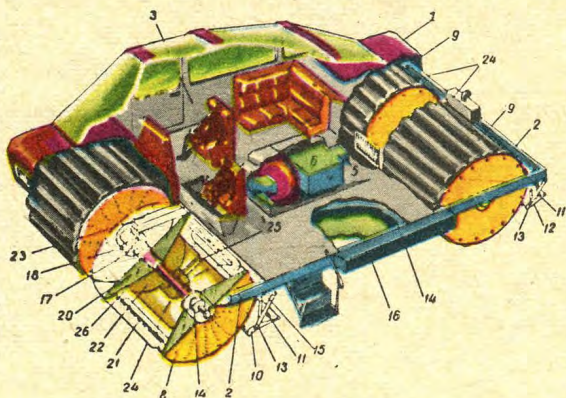
Эта машина используется в банках для быстрого подсчета металлических монет разного достоинства. Самое главное преимущество машины — она освобождает человека от необходимости предварительно вручную разделять монеты по их достоинству. Все монеты сыпаются в приемный бункер и автоматически рассортировываются электронным анализатором. Затем монеты каждого достоинства сыпаются в свой накопи-



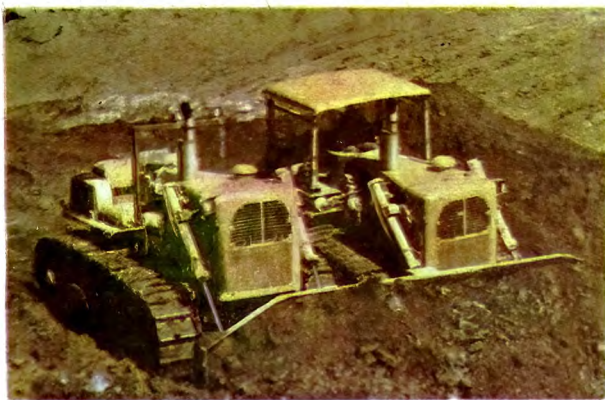
тельный бункер. Одновременно машина производит еще одну важную операцию — подсчитывает общую стоимость монет каждого достоинства и их общую сумму. Человеку остается только использовать деньги по назначению (Канада).

**ПЕРВАЯ В МИРЕ «ГОВОРЯЩАЯ» ГАЗЕТА** появилась недавно в Амстердаме. Она представляет собой кассеты с магнитофонной лентой, на которую записаны сообщения по темам, как и в обычных газетах, кроме того, на ней записаны интервью и беседы на текущие темы. Общая длительность звучания 60 минут.

Текст газеты составляют 10 журналистов голландского «Телеграфа» и радио объединения в Хилверсуме. Печатается «говорящая» газета ночью в копировальном цехе библиотеки для слепых в городе Нимвегене. Причем изготовление 400 экземпляров кассет требует одного часа. В дальнейшем предусматривается расширение и улучшение производства и увеличение тиража этой, пока необычной газеты, предназначенной в первую очередь для тех, кто лишен зрения (Голландия).







**ДВОЕ В ОДНОЙ УПРЯЖКЕ.** Фирма «Катерпилар» выпускает один из самых мощных промышленных тракторов мощностью 385 л. с. Но и этой мощности оказалось недостаточно для выполнения тяжелых дорожностроительных работ. Проектирование и постройка новой, более мощной машины были сопряжены с большими затратами средств и времени, поэтому фирма нашла простой выход — она соединила 2 трактора в один агрегат, мощность которого составила 770 л. с. Разработаны две системы соединения тракторов. В первом варианте 2 машины шарнирно соединены друг с другом «дугом» — один за другим. Управление обеими машинами производится с переднего трактора. Этот агрегат используется как бульдозер или как толкач для работы с самоходными скреперами с ковшом емкостью 42 м<sup>3</sup>. Длина сочлененных машин 13 м, а вес 80 тонн. Во втором варианте 2 трактора жестко крепятся друг к другу боком и работают с одним отвалом шириной 7,3 м. Управление производится с левого трактора. Вес всего агрегата 82 т (США).

**КАРТОФЕЛИНА КРИКНУЛА: «АЙ!»** И это не метафора. Конструкторы на протяжении десятилетий проектировали картофелеуборочные машины всепую, не имея никакого представления о том, как картофельные клубни относятся к сконструированным ими устройствам. В результате нередко случалось так, что избитая, помятая, поколо-

ченная машинами картошка, заложенная на хранение, уже не могла оправиться и начинала плесневеть, гнить. Чтобы выяснить, как чувствует себя картошка в картофелеуборочной машине, конструкторы изготовили клубень, буквально утыканный датчиками и снабженный радиопередатчиком. Проходя сквозь недра машины, такой клубень о каждом ударе, о каждой испытанной им неловкости тут же сообщает на наблюдательный пункт, где эта информация учитывается и служит показателем того, удачна или неудачна новая машина (Англия).

**ЗАЧЕМ ЭЛЕКТРОНИКА, КОГДА ЕСТЬ БЕГОНИЯ?** Подвергнув радиоактивному облучению семена бегонии, ученые Токийского исследовательского института изотопов получили новый сорт, названный ими «Винтер куин гамма 3». Этот сорт удивителен тем, что он оказался необычайно чувствителен к фотохимическому смогу и к другим загрязнениям воздуха. Стоит только появиться в воздухе ничтожной примеси озона — первого признака фотохимического смога, — и уже через 6 часов на листьях «Винтер куин» появляются белые пятна. При наличии других загрязнений эти пятна превращаются в водяные пузыри. Потом эти пузыри становятся коричневыми, а через 20 дней на пораженных листьях образуются большие дыры. Таким образом, выведенный учеными новый сорт бегонии оказался дешевым детектором смога (Япония).

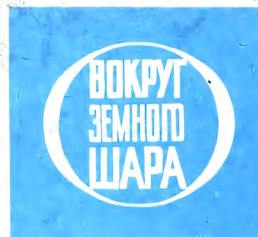
**ОБНАРУЖИТЬ ЖИЗНЬ НА ДРУГИХ ПЛАНЕТАХ** оказывается не так-то легко. В этих поисках без электронной вычислительной машины не обойтись. На фотографии вы видите часть такой машины, которая испытывается в искусственных условиях на Земле. После испытаний эти узлы будут смонтированы на космической станции «Викинг», которая в будущем должна будет взять пробы марсианского грунта и атмосферы (США).



**А НА ЭТОЙ ФОТОГРАФИИ** показаны испытания парашюта, который должен будет опустить станцию «Викинг» на поверхность красной планеты. Он должен будет раскрыться на высоте 6 тыс. м над поверхностью Марса, замедлить падение станции, после чего на высоте 1200 м аппарат отцепится от парашюта, и три маленьких ракетных двигателя плавно опустят его на поверхность (США).



**222 КИЛОМЕТРА В ЧАС!** Такую скорость показал 29-летний А. Эббот на этом странном велосипеде с маленькими колесами. С тех пор как в 1962 году француз Ж. Мифре достиг скорости 204 км/ч, этот рекорд никто не мог побить целых 12 лет. Лишь весной 1974 года это удалось сделать молодому калифорнийскому врачу Эбботу, который прошел с такой скоростью милю, мчась за автомобилем по поверхности высохшего соляного озера Бонневиль. Эббот сам спроектировал и переоборудовал как велосипед, так и автомобиль для рекордного заезда. Машину вели два водителя. Один сидел впереди, второй сзади. Первый только управлял, второй пристально следил за Эбботом и регулировал скорость машины. Во время заезда переднее колесо велосипеда все время двигалось внутри приделанного сзади к автомобилю короба из прозрачного пластика. Вес рекордного велосипеда всего 15,8 кг. На колеса диаметром 45,6 см были надеты совершенно гладкие шины, чтобы свести к минимуму все потери на трение. Особенно ответственной деталью велосипеда была ведущая звездочка с 230 зубцами. На задней звездочке было 13 зубьев, поэтому на каждый оборот ведущей звездочки приходилось 17,5 оборота ведомой. При 225 км/ч ноги Эббота должны были крутить ведущую звездочку со скоростью 135 об/мин (США).





Конкурс

«ОПЕРАЦИЯ «ВНЕДРЕНИЕ»

# Каменно-угольная «струя» из шахты

В решениях XXIV съезда КПСС большое внимание уделено укреплению связей науки с производством. Массовое внедрение в промышленность научно-технических разработок — это характерная черта нынешнего, третьего этапа Всесоюзного смотра НТТМ, посвященного завершению девятой пятилетки. На конкурс «ТМ» «Операция «Внедрение» (см. «ТМ» № 5 за 1975 год) приходят десятки материалов.

Мы предлагаем вниманию читателей статью нашего спецкора Ромэна ЯРОВА о принципиально новом транспортном средстве, так называемом эрлифте.

Проект его делался силами студенческого общественного КБ в Донецком политехническом институте под руководством профессора, доктора технических наук, лауреата Государственной премии СССР Виктора Георгиевича Гейера. Многие студенты участвовали в разработке этой большой темы, многие защитили по ней дипломы и продолжают разрабатывать проблему на производстве. Например, Анатолий Прутной, писавший дипломную работу по эрлифтам, трудится на первой в стране шахте с этим подъемным устройством.

Эрлифты весьма перспективны. В десятой пятилетке будет построено одиннадцать шахт с эрлифтными установками. А в недалеком будущем эрлифты будут поднимать полезные ископаемые со дна морей, удалять шлак из доменных печей и делать многое, многое другое. Скажем, уже сейчас по чертежам Донецкого политехнического института на Дальнем Востоке, на Приморской ГРЭС, построена эрлифтная установка для удаления шлака и золы.

Можно с уверенностью сказать, что этот удобный, надежный и экономичный транспорт будет широко применяться в будущем.

Директор вновь открываемой шахты был спокоен и оживлением своим старался скрыть тревогу. Он никогда не имел дела с таким способом подъема угля на-гора — эрлифтным. Добытый уголь обычно транспортируют в вагонетках. А тут никаких вагонеток, только трубы, концы которых торчат под шахтой. Строительство ее стоит несколько десятков миллионов рублей, и, если система подъема откажет, значит, все пойдет насмарку. И потому директор то и дело обращался взволнованно к Виктору Георгиевичу Гейеру:

— Ну как он, ваш эрлифт, не подкачает?

И Виктор Георгиевич, понимая волнение директора, всякий раз отвечал ему:

— Не беспокойтесь, все будет в полном порядке.

Профессор Донецкого политехнического института, напротив, был уверен в надежности новой транспортной системы. Ведь он всю жизнь занимался проблемами шахтной гидравлики. Еще перед войной начал работать над докторской диссертацией, посвященной этой теме. Сам Отто Юльевич Шмидт, тогдашний вице-президент Академии наук СССР, утвердил тему как исключительно важную и актуальную. В войну, разумеется, пришлось заниматься не этим.

В Донецком политехническом институте Виктор Георгиевич несколько лет назад возглавил кафедру рудничных гидропневматических установок и гидравлики и занялся разработкой своей довоенной научной темы. Он организовал группу энтузиастов из студентов, увлекающихся научно-техническим творчеством. И вот мечта юности профессора материализовалась: шахта с эрлифтным подъемом угля начинала работу.

...Пульпа — вода, несущая куски угля, хлынула из трубы. Директор облегченно вздохнул. Гидрошахта Красноармейская № 2» треста «Гидроуголь» в Донбассе — первая в мире шахта с эрлифтным подъемником — вступила в строй.

Принцип эрлифта известен давно. В водоем опускается труба, в нее подается воздух. Получается водовоздушная смесь, удельный вес которой намного меньше, чем у воды. Под давлением окружающей жидкости эта смесь начинает вытесняться и движется вверх по трубе. А если в этой воде будут частицы угля, то водовоздушная смесь захватит и их. Эта простая идея выглядела весьма заманчивой.

Прежде всего появлялась возможность полностью избавиться в шахтах от ручного труда. Нынешние механические средства транспорта угля от забоя — конвейеры и прочие —

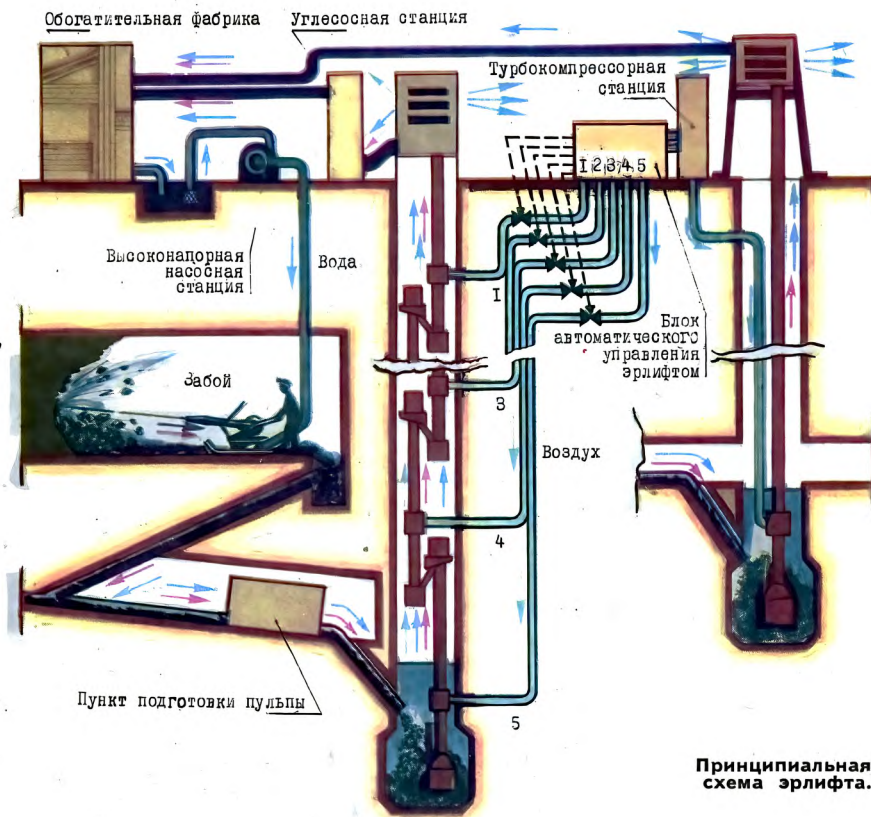
состоят из множества узлов и агрегатов. Их надо обслуживать, за ними надо ухаживать. Ручная подчистка и прочее... Словом, автоматизировать транспортировку угля в шахте в том виде, в каком она есть сейчас, весьма затруднительно. Эрлифтный транспорт — это совершенно новый принцип. Он открывает большие возможности не только для угольщиков.

В горнодобывающей, металлургической, энергетической промышленности нужно транспортировать огромные массы всевозможных сыпучих материалов. Уже сегодня в нашей стране по трубопроводам с помощью воды ежегодно транспортируется 2 миллиарда тонн грунта, руды, угля, золы, отходов обогащенных производств и пр. Гидротранспортные системы сравнительно просты в сооружении и эксплуатации, невелики по габаритам, надежны. Непрерывность рабочего процесса позволяет полностью его автоматизировать. Так что большое распространение гидротранспортных систем в будущем закономерно.

Но у обычных систем есть один существенный недостаток: смесь жидкого и твердого качают по трубам центробежные насосы. И твердые частицы действуют на рабочие части насосов как абразив. Рабочие колеса насосов, внутренние их части изнашиваются очень быстро. Всего несколько сот часов — таков ресурс времени работы насосов от ремонта до ремонта. По этой же причине нельзя создать высокое давление в системе (нынешнее не превышает 3—4 килограммов на квадратный сантиметр). Другое дело эрлифт. Никаких движущихся металлических деталей, работающих в потоке пульпы, не требуется, стало быть, и изнашиваться нечему. Обширных подземных залов для установки моторов и насосов, что стоит очень дорого и требует больших затрат труда, тоже не нужно. Компрессоры, нагнетающие воздух в трубопроводную систему эрлифта, размещены на поверхности. Они надежны и управляются автоматическими средствами. Напор при эрлифтном способе транспортировки угля саморегулируется. Больше воды, повысилось давление ее — быстрее поднимается на поверхность водовоздушная смесь. Уровень воды понизился — смесь идет медленнее.

Естествен вопрос: если все так хорошо, то почему же эрлифты не применялись раньше? А потому, что все имеющиеся раньше аппараты были конструктивно плохо разработаны и имели низкий КПД. Кроме того, нужно было научиться дозировать твердый материал на входе трубопровода и отделять воздух от смеси на выходе. Возникало немало и других проблем. Для их решения в Донецком политехническом





Принципиальная  
схема эрлифта.

институте, начиная с 1964 года, проведен большой объем научно-исследовательских работ, опытов.

На сорока промышленных и экспериментальных установках исследовались разные процессы, проверялись результаты. Важно было не только сконструировать отдельные узлы системы, но и разработать в целом теорию эрлифтного подъема, создать универсальные методы расчета труб. Нужно было отработать методы пуска, нормальной эксплуатации и остановки эрлифтов, предусмотреть возможные аварии и разработать методы ликвидации этих аварий, причем задолго до пуска настоящих промышленных установок, потому что шахта не имеет права останавливаться. Все это делалось, так сказать, на голом месте, ибо мировая и отечественная практика никакого подобного опыта не имела.

В процессе конструирования эрлифта появилась целая серия изобретений. Возьмем, например, авторское свидетельство 140380, б. 15. Бывали случаи, когда входное отверстие трубы как бы закрывалось пробкой из угля. Водовоздушный поток не мог ее преодолеть. Для этих случаев сначала предусматривали лебедку, которая приподнимала трубу. Но ведь лебедкой должен управлять человек, а он не видит,

что делается внизу. И вот появилось изобретение — автоматическая подача сжатого воздуха разрыхляет и уничтожает пробку. Другое изобретение а. с. 186290, б. 18 — автоматическое устранение заторов в центральных частях трубопроводов. Изобретением предусмотрена дополнительная труба, куда уходят излишки угля, точно в склад. Когда мощь потока меняется, то и излишки угля из дополнительной трубы поднимаются. А вот одно из последних изобретений, датированное 1974 годом, а. с. 413283, б. 4. Оно предусматривает окна в той части трубы, которая выходит на поверхность. Раньше здесь стоял экран, и вылетающая под большим давлением водовоздушноугольная смесь с силой ударялась об него. Уголь летел в одну сторону, струи воды — в другую. Экран, хотя и был сделан из толстого железного листа, держался недолго. А теперь излишки воздуха выходят через окна, давление постепенно падает — и экрана не нужно. Причем перепады давления можно регулировать.

Нельзя не сказать об интереснейших разработках еще в одной области — резании угля струей воды. Гидромонитор к эрлифту отношения как будто бы не имеет, но он необходимый элемент во всей системе гидрошахты. Коли гидромонитор

работает, то и уголь идет непрерывным потоком, обеспечивая ритмичность работы всего комплекса. И тут появляется еще одна интересная разработка, созданная в донецком институте студентами под руководством доктора технических наук, сотрудника этой же кафедры Григория Марковича Тимошенко. Это гидроимпульсатор. Известно, что, если трубопровод, по которому бежит поток, неожиданно перекрывается, давление резко возрастает. Это явление называется гидравлическим ударом. С ним борются, потому что избыточное давление разрушает детали трубопровода. А в гидроимпульсаторах оно используется. Генератор колебаний то открывает путь воде, то закрывает. От этого давление в системе повышается в 2—3 раза. Подводится струя с давлением в 90—100 кг/см<sup>2</sup>, а вырывается из сопла с давлением в 200—300 кг/см<sup>2</sup>. Опыты показали, что производительность гидроимпульсатора повышается в 3—4 раза по сравнению с обычным гидромонитором.

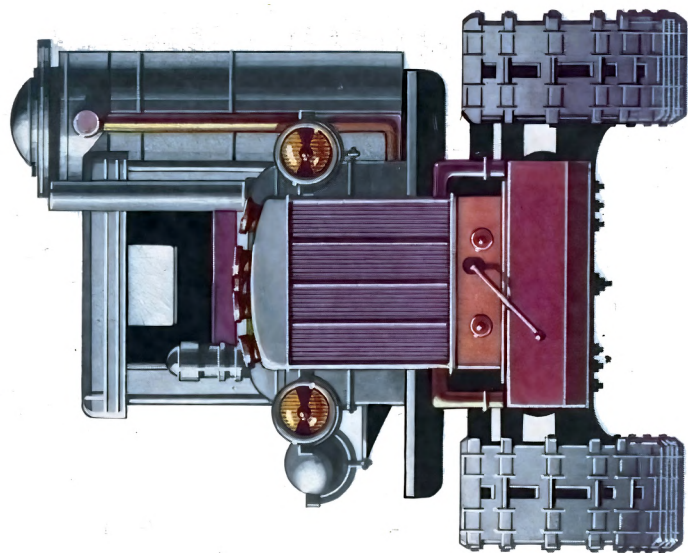
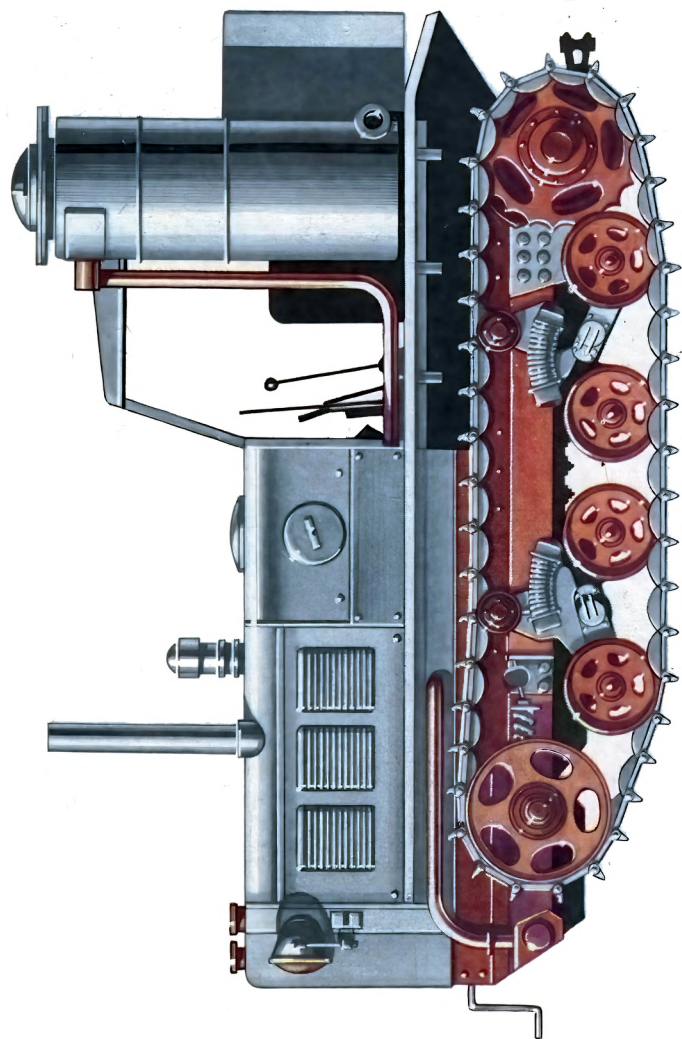
Вот как работает гидрошахта «Красноармейская № 2». Уголь отбивается в забоях струей воды и смывается отработанным потоком в пульпосборник углесосной станции. Отсюда он «стекает» в зумпф — приемный колодец эрлифта глубиной 90 метров. Затем вместе с водовоздушной смесью подается на высоту 400 м, потом самотеком по двум трубопроводам подается на вход обогатительной фабрики. Производительность всей гидросистемы — 3200 м<sup>3</sup> в час пульпы, или 7000 т в час угля.

Недавно пущена еще одна гидрошахта имени 50-летия СССР комбината «Краснодонуголь». Здесь глубина подъема гораздо больше — 725 м, поэтому эрлифт состоит из пяти ступеней. Он поднимает 1800 м<sup>3</sup> в час пульпы или 400 т в час горной массы. Многоступенчатые эрлифты требуют меньших затрат энергии. Годовой экономический эффект от эксплуатации эрлифтных установок и на той и на другой шахте составил около 500 тыс. рублей для каждой.

В мае 1974 года в нашу страну приезжал вице-президент американской угольной компании «Кайзер энд стил» Хирс. Он осмотрел шахты с эрлифтным подъемом и пришел в восторг.

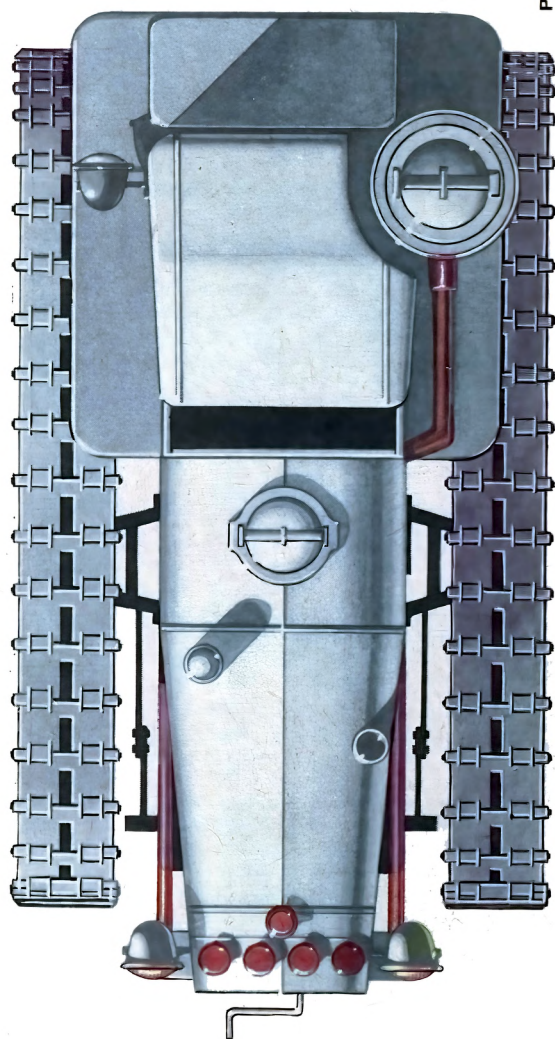
В идее эрлифта большие технические возможности. Как стало известно, в Мирном (Якутия), на алмазной обогатительной фабрике работают эрлифты, сконструированные в Донецком политехническом. И рыбу на рыбозаводы могут подавать эрлифты, и песок на стройки...



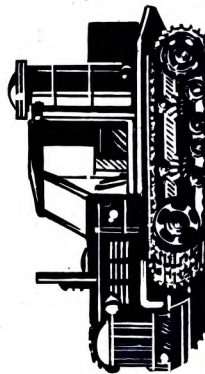


### ХТЗ-Т2Г

Завод-изготовитель . . . Харьковский завод  
 Тип трактора . . . гусеничный,  
 Мощность двигателя . . . 45 л. с.  
 Мощность на крюке . . . 28 л. с.  
 Топливо . . . . . Древесные  
 . . . . . чурки  
 Вес . . . . . 5850 кг  
 Количество передач . . . 4 вперед,  
 . . . . . 1 назад  
 Скорость . . . от 3,82 до 8,04 км/ч  
 Годы выпуска . . . . . 1938—1941  
 Количество выпущенных  
 тракторов . . . . . около 16 000 штук







## ИСТОРИЧЕСКАЯ СЕРИЯ «ТМ» Советский газогенераторный

### Под редакцией:

двукратно лауреата Государственной премии, профессора Ивана ДРОНГА, лауреата Государственной премии, доктора технических наук Игоря ТРЕПЕНЕНОВА, кандидата технических наук, заместителя директора НАТИ Николая ЧУХЧИНА.

видов топлива, а 1 мая 1931 года этот трактор прошел в праздничной колонне демонстрантов по Красной площади Москвы. Другой экспериментальный генератор, разработанный в ВИСХОМЕ, В-3, приспособили к трактору «Коммунар», который рабочие Харьковского паровозостроительного завода подарили XVI съезду ВКП(б).

К этому времени руководители тракторной промышленности начинают все более ясно понимать, что, если оставить изобретателей действовать на свой страх и риск без жестких сроков и координации работы, надежного промышленного генератора придется ждать еще очень долго. Поэтому в первую очередь нужно организационно объединить специалистов в рамках одного научного учреждения, больше всего для этой цели подходил НАТИ. Из ВИСХОМа туда переводится автор СЖ-2 Семенов-Жуков, который вскоре модернизировал свою установку и назвал ее «НАТИ-3».

Несмотря на то, что отдел газогенераторов НАТИ, возглавляемый Е. Мазиным и Н. Юдушкиным, год от года рос и набирал силы, собирать под одной крышей весь букет специалистов так и не удалось. В марте 1936 года Комитет общественного содействия газогенераторостроению при Всесоюзном научном инженерно-техническом обществе машиностроения и газета «Техника» закончили смонтировать в стране транспортные установки. Материалы, переданные ими техническому совету Наркомтяжпрома, послужили основой для доклада наркомата правительству, в котором были предложены необходимые организационные меры по постановке газогенераторного дела в стране.

Комитет общественного содействия сформулировал и основные требования, которым должна отвечать газогенераторная установка. Из-за меньшей удельной calorийности генераторного газа по сравнению с жидким топливом снижается номинальная мощность двигателя. Если при нормальных условиях эксплуатации у автомобиля она исполь-

зуется в среднем на 35—40 процентов и резервы здесь велики, то у трактора загрузка достигает 70 процентов и более. Поэтому при переводе на газ эффективность трактора падает очень резко. Сгладить, каким-то образом эти неблагоприятные последствия можно. Для этого нужно повысить степень сжатия двигателя, улучшить наполнение цилиндров, снизить температуру газа и получить газ более calorийный по составу. Конструктивно установка должна быть прочной, надежной, легкой, экономичной и удобной в обслуживании. Размещать ее на тракторе нужно таким образом, чтобы не ухудшалась видимость прицепных орудий.

Приказом по Наркомтяжпрому НАТИ поручалось к концу мая 1936 года закончить чертежи и представить опытный образец улучшенного генератора для челябинских тракторов. Эта работа по установке Г-25 была выполнена на неделю раньше срока. В то же время в Челябинске организуется экспериментальное конструкторское бюро по газогенераторным тракторам во главе с В. Маминим — сыном известного изобретателя. В 1936 году бюро внедрило в производство газогенератор Декаленкова — Д-8, приспособив его к трактору С-60, которых было выпущено 264 штуки. Когда С-60 снажи с производством, то на С-65 установили более совершенный генератор НАТИ Г-25, который по сравнению с Д-8 давал лучше очищенный и охлажденный газ. За счет повышенного качества газа двигатель развивал большую мощность. Кроме того, генератор НАТИ мог работать на более влажных чурках. Всего из ворот ЧЗТ вышло 7365 газогенераторных тракторов СГ-65.

Одновременно с Г-25 создавался генератор Г-19 к трактору СХТЗ-НАТИ для внедрения его на Харьковском заводе. Там, как и в Челябинске, образовалась группа конструкторов, задача которых заключалась в скорейшем налаживании производства газогенераторных тракторов. Правда, харьковчане и сами разрабатывали газогенератор

для сжигания соломы, но положительные результаты не достигли. Недостатки проистекали из свойств соломы. Во-первых, ее нельзя было загружать непосредственно в бункер. Из нее делали термобрикеты, предварительно измельчая и прессуя при температуре около 800 градусов. Во-вторых, солома оказалась очень капризным топливом. Из-за низкой температуры плавления золы, получающейся при сгорании соломы, происходило интенсивное шлакообразование. При снижении температуры в зоне газобразования ниже точки плавления золы ухудшался процесс генерации газа. Интенсивная работа заводских конструкторов и НАТИ позволила экономическому совету при Совнаркоме СССР вынести 16 сентября 1938 года постановление о совместном испытании тракторов СГ-65 и ХТЗ-12Г. Некоторый опыт работы тракторов СГ-65 был получен еще в марте — апреле, когда они использовались на вывозке леса под Свердловском. Сельскохозяйственные испытания проводились в октябре — ноябре в учебно-опытном зерносовхозе № 2 на станции Верболюд Ростовской области и совхозе «Коммунист» под Харьковом. В заключительном отчете комиссии отмечалось, что тракторы пригодны на всех сельскохозяйственных работах, за исключением уборки хлеба, где они пожароопасны. На следующий год в газогенераторы были внесены некоторые изменения с целью снижения их пожароопасности. Конструкторы разрабатывали электрозапаль вместо разжигания от спичек, установили дополнительный кожух на горячий пояс генератора и искрогаситель. После этих нововведений тракторы стали пригодны и для уборки урожая.

После войны газогенераторостроение сошло на нет. Тракторы с причудливыми башенками стали быстро исчезать, однако они позволили сэкономить немало жидкого топлива в самое трудное для страны время.

ЛЕОНИД ЕВСЕЕВ,  
инженер



Академии наук СССР—250 лет

# СЕКРЕТ ТОРТИЛЛЫ, или РАДИАЦИЯ И КРОВЬ

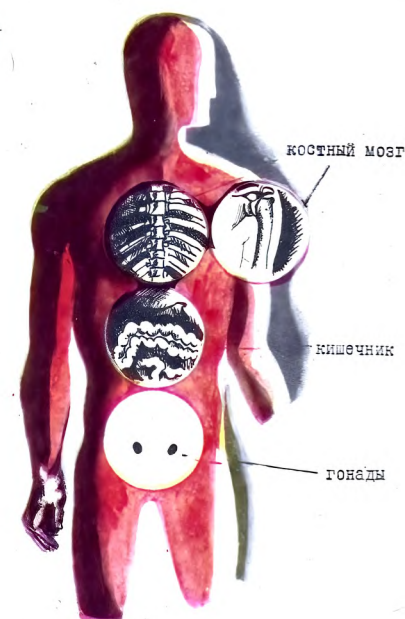
АЗИМДЖАН ТУРДЫЕВ, доктор биологических наук,  
старший научный сотрудник Института биохимии АН УзССР

Наши эксперименты с черепахами показали, что эти малоподвижные, невозмутимые животные переносят дозу облучения радиоактивными веществами в 50 000 рентген! Чтобы оценить значение этой величины, следует учесть: дозы в несколько десятков тысяч рентген выдерживают лишь насекомые. Животные же, например мыши, крысы, собаки, погибают, получив дозу облучения в 600—800 рентген. Чтобы исключить сомнения, мы повторили эксперименты и снова получили тот же результат: для черепах сублетальная доза — доза, при которой погибает 50 процентов животных в течение 30 дней после облучения, — составляет 50 000 рентген. Это означает, что даже при такой совершенно фантастической дозе половина облученных черепах в течение месяца оставалась в живых.

В чем причина столь удивительной стойкости черепах к губительному действию радиоактивных излучений?

Долгое время было принято считать, что радиочувствительность животных зависит от степени сложности организма. Чем сложнее структура, тем быстрее развиваются и тем сильнее проявляются радиационные

повреждения. Если, основываясь только на этих факторах, мы попытались бы изобразить график радиочувствительности различных представителей позвоночных животных, например от рыб до млекопитающих, то она выглядела бы в виде прямой восходящей линии. При таком предположении низкую чувствительность рыб, амфибий, пресмыкающихся можно объяснить низким уровнем обменных процессов, протекающих в организмах данных животных. Однако, если в основу оценки радиочувствительности положить только состояние обменных процессов, то можно было бы ожидать, что у птиц сублетальная доза будет ниже, чем у млекопитающих; для птиц характерна более высокая температура тела и более интенсивный обмен веществ. Но, как оказалось, птицы в три раза более устойчивы к облучению, чем, например, крысы (см. 4-ю страницу обложки). Не означает ли это, что уровень обменных процессов в организме, хотя и имеет некоторое значение в развитии радиационного поражения, не является тем не менее единственным и решающим в радиочувствительности организма. Но тогда какие же



факторы определяют радиочувствительность? Каков механизм действия радиоактивных веществ на организм?

Ионизирующие излучения поражают ядерные структуры клетки и в первую очередь ДНК — носитель всей наследственной информации организма.

Однако действие ионизирующего излучения не ограничивается нарушением только ядерного материала. Значительные изменения возникают и в цитоплазме облученной клетки. Нарушается, в частности, структура митохондрий — так называемых «силовых станций», где генерируется энергия, необходимая для жизнедеятельности клетки. При облучении вследствие непосредственного или вторичного воздействия ионизирующих частиц на мембраны лизосом нарушается их целостность, содержащиеся в лизосомах ферменты изливаются в цитоплазму и начинают ее переваривать, что в конце концов приводит к гибели клетки. Ну а от того, выживут клетки или погибнут, будет зависеть и жизнь организма.

Радиоактивные излучения наиболее сильно поражают те ткани, где активно протекают процессы обновления клеточной популяции. Это прежде всего костный мозг. Поражение кроветворной системы приводит к уменьшению лейкоцитов, а вслед за тем и эритроцитов, в результате чего развивается анемия. Гибель от нарушения кроветворения называют костномозговой смертью.

На фотографиях:

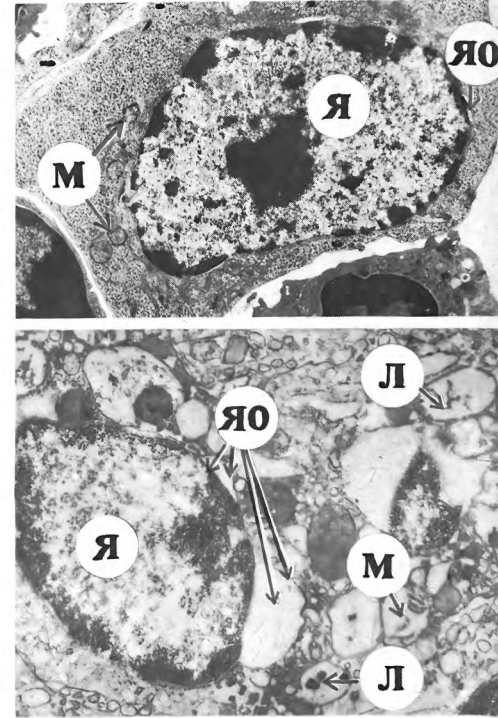
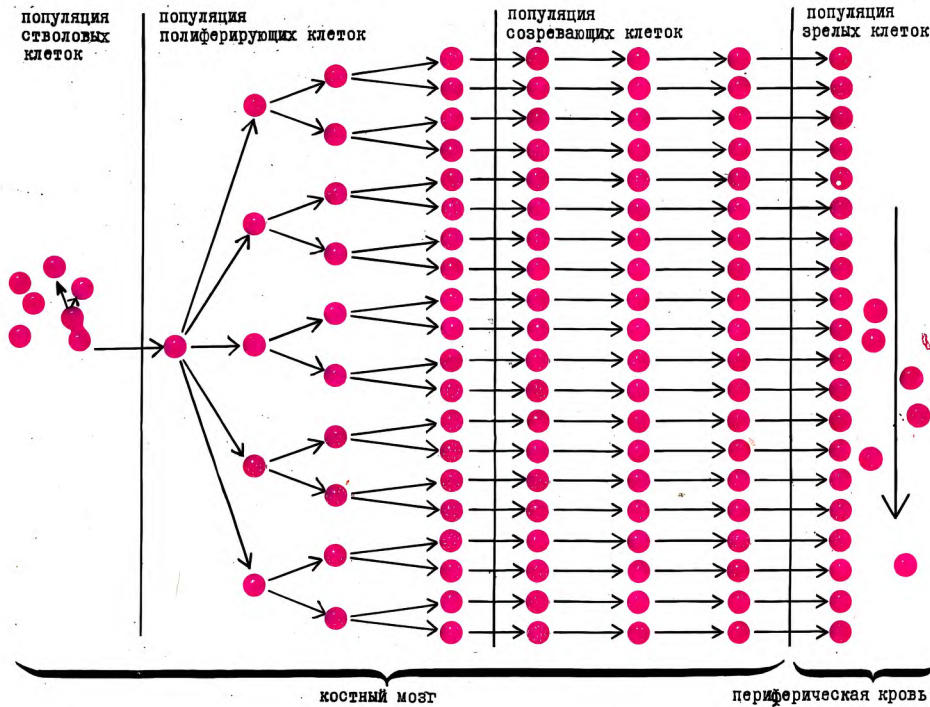
Бластная клетка костного мозга крысы. Норма. Увеличение 16 тыс. Я — ядро, ЯО — ядерная оболочка, М — митохондрии (вверху).

Бластная клетка костного мозга крысы. Облучение 450 рентген, 7-е сутки. Увеличение 27 тыс.

Я — ядро, ЯО — ядерная оболочка, М — митохондрии, Л — лизосома (внизу).



# СХЕМА РАЗВИТИЯ КЛЕТОК КРОВИ



Кровь человека, содержащая форменные элементы (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты), необходима для нормального роста, развития и жизнедеятельности организма. Продолжительность жизни этих клеток очень коротка. Эритроциты, например, живут в организме человека всего лишь около трех месяцев, а лейкоциты — от нескольких часов до нескольких дней. Каждую секунду наш организм теряет сотни тысяч форменных элементов. В то же время эта потеря ежесекундно восполняется за счет новых поступлений клеток, образующихся в кроветворных органах (в основном в костном мозге). Все зрелые клетки — эритроциты, лимфоциты, нейтрофилы, эозинофилы, базофилы, моноциты — хотя и выполняют разнообразные функции, но происходят из одной родоначальной клетки. Костный мозг содержит определенное количество таких клеток, способных к самоподдержанию. Они-то и представляют собой как бы арсенал, необходимый для постоянного пополнения клеток крови. В результате многократного деления из одной клетки образуются миллионы, которые после созревания выбрасываются в периферическую кровь.

Зрелые клетки, циркулирующие в периферической крови, наименее чувствительны к радиации и почти не разрушаются под влиянием радиоактивных излучений. Гораздо чувствительнее пролиферирующие клетки. Радиация буквально опустошает костный мозг, убивая все делящиеся и развивающиеся клетки. В результа-

те костный мозг уже не в состоянии пополнять кровь новыми клетками. И тогда возникает чрезвычайная ситуация: успеют оставшиеся родоначальные клетки восполнить значительную потерю клеток пролиферативной популяции — организм выживет и даже сможет справиться с лучевой болезнью, не успеет — организм обречен на гибель.

А можно ли вмешаться в этот процесс и помочь каким-то образом организму справиться с губительным действием радиоактивных лучей?

**В** физическом институте югославского города Винче произошла авария. Шесть сотрудников института, подвергшихся облучению, оказались под угрозой смерти. И тогда было решено произвести им пересадку костного мозга, полученного от здоровых людей. В результате произведенной операции жизнь была спасена пятерым из них. Это была первая большая победа врачей, сумевших спасти облученных людей от неминуемой гибели.

Успешной операции, конечно же, предшествовали многолетние исследования физиков, биологов, врачей из разных стран.

В начале нашего века принципы лечения лучевой болезни основывались на использовании лекарственных средств, стимулирующих формирование клеток крови, в сочетании с переливанием крови. Этот сложный метод давал хороший эффект при сравнительно невысоких дозах облучения. Однако при высо-

ких дозах такое лечение, как правило, не исключало смертельного исхода. Поиски же новых лечебных препаратов успеха не имели.

В самом начале 60-х годов начали успешно пересаживать костный мозг экспериментальным животным, которые предварительно облучались в абсолютно смертельных дозах. Пересадка костного мозга мышам, крысам, хомякам, кроликам, обезьянам и многим другим животным неизменно давала высокий процент выживаемости облученных животных.

Теоретически обосновывая данный эффект, специалисты долгое время отрицали возможность приживания ткани и придавали значение в основном гуморальным, то есть жидкостным, факторам, которые способствуют восстановлению кроветворной ткани облученного животного. Объяснялось это таким образом: пересаженные клетки, разрушаясь в организме реципиента, выделяют определенные неклоточные вещества, стимулирующие кроветворение у облученных животных. Такая теория, несмотря на отсутствие убедительных доказательств, долгое время была главенствующей, ибо казалось невероятным, чтобы костный мозг мог приживляться и даже формировать клетки крови в чужеродном организме. Но постепенно стали накапливаться косвенные, а вслед за ними и прямые доказательства в пользу теории приживания костномозговой ткани донора в организме реципиента. По этой теории, пересаженные в организм облученного животного клетки начинают активно размно-



жаться, что в конце концов приводит к восстановлению утраченных функций. Если, например, костный мозг крыс пересадить облученным в смертельных дозах мышам, то через некоторое время в их кровеносных сосудах будут циркулировать крысинские клетки крови.

Итак, костный мозг донора приживается в организме облученного реципиента и поставляет в периферическую кровь зрелые клетки. Именно этот фактор лег в основу лечения (и, надо сказать, достаточно эффективного) лучевых болезней.

**А** как ведут себя клетки других тканей донора в организме облученного реципиента? Пересадка клеток селезенки, периферической крови после общего смертельного облучения животных не помогала. Животные, хотя и несколько позже, но все же погибали от лучевой болезни. Пересадки клеток почек, головного мозга, кишечника и некоторых органов вообще оказывались неэффективными.

Неодинаковая лечебная эффективность различных тканей указывает на то, что есть определенный тип клеток, способных создать защитный эффект. Причем насыщенность тканей родоначальными элементами неодинакова, и чем больше таких элементов содержит пересаживаемый материал, тем быстрее наступает восстановление крови. Окольными путями можно даже подсчитать количество вводимых родоначальных клеток. Например, на селезенке облученных в смертельных дозах мышей через 10—12 дней после введения взвеси костномозговых клеток появляются видимые простым глазом «узелки» — колонии клеток, образовавшихся из родоначальной. При введении 2,5 миллиона клеток костного мозга здоровой мыши в селезенку мыши облученной формируются около 500 колоний. Исходя из того, что в селезенке оседает не более 20 процентов всех родоначальных клеток, можно подсчитать: всего с таким количеством костного мозга в организм реципиента вводится примерно 2000—2500 родоначальных клеток, которые обеспечивают полное выздоровление облученного организма.

Родоначальная кроветворная клетка, способная давать колонии клеток разных типов, утвердила за собой название «стволовая клетка». Она необходимая компонент любой кроветворной ткани.

Жизнь возможна в том случае, когда в организме устанавливается равновесие клеточной популяции за счет системы обновления. Эта система может быть определена как непрерывная последовательность клеток, в которой любая потеря урав-

новешивается новыми поступлениями клеток. Такое равновесие возможно только при наличии самоподдерживающегося резервуара недифференцированных (незрелых) предшественников — стволовых клеток.

Существование самоподдерживающейся популяции возможно в том случае, когда стволовая клетка после деления дает начало формированию зрелых клеток (так называемое гетероморфогеническое деление). Другая же часть остается в своем первоначальном качестве (гомоморфогеническое деление). Функциональная активность кроветворной ткани и ее способность к восстановлению находятся в прямой зависимости от числа и морфологической целостности стволовых клеток.

При обычных физиологических состояниях большая часть стволовых клеток находится в инертном состоянии. Однако чрезвычайные ситуации, угрожающие кроветворению, приводят к их активному делению, что, в свою очередь, приводит к формированию новых популяций клеток. Таким образом, стволовая клетка как будто получила достаточно полную характеристику с точки зрения ее физиологической направленности. Но вот беда! До настоящего времени нет обоснованного ответа на вопрос — какая же клетка обладает столь удивительными особенностями? Какова ее морфология? Среди каких клеток ее искать?

**У** животных и, конечно же, у человека есть огромная армия клеток, оберегающих организм от внедрения извне. Эти клетки — лимфоциты — способны вырабатывать антитела, уничтожающие любые чужеродные вещества. Но, оказывается, не все лимфоциты участвуют в иммунных процессах, «опознавая» чужеродные антигены и вызывая реакцию против них. Некоторая часть их дает начало кроветворным клеткам. Это значит, что способность костномозговых клеток восстанавливать кроветворную ткань облученных реципиентов, по-видимому, зависит от определенной группы клеток, по своей морфологии подобных лимфоцитам. Правильность этих выводов подтверждает такой факт: отфильтрованная лимфоидная фракция костного мозга образует в селезенке облученных реципиентов больше колоний, чем цельный костный мозг. Другими словами, фильтрат костного мозга, состоящий из лимфоцитов, содержит больший процент стволовых клеток, чем обычная взвесь клеток костного мозга.

Отсутствие положительного эффекта пересадки клеток селезенки, периферической крови, как оказалось, связано с тем, что лимфоциты, содержащиеся в этих тканях, в функцио-

нальном отношении отличаются от лимфоцитов костного мозга и, как правило, не обладают способностью стволовых кроветворных клеток. К этому выводу пришли после многочисленных экспериментов на млекопитающих. А как поведет себя в подобной ситуации лимфоциты периферической крови других позвоночных животных? Например, клетки крови черепах, выдерживающих дозу облучения, чуть ли не в сто раз превышающую смертельные дозы для млекопитающих? Или, скажем, голуби? Не связана ли их высокая устойчивость с потенциальными способностями лимфоцитов крови и других органов формировать новые ряды клеток? Ответить на эти вопросы мог лишь эксперимент.

У черепах и голубей перед облучением забирали по 10 миллилитров крови. Черепахам приходилось при этом производить небольшую операцию — разрезали кожу на задней конечности, открывали сосуд и брали с помощью шприца кровь. Иначе через толстую кожу попасть иглой в тонкий сосуд совершенно невозможно. Ну а затем животных подвергали облучению в смертельных дозах. Через 2—3 часа после облучения животным внутривенным введением возвращали их собственную взвесь лейкоцитов. Количество лейкоцитов предварительно подсчитывалось. Другой группе черепах и голубей для контроля взвесь не вводили.

Все черепахи, не получившие взвесь, погибли в течение 15 дней от лучевой болезни. Костный мозг их был совершенно опустошен, а в периферической крови встречались единичные лейкоциты. Контрольные голуби погибли уже к 7-му дню после облучения.

У черепах, получивших взвесь лейкоцитов после облучения, восстановление кроветворной функции отмечено в 90 процентах случаев. Выживаемость в течение месячного срока наблюдений составила 30 процентов. У голубей соответственно 82 и 19 процентов. И это при абсолютно смертельных дозах облучения!

Факты бесспорны: у некоторых позвоночных животных стволовые клетки в значительных количествах находятся в периферической крови. Следует ли из этого, что устойчивость некоторых животных к действию радиации объясняется только этим фактором?

**П**опытаемся разобраться в механизме радиационного процесса. У млекопитающих эритроциты и лейкоциты формируются в костном мозге. Остальные ткани не содержат стволовых кроветворных клеток. Продолжительность жизни зрелых лейкоцитов периферической крови — от нескольких часов до нескольких



дней. Этим объясняется то, что уже на четвертый-пятый день наступает критический момент — острая нехватка в клетках крови, а оставшиеся в незначительном количестве стволовые клетки не успевают за столь короткое время восполнить огромные потери. Именно этим фактором в значительной степени определяется относительно высокая радиочувствительность млекопитающих. А черепахи? Формирование клеток крови у них осуществляется не только в костном мозге, но и в селезенке, печени. Значительное количество стволовых клеток, как выяснилось, находится в периферической крови. Лейкоциты у черепах остаются жизнеспособными не 8—10 дней, как у млекопитающих, а 3—4 месяца. И благодаря тому, что зрелые клетки циркулируют в периферической крови довольно длительное время, критическая ситуация наступает лишь спустя 15—20 дней после облучения. А за этот период оставшиеся стволовые клетки успевают заселить кроветворные ткани и дать начало новым кроветворным росткам.

Но способны ли стволовые клетки черепах за это время сформировать зрелые клетки крови? Ведь черепаха — олицетворение медлительности. По-видимому, и пролиферация клеток должна идти у них замедленным темпом. Наблюдения за ростом и развитием клеток крови в пробирке развеяли и эти сомнения. Размножающиеся клетки крови черепах образуют большие, видимые простым глазом колонии уже на 6—7-й день культивирования, тогда как у млекопитающих они образуются на 8—10-й день. Вот еще одна удивительная особенность: в чрезвычайных случаях пролиферативная активность (то есть скорость размножения) клеток черепах находится на уровне активности клеток млекопитающих.

Все эти факторы позволяют черепахам сохранять жизнеспособность даже при значительных дозах проникающей радиации.

Итак, перед нами вырисовывается некоторая закономерность. Степень радиочувствительности животных независимо от уровня их эволюционного развития определяется следующими факторами:

- а) количеством стволовых кроветворных клеток;
- б) продолжительностью жизни зрелых форменных элементов крови;
- в) степенью пролиферативной активности клеток в чрезвычайных ситуациях.

Решена ли проблема радиобиологии выявлением этих факторов? Конечно же, нет. Еще много сил, энергии, знаний потребуется для того, чтобы человек полностью разобрался во всех тонкостях механизма радиационного поражения.

Но практическая медицина не может пассивно ждать полного решения радиобиологической проблемы. Ионизирующие излучения буквально ворвались в жизнь человечества. При лечении одного из опаснейших заболеваний — раковой опухоли, используются массивные дозы радиоактивных лучей. При хирургических пересадках органов и тканей реципиентов облучают радиоактивными веществами для того, чтобы ослабить иммунологический барьер. Интенсивно развивается атомная промышленность, космонавтика. Во всех этих случаях немаловажную роль приобретает проблема защиты человека от губительных лучей.

В недалеком будущем мы научимся распознавать и выделять стволовую клетку. И тогда вполне возможно будет, например, создание хранилища законсервированных стволовых клеток, взятых от людей, в той или иной степени имеющих дело с радиоактивными источниками. При необходимости эти стволовые клетки могут быть использованы для борьбы с лучевой болезнью. А искусственно повышая содержание стволовых клеток в организме человека, можно будет значительно повысить устойчивость человека к ионизирующей радиации.

## ХРОНИКА „ТМ“

● Почетные дипломы журнала вручены победителям состоявшихся в Москве соревнований по виндсерфингу (см. об этом виде спорта «ТМ» № 8, 1975 г.). На старт вышли спортсмены Москвы и столичной области, Ленинграда, Минска, Тбилиси. Первое место заняла команда Москвы. В личном зачете лидировали Георгий Арбузов (Москва) и Елена Александровская (Ленинград). О проблемах нового технического вида спорта участники соревнований вели разговор за «круглым столом» редакции. Отчет об этом будет опубликован в журнале.

● Сотрудники редакции встретились в Софии с коллективом болгарского молодежного научно-технического еженедельника «Орбита». Состоялось обсуждение планов дальнейшего сотрудничества братских изданий.

● Гостем «ТМ» был постоянный автор журнала из Франции бывший летчик эскадрильи «Нормандия — Неман» Константин Фельдзер. Обсуждены планы публикации статей, посвященных франко-советскому сотрудничеству в области науки и техники.

## Стихотворения номера

ЛАРИСА ФЕДОСОВА, инженер



Все расстаться не можем.  
А за росной околицей  
Птиц звенящих  
натянутый лук.  
Вот и кончилось лето.  
Солнце сонное клонится,  
И пустынно вокруг.  
Все расстаться не можем.  
Что за люди мы странные?  
Так робки,  
как в чужой стороне.  
Будто хмурые души,  
будто смутные страны  
Нам пробабкиных песен родней.  
Нескончаем наш путь.  
Как последними днями  
Ты люби и не мучь меня зря.  
Все расстаться не можем...  
И кружится над нами  
Планета Земля.



Я чувствую себя нелепым деревцем.  
Беззвездна ночь,  
а я свечусь, пою.  
Тих синий луг —  
и все же мне не верится,  
Что кто-то слышит песенку мою.  
Она кружит  
меж башен равнодушных,  
Домов, коров,  
покорных сонных пней —  
Витают,  
будто связывает душу,  
С землею,  
С тайным вымыслом о ней...



Голова моя то тяжелеет,  
То горит,  
как солнышко, огнем!  
Ни о ком я нынче не жалею  
С нежностью такою,  
как о нем.  
Кустику,  
цветку,  
травинке: «Милый... —  
Я шепчу, —  
ты у меня один!»  
Никогда в глазах так не рябило  
От летящих  
надо мной рябин.  
Никогда  
мне не было так страшно  
Ненароком Слово обронить.  
Нынче ни о чем меня не спрашивай,  
Я могу лишь плакать  
да любить...





Под редакцией:

генерал-майора авиации,  
летчика-испытателя 1-го класса,  
Героя Советского Союза  
Петра СТЕФАНОВСКОГО;  
консультант — кандидат  
технических наук Игорь КОСТЕНКО;  
автор статей — инженер  
Игорь АНДРЕЕВ;  
художник — Станислав ЛУХИН

## ЧЕРЕЗ АТЛАНТИКУ

Когда 1 апреля 1913 года английские подписчики развернули страницы «Дейли мейл», им показались, что «гвоздь» номера, выступление британского лорда хранителя печати Нортклифа, чересчур завырален даже для первоапрельской шутки. От имени газеты почтенный джентльмен предлагал 10 тысяч фунтов стерлингов тому, кто «за семьдесят два часа пересечет Атлантический океан от любого пункта в Соединенных Штатах до любого пункта Великобритании или Ирландии».

Едва закончилась мировая война и «Дейли мейл» напомнила о заждавшихся 10 тысячах, как вызов океану бросили десятки американских и английских летчиков, прошедших суровую школу воздушных военных действий. На полуострове Ньюфаундленд, который венчает восточную оконечность Соединенных Штатов, готовились к старту три английских и три американских экипажа. Из всех 6 экипажей успех выпал на долю английской команды, состоявшей из профессионального военного летчика Джона Алкока и его напарника — инженера Артура Уиттен-Брауна, также прослужившего всю войну в королевских ВВС.

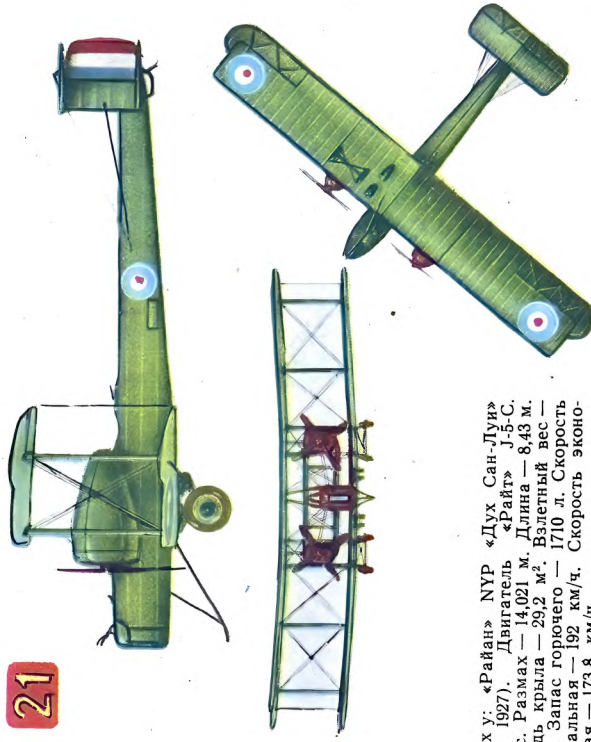
Обладатель пилотского удостоверения за № 368, выданного Королевским аэроклубом в 1912 году,

шись финансовой поддержки, летчик выбрал самолет и переоборудовал его по собственным чертежам. Линдберг отказался от многих тяжелых приборов, справедливо полагая, что штурманскую ошибку легче исправить, если есть запас горючего. На случай неудачи он припас снаряжение, перечень которого стоит привести, ибо эти предметы составляют ныне основу НЗ любой авиационной экспедиции. Линдберг загрузил в машину два электрических фонарика, моток шлагата, охотничий нож, четыре факела, герметические упакованные спички, большую швейную иглу, два банок консервов, две надувные подушки, комбинированный топор-пилу... К счастью, ни один из этих предметов не понадобился. Мотор не сдал, топлива хватило, штурманские расчеты оказались верными. Лишь однажды в тумане, не найдя под собой изрезанную береговую линию Ирландии, Линдберг снизился и, приглушив мотор, справился с направлением у шкипера рыболовного судна. Поздним вечером 21 мая показались огни Парижа, и через 33 часа после старта на Американском материке Линдберг оказался в объятиях парижан. «Почти полчаса я не мог ступить на землю, — вспоминал отяжненный пилот, — потому что восторженная



Рис. Александра Захарова

21



Вверху: «Райан» NYP «Дух Сан-Луи» (США, 1927). Двигатель «Райт» J-5-C. 223 л. с. Размах — 14,021 м. Длина — 8,43 м. Площадь крыла — 29,2 м<sup>2</sup>. Взлетный вес — 2381 кг. Запас горючего — 1710 л. Скорость максимальная — 192 км/ч. Скорость экономическая — 173,8 км/ч.

21. Бомбардировщик «Виккерс Вимп-Роллс» (Англия, 1918). Двигатели — 2X «Роллс-Ройс Игл» VIII по 375 л. с. Размах — 21,1 м. Длина — 13,2 м. Площадь крыльев — 122,4 м<sup>2</sup>. Взлетный вес — 6030 кг. Вес пустого — 3174 кг. Скорость максимальная — 161 км/ч. Емкость баков — до 3800 л. Бомбардировщик такого типа был переделан специально для трансатлантического перелета Алкока и Брауна.



Алкок был опытным летчиком и смог добиться финансовой поддержки от фирмы «Виккерс». Ему предложили двухмоторный бомбардировщик — биплан «Вими», дополнительное оборудование и оснащение: бортовую радиостанцию, ветряной генератор, костюмы с электроподогревом. В первые же часы полета 14 июня 1919 года летчики убедились в том, что громоздкая радиостанция не более чем бесполезный груз. Ветряк генератора заклинило, устранить неисправность можно было лишь на земле. Немногим полезнее оказалась и чудо-костюмы, работающие от автономных аккумуляторов.

Чтобы не сбиться с курса, Браун ориентировался по звездам. Алкоку приходилось то забираться за облака, то спускаться ниже и вести машину сквозь тучи. В довершение ко всему стали обледеневать крылья и, что страшнее всего, карбюраторы моторов. Оставив штурманские приборы, Браун вылез из открытой кабины и по крылу, держась за раскладки, добрался до двигателя. Лед с карбюратора он соскребил ножом. Ночь прошла в опаснейших прогулках по крылу на высоте 1000 метров над Атлантикой. Ранним утром, спустя 16 часов 12 минут после взлета, «Вими» ткнулся носом на побережье Ирландии. Днем «Дейли мейл» известила мир о том, что Атлантика покорилась отважным английским летчикам.

Марке «Трансатлантическая авиапочта», которую генеральный почтмейстер Ньюфаундленда заготовил перед полетом Алкока и Брауна, пришлось прождать добрых 17 лет, прежде чем над Атлантикой пролегла первая воздушная линия авиаконпании «Дойче Люфтвагза»...

Этапным в многолетнем состязании с атлантическими просторами оказался 1927 год. 21 мая, стартовав накануне в Нью-Йорке, 25-летний американец Чарльз Линдберг пересек океан на легком одномоторном самолете фирмы «Райан». Как и его предшественники, Линдберг вдохновляла щедрая премия в 25 тысяч долларов, учрежденная миллионером Раймондом Ортейгом. Добив-

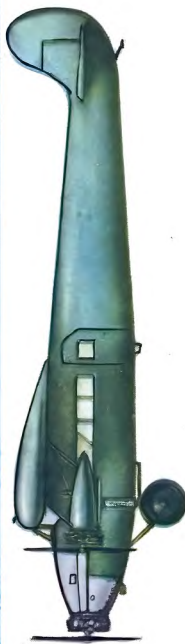
толпа передавала меня с рук на руки».

Почему-то перелет Линдберга вызвал куда больший фурор, чем первая победа над Атлантикой Алкока и Брауна. Скорее всего публичное импровизированное выступление Линдберга, рискнувшего в одиночку пойти на это нелегкое испытание.

Вы обратили внимание: все удачные и тщетные попытки перелететь Атлантику начались в Северной Америке. Летчикам помогал ветер, дул, как правило, с запада на восток. К тому же у северо-американского побережья часто бывает плохая погода. Лучше, полагали пилоты, стартовать в ненастье, чем попасть в непогоду после тысяч километров пути, почти без бензина, уйдя в сторону от намеченного маршрута. Вынужденная посадка в густонаселенной Европе менее опасна, чем авария в пустынной тундре Лабрадора...

После перелета Линдберга в борьбу за воздушную «голубую ленту» Атлантики вступили немцы. Фирма «Юнкерс» сконструировала и построила два самолета типа W-33, один из которых получил название «Бремен», а другой «Европа». 26 марта 1928 года «Бремен» под управлением немцев Германа Келя, Е. Г. фон Хоннефельда и ирландца Джеймса Фицджериса стартовал с аэродрома Белдонелл и через 36 часов полета приземлился на острове Гринли у Лабрадора.

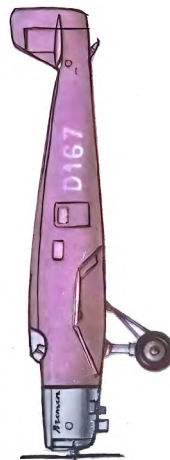
До 1 июля 1929 года летчики многих национальностей на самых разнообразных машинах предприняли 48 попыток преодолеть тысячемильные пространства Атлантики. 141 человек рискнул вступить в борьбу со стихиями, 23 из них погибли в океанских волнах. Только 11 попыток увенчались успехом. Лишь в 1936 году начались регулярные почтовые перевозки через Атлантику, ставшую в наши дни оживленнойшей воздушной дорогой между Европой и Америкой. Океан, который долгие годы служил необъятным пологом, где проверялись возможности всемогущей теперь авиации, окончательно покорился человеку.



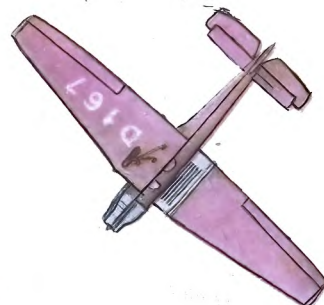
22



22. «Фоккер» F-VII взлёт (Голландия, 1926). Двигатели 3Х «Райт Уайрленд» J5-С по 223 л. с. Размах — 21,71 м. Длина — 14,5 м. Площадь крыла — 67,6 м<sup>2</sup>. Взлётный вес — 6964 кг. Вес пустого — 2830 кг. Скорость максимальная — 207 км/ч. На самолёте такого типа американская летчица Амалия Эрхарт 17 июля 1928 года перелетела через Атлантику.



23



23. «Юнкерс» W-33L «Бремен» (Германия, 1927). Двигатель «Юнкерс» L5.310 л. с. Размах — 17,6 м. Длина — 10,6 м. Площадь крыла — 44,0 м<sup>2</sup>. Взлётный вес — 3700 кг. Вес пустого — 1470 кг. Скорость максимальная — 191 км/ч. На этом самолёте в 1927 году совершён первый перелёт через Атлантику с востока на запад.



Единственный спутник звезды Варуны, планета Юрас, как и остальные планеты этой стороны космоса, вершит свое го-дичное и суточное вращение так, что его ось всегда и почти точно нацелена на центральное светило. Смену дня и ночи здесь можно наблюдать лишь в окрестностях экватора. Про такие планеты говорят, что они «лежат на предцессии».

В эпоху освоения 134-го космического сектора к Юрасу дважды навевывались космолеты, и оба посещения оказались вполне прозаическими. В первом полете была обнаружена на затемненной части планеты огромная гладкая равнина, которую и назвали Лысиной Юраса.

Второе обследование планеты было более основательным. Двое сотрудников Института 9-й зоны — супруги Петровы — высадились вблизи освещенного полюса Юраса и изучили химический состав его атмосферы, оказавшейся смесью пяти псевдоорганических газов.

Никаких признаков жизни на Юрасе не выявилось, как и на остальных планетах 134-го сектора. Надо, однако, сказать, что ни Сергей Горохов, ни Петровы не располагали биотехноскопом, изобретенным позднее, после их полетов.

В то время, к которому относится наш рассказ, Юрас, уже давно никем не тревожимый, снова находился в соседстве с космическим кораблем. В этом маленьком двухместном корабле, на борту которого пылала надпись «Внешний-7», находились двое — Николай и Борис Щекуновы. Они пристально рассматривали Юрас в телескоп. Братья Щекуновы направлялись на знаменитый спиралеобразный астероид Хафор. На нем не так давно были обнаружены странные предметы — исчерченные волнистыми царапинами архидревние каменные кольца. Не являлись ли надписями царапины на них?

Чтобы ответить на этот вопрос, с Одиннадцатой Станции отправилась группа в составе трех специалистов.

Помимо Николая и Бориса, которые были космоархеологами, в нее входил еще математик-лингвист Еадим Хадаков. Он вылетел шестью часами раньше братьев Щекуновых на одноместном субсветовике. Корабль Хадакова назывался «Связной-15».

Причиной тому, что «Внешний-7» и «Связной-15» летели порознь, была устарелость причально-стартового оборудования, которым располагала Одиннадцатая Станция. После каждого запуска субсветовика оно согласно инструкции должно было проходить шестичасовой техосмотр. Когда «Внешний-7» полетел наконец вслед за «Связным-15», корабли не могли уже наблюдать друг друга, поскольку за шесть часов «Связной-15» пролетел огромное расстояние.

Путь космолетов пролегал мимо Варуны и ее спутника. Лететь до них пришлось почти две недели. Здесь космонавтам надлежало выполнить довольно сложную коррекцию траекторий их кораблей, чтобы облететь скопление белых карликов, преграждавшее прямой путь к Хафору. Теперь «Внешний-7» находился в трехстах миллионах километров от Юраса. Коррекцию траектории «Внешнего-7» предстояло выполнить минут через семьдесят.

Николай и Борис вглядывались в телескоп. Однако поскольку Юрас был повернут к кораблю темной стороной, братья ничего не видели, кроме темного пятна, закрывающего звезды. Это обстоятельство раздражало Николая. Он перестал смотреть в телескоп и попросил брата выяснить, «когда повернется эта сковорода».

— Через 23 минуты, — сообщил Борис, сверившись с приборами.

— А тем временем, капитан, вспомни, что надо и перекусить.

— Хорошо, хорошо, — ответил Борис, не отрывая глаз от телескопа, и вдруг вскрикнул:

— Что это? Смотри!

Николай взглянул в телескоп и обомлел. На черном диске планеты светилось серебряным светом изображение шестикрылого насекомого, похожего на осу. Оно было немного стилизованным и одновременно очень подробным. Все сегменты усиков, все жилки на крыльях были очерчены с педантичной тщательностью. Изображение было грандиозным. Должно быть, оно покрывало на Юрасе миллионы квадратных километров.

Несколько секунд Николай обозревал это чудо. Потом он бросился к приборному щитку, включил монохроматический прожектор и защелкал голографическими аппаратами.

— Ты что, и не думаешь тормозить? — крикнул он вдруг с удивлением Бориса, заметив, что тот не спешит выключать двигатель.

— Я не буду менять курс, — заявил Борис.

# ШЕСТИКРЫЛЫЕ ОСЫ

## Научно-фантастический рассказ

ДМИТРИЙ ДЕ-СПИЛЛЕР

Рис. Юрия Макарова







— Но почему же?

— Потому что если мы ляжем сейчас на околоюрасианскую орбиту, то не сможем долететь до Хафора. Горючего не хватит.

— Я это знаю. Ну и что? Вернемся на Одиннадцатую Станцию, — взволнованно возражал Николай.

— Юрас теперь уже не избежит обследования, — сказал Борис. — Учти, однако, что отсюда наши слабые лазерограммы Хафор не примет, а с Одиннадцатой Станции до него лазерограмма летит месяца полтора. Значит, прежде, чем на Хафоре узнают, в чем дело, тамошняя братия решит, что мы потерпели аварию. Нам навстречу вышлют экспедицию. Нет, мы не можем так самовольничать!

Услыша эти добродетельные доводы, Николай рассвирепел.

— Ты шутишь, что ли! — закричал он во весь голос. — Да откуда ты знаешь, что сейчас на Юрасе не происходит что-то неповторимое? Где гарантия, что потом не придется кушать локти? Вдруг именно сейчас какая-то цивилизация именно нам с тобой подает сигналы!

— Смотри, оса потемнела! Она исчезает! — воскликнул Николай с отчаянием.

Борис тоже заметил, что изображение потемнело. Некоторые его детали пропали. Было ясно, что оно вот-вот исчезнет. Когда в этом уже нельзя было сомневаться, Борис решил перевести корабль на околоюрасианскую орбиту.

Через несколько минут приготовления к изменению курса корабля были окончены, а шестикрылая оса померкла. Тогда Николай и Борис послали на Одиннадцатую Станцию лазерограмму с описанием происшествия и легли в аэрольные капсулы. Эти капсулы при включении лучевых двигателей заполнялись аэролом — особой жидкостью, которую можно вдыхать. Кроме того, находясь в ней, человек способен переносить огромные перегрузки. Ложась в капсулу, Николай сказал:

— Ничего, Борис, на Хафоре обойдутся без нас. Хадаков должен через тысячонку часов прибыть на Хафор. Он живо докажет, что никакие цивилизации там и не ночевали.

**Н**иколай ошибался, думая, что Хадаков в скором времени прилетит на Хафор. Хадаков не мог «через тысячонку часов» прибыть на Хафор, потому что, корректируя траекторию «Связного-15», он непозволительно оплошал.

«Связной-15» был оснащен полуавтоматическим корректировщиком курса корабля, управляемым тремя рычажками. Рычажки эти были косвенно связаны с серводвигателями и непосредственно с пятью встроенны-

ми в телескоп маленькими белыми дисками. При коррекции траектории Хадаков направил телескоп точно на Юрас. В центре предметного стекла телескопа светящейся краской был начерчен крестик, видимый даже над дневной половиной планеты. По зрительному полю соответственно перемещению рычажков двигались светлые пятнышки.

Хадаков должен был закрыть светлыми пятнышками пять определенных звезд, видимых в телескоп, затем дожидаться момента, когда крестик коснется ночной половины Юраса, надавить в этот момент кнопку и перевести все рычажки в крайнее правое положение. Закрыть белыми пятнышками пять определенных звезд, видимых в телескоп, не составило большого труда. Справившись с этим делом, Хадаков стал ждать момента, когда светящийся крестик коснется темной половины Юраса. Но когда этот момент наступил, Хадаков на некоторое время просто оцепенел. Войдя в темную часть планеты, светящийся крестик вдруг превратился в очень маленькую шестикрылую осу. Эта оса была в тысячи раз меньше той, которую наблюдали вскоре затем братья Щекуновы. Однако Хадаков отличался чрезвычайно острым зрением и ясно видел, что крестик превратился в шестикрылую осу.

Как такое могло случиться? Пытаясь понять это, Хадаков заглянул под кожу телескопа, но вдруг вспомнил, что надо же закончить коррекцию траектории корабля. Он быстро передвинул рычажки вправо и заходил взад-вперед по жилому отсеку, ероша волосы и обдумывая чудо превращения крестика в шестикрылую осу.

Вдруг его размышления прервала ужасная мысль: «А нажал ли он кнопку перед тем, как передвинуть рычажки вправо?»

Хадаков бросился к телескопу. Минуты две он вглядывался в открывшуюся картину — усеянный звездами диск, середину которого занимал Юрас — узкий белый серп. В центре диска снова белел маленький крестик, а пять соответствующих звезд по-прежнему закрывались белыми кружочками. У краев диска светились изображения шкал, встроенных в телескоп приборов. Хадаков содрогнулся, когда понял смысл увиденного: он не нажал кнопки, и поэтому серводвигатели не сработали. Теперь, если не запустить безотлагательно во всю силу лучевые тормоза, то через несколько минут «Связной-15» неминуемо врежется в Юрас и превратится в пламя.

Заметим, что винить Хадакова в случившемся не следует, поскольку в решающий момент он впал в состояние, именуемое медиками «стрессовой амнезией». Такое состояние при определенных обстоятельствах может постигнуть любого.

Но теперь он действовал энергично и быстро. Хадаков коснулся циферблата часового механизма, передвинул до упора рычаг аварийного торможения и лег в аэрольную капсулу, которая тут же заполнилась аэролом.

Последующие четверть часа были мучительными, но потом, когда лучевые тормоза кончили работать, действие перегрузок прекратилось. Вдруг корабль сильно трянуло. Раздался грохот. В следующее мгновение наступила тишина.

Подождав, пока капсула опорожнится, Хадаков выбрался из нее. Он почувствовал недостаток воздуха. Очевидно, корабль разгерметизировался.

Хадаков надел скафандр и потушил свет, горевший в жилом отсеке. Стоя перед иллюминатором, он вглядывался в сумрак юрасианской ночи и через некоторое время увидел неясные очертания безжизненной гористой местности.

Неподалеку от корабля протекала река, дымящаяся сизым дымом. На том берегу реки чернели крутые, почти отвесные утесы, один из которых возвышался над остальными. Его вершина была освещена белесыми лучами Варуны. По зеленоватому небу плыли прозрачные облака.

Хадаков включил свет и занялся осмотром корабля. Скоро он понял, что корабль безнадежен — отремонтировать его Хадаков не мог. Невозможно было также сообщить куда-либо об аварии, поскольку от корабельных лазеров остались одни обломки. Положение было безвыходным.

Придя к такому выводу, Хадаков взял корабельный журнал и приготовился писать. Случайно его взгляд упал на стекло иллюминатора, и ему показалось, что оно как-то неестественно освещено — извне слабым светом. Он потушил лампу и вдруг вскрикнул от удивления. На утесе, задетом лучами Варуны, сверкало





жал Борис. — Сначала они учиняют грандиозную иллюминацию, затем начисто уничтожают все ее следы, а сами где-то прячутся. Да ведь их поведение бессмысленно!

— Что ж, их обычай могут отличаться от наших, — сказал Николай, пожимая плечами.

— Это, конечно, верно.

— Ты знаешь, я думаю, что изображение осы могло и не быть сигналом. Оно могло быть, например, идолом или игрушкой...

Одно непонятно: откуда эти чудодеев набрались энтомологических познаний? Откуда им известно, что такое насекомое? Неужели же на Юрасе живут шестикрылые осы?

— Биотехноскоп считает, что там нет жизни.

— Мистика! Послушай, а может быть, юрасиане сами являются шестикрылыми осами?

Борис не успел ничего ответить, потому что в эту минуту раздался звонок и на световом табло зажглась надпись, гласившая, что в квадрате номер 677293517 биотехноскопом зарегистрирован объект несомненно искусственного происхождения. В то же самое время на экране появилось изображение зарегистрированного объекта. Им оказался лежащий на каменистом грунте разбитый космический корабль.

— Поймай! Ведь это корабль Хадакова! Это же «Связной-15»! — закричал Борис.

Это действительно был «Связной-15».

Не мешкая, братья Щекуновы повели космолет на посадку. Спустя полчаса корабль вошел в плотные слои атмосферы. Выпустив коротенькие крылья, он стал стремительно снижаться и в скором времени опустился на грунт у изгиба реки неподалеку от «Связного-15».

Был день. Варуна скрывалась за горами, но юрасианское небо заливало местность каким-то вязким белесым светом. В иллюминаторы было видно реку и красноватые утесы за рекой. Возле реки стоял изувеченный «Связной-15».

Помрачневшие от тяжелых предчувствий, Николай и Борис надели скафандры и вышли из космолета. Вскоре они были уже на «Связном-15». Братья осмотрели корабль и выяснили, что он покинут Хадаковым. Тогда они вернулись на «Внешний-7» и стали ждать Хадакова. Справедливо полагая, что Хадаков вряд ли станет переплывать реку в неплавучем скафандре, они уселись у иллюминатора напротив скалистой гряды и обзирали расщелины между скалами.

Ждать Хадакова пришлось долго. Уже наступили сумерки, но братья все еще не зажигали прожекторы. Вдруг корабль качнулся, и откуда-то сзади послышался скрип. Братья

обернулись и увидели, что стекла обращенных к реке иллюминаторов были погружены во что-то странное. Сквозь них виднелись какие-то лепестки, цепочки шариков и очень много искривленных белых шнуров. Николай включил прожектор, и тотчас сильным толчком «Внешний-7» наклонил вперед, он закачался, но сохранил вертикальное положение и утвердился в нем. При этом иллюминаторы очистились. Тут Николай взглянул в один из иллюминаторов и вдруг радостно замахал рукой. Из расщелины между скалами вышел Хадаков, одетый в скафандр, и направился к «Внешнему-7».

В то время, когда Николай и Борис наблюдали в телескоп гигантское изображение шестикрылой осы, Хадаков подвергался смертельной опасности. Предусмотреть эту опасность (зная которую Хадаков все равно бы не отступил) ему помешало сильнейшее нервное напряжение. Он все время был как сам не свой, путешествуя по Юрасу. Его путешествие длилось много часов. Сначала Хадаков шел берегом дымящейся реки. Потом река повернула направо, и ему пришлось искать прохода в широкой гряде скал. Только после долгого блуждания между скалами он вышел на простор.

Теперь он находился на широкой равнине, погруженной во мглу, прорезываемую лучом маленького прожектора, укрепленного на его шлеме. Он поминутно смотрел на часы. Шел он очень быстрым шагом. Примерно через час ходьбы по равнине он заметил, что равнина всхолмилась. Теперь она слегка повышалась к северу. Справа темнел овраг, который, углубляясь и расширяясь, уходил за горизонт. Мало-помалу он превратился в огромный каньон, который вдруг круто изогнулся, будто сломався, и повернул направо.

В излучину каньона прежде, очевидно, впадала река, от которой сохранилось русло, наполненное камнями. Опасаясь оползня, Хадаков очень осторожно перешел через русло. Затем он поднялся на пригорок и увидел Лысину Юраса.

Она была похожа на беспредельное фарфоровое поле. Прожектор, укрепленный на шлеме Хадакова, бросал вдали сноп света, отчего по фарфоровому полю скользило светлое пятно. Хадаков заметил извилистые полосы, придававшие белому покрову Лысины Юраса сходство с брюхом кита. Было очевидно, что он обладал некоторым внутренним строением.

Хадаков взглянул на часы и до боли закусил губу. Вдруг он заметил, что белый пласт, застилавший равнину, немного посветлел. Через

оправленное чернотой ночи выпуклое светящееся изображение шестикрылой осы. Край одного из ее крыльев был погружен в светлое пятно на вершине утеса.

Минут через десять изображение поблекло и исчезло. Между тем восходящая Варуна осветила вершину еще одной скалы. Было видно простым глазом, как ее бледные лучи скользили по красноватым склонам, косматившимся при их прикосновении клоками серого тумана. Туман медленно оседал и стекал с вершины скалы в реку двумя широкими шевелящимися лентами. Наблюдая за ними, Хадаков вдруг увидел поблескивающие под завесой тумана контуры гигантского барельефа, изображающего шестикрылую осу. В следующее мгновение барельеф засветился серебряным светом.

Хадаков вскочил из-за стола и заходил взад-вперед. Неожиданно на его лице выразилась радость. Он глянул на часы и поспешил выбраться из корабля. Подойдя к дымящейся реке, он повернул направо и зашагал вдоль реки в темноту юрасианской ночи.

„Внешний-7» совершал уже девятый оборот вокруг Юраса. Николай и Борис сидели в креслах и обсуждали тот факт, что Юрас оказался девственным, как нераспечатанная колода карт.

Уже два часа безостановочно работал биотехноскоп и успел изучить около 600 миллионов квадратов, то есть почти седьмую часть поверхности Юраса. Но все обследованные квадраты были семиотически бессодержательны. От шестикрылой осы не осталось никаких следов. Братья готовы были бы поверить, что оса им пригрезилась, если бы не свидетельство фотоаппаратуры.

— Трудно допустить, что изображение осы возникло естественным путем, — говорил Николай с некоторой растерянностью. — Скорее всего оно было кем-то создано искусственно.

— Но подумай, какие же нелепые поступки придется в таком случае приписать его создателям, — возра-



минуту он слабо светился, а еще через минуту превратился в волну-ющееся море серебряного огня, озарившего облака и само небо. Сделалось светло как днем. Исполнинские огненные столбы взмывали над океаном серебряного пламени.

Вдруг грунт качнулся, забился все сильнее и сильнее и, наконец, содрогнулся с такой силой, что Хадакова сбросило с пригорка, и он неминуемо попал бы на поток камней, несущихся по руслу высохшей реки в глубину пропасти, если бы ему не удалось, уцепившись за уступ, выхватить нож и по самую рукоятку вонзить его в грунт. Это остановило его падение. Собрав все силы, опираясь на рукоятку ножа и цепляясь за уступы, Хадаков вскарабкался на ровное место.

Обессиленный, он лежал близ края пропасти. Вокруг него свистел ветер и блуждали языки серебряного пламени.

Мало-помалу буйство стихий утихло. Тогда Хадаков встал на ноги и медленно побрел пешком назад вдоль каньона. Он шел и шел по однообразно-безотрадной равнине, слабо освещенной светяющимся небом, и, наконец, вышел к гряде скал. Много часов блуждал он между скалами. Когда он спустился в долину дымящейся реки, уже вечерело.

Хадаков шел около часа берегом реки и, наконец, разглядел в проходе между скалами космические корабли. Почти тотчас он увидел вспышку света сзади, озарившую один из кораблей, который закачался после этой вспышки. Хадаков увидел, что это был «Внешний-7», и направился к нему.

Сначала братья ни о чем не спрашивали Хадакова. После объятий они усадили его за стол и, пока он ел, занимались приготовлениями к отлету.

Чтобы, взлетев, сразу же направиться точно на Одиннадцатую Станцию, необходимо было изучить гравитационную обстановку в околоюрасианском пространстве. С целью ее изучения братья запустили маленький спутник, связанный с корабельным компьютером. «Внешний-7» не мог стартовать раньше, чем спутник закончит облет Юраса, а на это требовалось минут пятьдесят.

Когда Хадаков утолил голод, между космонавтами завязался разговор.

— Скажи, Вадим, куда и зачем ты ходил? — спросил Борис.

— Я ходил подавать вам сигнал.

— Как? Неужели ты хочешь сказать, что сам сделал осу?

— Нет, но я ее поджег. Для этого был нужен просто яркий луч света. Она зажглась, когда на нее упал свет.

— Но как ты узнал, что оса подожжется?

— Я видел двух ос здесь на утесах. Они вспыхнули именно тогда, когда их коснулись лучи Варуны. Потом они исчезли. Очевидно, они состоят из летучего вещества, в котором свет возбуждает какую-то реакцию...

— Прости, а что случилось на «Связном-15»? — перебил Николай.

— Корректируя траекторию корабля, я вдруг увидел осу, растерялся и забыл нажать кнопку фиксации режимов серводвигателей. Потом я затормозил корабль и сел на Юрас единственно затем, чтобы не врезаться в него.

— А что представляют собой осы? Ты знаешь это? — спросил Борис.

— По-моему, они являются просто-напросто накаменными морозными узорами, — отвечал Хадаков, — но в отличие от обычных морозных узоров они состоят не из воды, а из кристаллов какого-то другого вещества. Они отлагаются ночью и уничтожаются днем лучами Варуны. Увидев их, — продолжал Хадаков, — я подумал, что на ночной половине планеты ничто не мешает им достигать огромных размеров. И тут я вспомнил о Лысине Юраса. Мне пришло на ум, что она является идеальным гнездилищем для шестикрылых ос. На этом огромном, никогда не освещаемом Варуной пространстве за миллионы лет должны были вырасти исполнинские осы.

— Вас понял, — сказал Борис. — Значит, ты решил добраться до какой-нибудь из них и поджечь ее, чтобы мы с Николаем заинтересовались осой, изучили Юрас биотехноскопом и нашли тебя. Это понятно. Но скажи, если знаешь, что за приключение произошло с нашим кораблем за минуту до твоего появления? — спросил Борис и разъяснил коротко суть происшествия.

— Я думаю, — сказал Хадаков, — что на ваш корабль, как изморозь на оконное стекло, осаждался иней, из которого формировалась шестикрылая оса. Через иллюминатор вы видели части ее брюха. Когда вы включили прожекторы, оса зажглась и быстро испарилась, а образовавшиеся газы с силой толкнули корабль, и он закачался. (Чтобы не вводить читателя в заблуждение, мы должны сказать, что предположение Хадакова было ошибочным.)

— Но если такая маленькая оса, как та, которая выросла на нашем корабле, послужила причиной порядочного толчка, то какой же силы взрыв произошел, когда ты поджег свою огромную осу! — сказал Николай. — Ты был на волоске от смерти.

— Когда я поджег осу, грунт заходил ходуном, и я чуть не свалился в пропасть. Я едва мог удержаться на краю ее. Не пойму, как я упустил из виду, что, когда такая машина ис-

парится, юрасианская кора заколеблется. Иначе и быть не могло! Она весила добрый миллиард тонн!

— Да уж не меньше, — сказал Николай.

Он встал с кресла и вдруг заговорил громко и взволнованно:

— Но ведь это невозможно! Это же совершенно немыслимо, чтобы на краю света, в нескольких парсеках от Земли узоры из инея почему-то повторяли очертания земного животного — осы! Это невероятно!

— Это не так уж невероятно, — возразил Хадаков. — Ты видел, например, что морозные узоры на стекле бывают точь-в-точь похожи на листья папоротника. А это значит, что в самых отдаленных глубинах вселенной ты увидишь листья земного папоротника, если там есть вода, гладкая поверхность и мороз.

Недавно открыли так называемые башаринские группы. Это инвариантные квазипроективные преобразования, характеризующие форму предмета. Оказалось, что то общее, что имеют, например, фигуры всех аистов, или всех кошек, или всех кувшинов, определяется наборами башаринских групп. Когда мы решаем, что вот это — герань, это — груша, а это, скажем, овца, то наш глаз схватывает прежде всего именно башаринские группы.

Есть ветвь математики, исследующая рост. Раньше я ею занимался. Она ставит своей задачей ответить на следующий вопрос: как получается, что многие животные, растения, кристаллы и скопления кристаллов при росте, увеличиваясь в размерах, сохраняют, однако, свою характерную форму, то есть присущие им наборы башаринских групп?

В основе этого довольно удивительного факта лежат определенные математические механизмы. Они очень плодотворны, но не всемогущи, то есть они могут создать лишь ко-



14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35



нечное число различных форм. Это число огромно. Подсчитано недавно, что все многообразие древних и современных форм земных животных и растений составляет лишь четверть процента от этого числа. Однако четверть процента — это все же вполне ощутимая величина. Значит, есть реальные шансы в самых неожиданных обстоятельствах в отдаленнейших уголках вселенной находить земные формы.

— Неужели существует лишь конечное число возможных обликов живых существ? — спросил Борис.

— Этого математика не утверждает, — ответил Хадаков. — Утверждается лишь, что ограничено число обликов тех структур, которые во время роста сохраняют свой характерный внешний вид.

— Все-таки странно, что живые и неживые объекты могут быть так похожи, — сказал Николай.

— Формами тех и других, — отвечал Хадаков, — управляют одни и те же математические механизмы. А они универсальны. Для них безразлично, какие именно предметы растут. Растут же не только живые организмы. Растут и кристаллы, и сталактиты, и т. п. Недавно открыли, что могут расти и астероиды за счет реликтового излучения. Так что не исключено, — сказал Хадаков, улыбаясь, — что вскоре откроют скопление растущих астероидов, имеющих вид исподлинских летучих мышей. Может вдруг обнаружиться, что масконы в недрах Луны точь-в-точь похожи на динозавров или трилобитов или что на Юрасе есть пещера, со сводов которой свисают сталактиты, как две капли воды похожие на змей...

— Подожди, ведь эволюция на Земле выработала формы, приспособленные к внешним условиям. Чем ты объяснишь, что абстрактные математические законы разрешают животным и растениям иметь именно те формы, которые соответствуют целям выживания? — спросил Борис.

— Во-первых, тем, что механизмы роста достаточно плодотворны, во-вторых, тем, что башаринские группы не сковывают форму намертво; внутри положенных ими пределов легко находят формы, отвечающие целям выживания. Впрочем, иногда мы преувеличиваем роль целей выживания. Так, например, в подходящих растворах крупницы некоторых веществ образуют скоплениями кристаллов, удивительно похожих на водоросли. Ясно, что их сходство с водорослями ничего общего не имеет с целями выживания. Значит, и формы самих водорослей отнюдь не определяются лишь этими целями.

— У меня есть еще один вопрос, — сказал Борис. — Осу, увиденную мною и Николаем, поджег ты, вмешавшись в естественный порядок ве-

щей на Юрасе. Но оса, которую ты сам увидел из космоса, зажглась от лучей Варуны. Чем ты объяснишь, что ни Петровы, ни Горохов не видели ничего подобного?

— Я думаю, — отвечал Хадаков, — что мне случилось увидеть очень редкое явление. Гибель от лучей Варуны такой огромной осы, что сквозь атмосферу ее видно из космоса, случается не каждый год. Ведь эта оса могла уже миллион раз погибнуть, прежде чем она доросла до таких больших размеров. Теоретически жуки могут достигать веса в 30 кг, но многие ли могут похвастаться тем, что им удалось выудить тридцатикилограммовую жуку? — С этими словами Хадаков посмотрел на часы. — Через три минуты стартем, — объявил он и направился к аэрольной капсуле.

Ровно через три минуты «Внешний-7» взлетел. Он точно лег на трассу, вычисленную компьютером. Через три недели, всего лишь однажды прибегнув к коррекции траектории полета, космонавты достигли Одиннадцатой Станции.

Между тем на Юрасе, в покинутой космонавтами долине, дни сменяются ночами, и с наступлением вечерних сумерек из дымящейся реки на прибрежные скалы выползают белоснежные шестикрылые осы. (Оса, уничтоженная прожекторами «Внешнего-7», тоже выползла из дымящейся реки и наползла на «Внешний-7», а не образовалась из выпавшего на него инея, как думал Хадаков.) Шестикрылые осы обладают лишь самыми примитивными рефlekсами. Днем они скрываются от губительных лучей Варуны в темной влаге, струящейся в реке. Ночью они взбираются на утесы и впитывают их тепло. Они не могут перемещать свои члены. Их движение вверх и вниз по утесам порождается выпадением из атмосферы на их тела новых частичек инея и сублимацией старых. Они как бы непрерывно перекристаллизовываются в процессе движения. Иногда случается, что какая-нибудь оса чересчур вырастает, и тогда она цепенеет. Слишком большие осы утрачивают способность двигаться, но не способность к росту. Они стремительно растут до тех пор, пока их не уничтожат лучи Варуны.

Время от времени на скалах появляются новые осы. Они не рождаются от себе подобных. Они образуются на скалах из сконденсировавшихся паров сложного летучего вещества, входящего в атмосферу планеты. Новые осы чаще всего сгорают в лучах Варуны, но иногда им удается еще ночью забраться в реку, и тогда они включаются в странное подобие жизни, утвердившееся на Юрасе.

## Еще одно чудо селекции

Все слышали, конечно, о гигантах растительного мира — секвойях, родина которых Северная Америка. На великом соревновании природы эти хвойные растения занимают первое место по своим размерам, далеко оставляя позади других представителей растительного мира.

Танцевальная площадка на пне срезанной секвойи; дупло-ворота, сквозь которые проходят автомашины; зеленый факел, на десятки метров вознесшийся над многовековым лесом, — эти фотографии знакомы нам всем.

Но мало кто знает, что существуют на земном шаре хвойные деревья той же породы и того же многовекового возраста, которые за просто размещаются на туалетном столике. Знаменитое народное движение селекционеров Японии в результате многовековых опытов создало такую породу деревьев.

В японском искусстве наравне со скульптурой и живописью существует еще одна разновидность — так называемая «бонзай». Это миниатюризация окружающей природы. «Суисеки» — создание крохотных миниатюрных ландшафтов, растительности и скал — одна из разновидностей этого необыкновенного искусства. «Бонзай» — выведение крохотных пород деревьев, кустарников.

На верхнем снимке сосна высотой всего лишь 35 сантиметров, но ей уж 90 лет. Растению на правом снимке уже 500 лет. Высота его 82 сантиметра. Оба эти растения — родные братья знаменитой секвойи. Для того чтобы искусственно создать эти уникальные карлики, требуется в некоторых случаях кропотливый труд пяти поколений художников-селекционеров, передающих из рода в род тайны своего научно-художественного мастерства.

На снимке внизу запечатлены стволы американской секвойи. На сотни метров поднимаются они в небо. Это подлинное чудо природы. Не меньшим чудом представляются нам деревья-карлики, взращенные руками человека. В центре нарисованы контуры секвойи — гигантской сосны и сосны-«бонзай» (ее фото справа вверху), выполненные в одном масштабе.

НЕОБЫКНОВЕННОЕ —  
Р Я Д О М



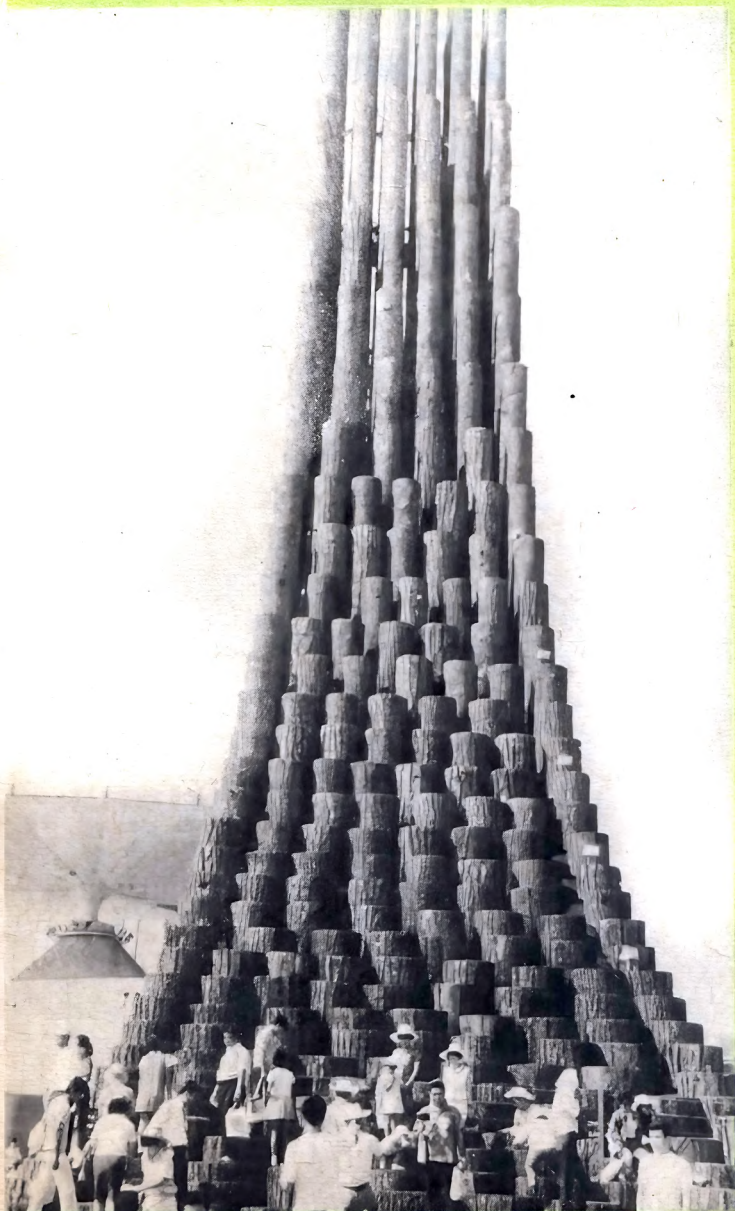






Рис. Вениамина Костицина

# ОХОТНИКИ ЗА МОРСКИМ ЗОЛОТОМ

ЕВГЕНИЙ КАПИТОНОВ,  
доцент Тамбовского института  
химического машиностроения

*Долгое  
таинственное  
исследование*

В 1872 году в одном из английских химических журналов появилась статья Е. Зонштадта, в которой автор сообщал, что он взял пробу воды в мелководной бухте Рамси у северо-восточного берега острова Мэн в Ирландском море. При анализе было обнаружено золото в расчете менее 67 миллиграммов на тонну воды. Когда встречается такая «неровная» цифра, легко подумать, что точное значение отличается от нее ненамного — менее, чем на единицу. Именно так и было понято сообщение Зонштадта, и статья его произвела сенсацию среди химиков, геологов, океанологов.

Для того чтобы понять существо сенсации, достаточно вспомнить, что богатейшие южноафриканские золотые руды содержат всего 10 г золота на тонну руды. Перерабатываются даже руды, содержащие 3 г золота в тонне.

Добыча золота из речного песка дражным способом экономически оправдана уже при содержании 150 миллиграммов золота в тонне песка. При этом гидрометаллургическая переработка песка требует много труда и времени.

В морской воде золото, как и предполагали химики, находится в растворенном состоянии — в виде солей золотохлористоводородной кислоты. В этом случае его добыча становится экономически оправданной даже при содержании всего нескольких миллиграммов в тонне воды. Таким образом, данные Зонштадта говорили о возможности использования практически неистощимого источника золота.

Нужно было лишь найти эффективный способ извлечения его из морской воды и проверить в разных местах Мирового океана действительное содержание золота.

Работы в двух этих направлениях начали развиваться очень бурно. За полвека было создано около 30 различных способов извлечения золота из морской воды, на которые в разных странах Европы и в США было выдано в общей сложности 49 патентов. Некоторые изобретатели были настолько уверены в действенности разработанных ими методов, что спешили запатентовать их во всех ведущих странах Запада. Так О. Нагель получил 15 патентов в Германии, Франции, Англии, Австрии, Норвегии, Нидерландах и Дании, причем 30 января 1916 года он зарегистрировал одновременно четыре заявки в трех странах.

Жажда золота была так велика, что жертвой ее чуть не стала медная обшивка днищ кораблей и свай причалов. Дело в том, что медь способна вытеснить золото из его солей. В этом случае можно ожидать, что вытесненное из раствора золото осядет на медной обшивке. В 1896 году Ливерсидж опубликовал статью, где сообщил, что исследования подтвердили наличие золота на медных листах обшивки, но выделение его из меди совершенно нерентабельно.

Появился ряд публикаций и по содержанию золота в морской воде. Х. Мюнстер исследовал в 1892 году воду из Христиания-фьорда и нашел в ней 5–6 мг золота на тонну.



Пак при исследовании воды, взятой у побережья Калифорнии, нашел 30 мг, Дон — 4,5 мг, Вагонер — 11—16 мг. Кох, изучавший воды Средиземноморья, приводит цифру 1,5 мг. Ливерсидж при исследовании проб, взятых у побережья Австралии, получил значение 30—60 мг. Данные, полученные в разных местах Мирового океана, были весьма обнадеживающими. Правда, в Германии в это время была издана небольшая книга для чтения по неорганической химии, где говорилось, что в тонне океанской воды содержится всего около 0,2 мг золота, но опьяненные надеждой исследователи не обратили на это никакого внимания. Точно так же весьма сдержанно были приняты сообщения ученых, которые нашли лишь доли миллиграмма золота в тонне воды.

Через 20 лет после появления своей первой статьи Е. Зонштадт вновь выступил с небольшой заметкой, в которой возражал против ложного понимания названного им ранее содержания золота. Он писал, что вновь взял в качестве пробы бочку воды у восточного побережья Англии в районе Лоустофта и нашел, что содержание золота в ней не просто менее 67 мг, но намного меньше. Но и эта заметка не привлекла ничего внимания. Да и о каком доверии к ней можно было говорить, если величина пробы для микрохимического исследования измерялась бочкой неизвестного объема, а о найденном в ней количестве золота говорилось только, что его намного меньше 67 мг?

Таким образом, за полвека после первой публикации Зонштадта появилось довольно много питающих самые радужные надежды сведений о содержании золота в морской воде и идей, как его извлечь. Не было лишь самого золота.

А дело было в том, что все методы его извлечения разрабатывались на искусственной морской воде, которая приготавливалась посредством растворения в дистиллированной воде нужного количества солей с добавлением золота в количестве, соответствующем упомянутым выше публикациям. Конечно, эта жидкость весьма существенно отличалась от настоящей морской воды с ее микроорганизмами, илом и пр.

К тому же начавшаяся первая мировая война помешала дальнейшему развитию исследований.

28 июня 1919 года был подписан Версальский договор, которым Германия обязывалась выплатить победителям репарации. В мае 1921 года на Лондонской конференции была установлена общая сумма — 132 миллиарда золотых марок. Сумма эта была непомерной. Она соответствовала пятидесяти тысячам тонн золота, что составляло в то время почти две трети всего мирового запаса этого металла.

Именно поэтому проблемой добычи золота из океана и заинтересовался известный немецкий физико-химик Фриц Габер. Ф. Габер был своеобразным явлением в немецкой науке. Человек, о котором позже скажут, что он спас миллионы людей от голодной смерти и сотни тысяч из них обрели на смерть от удушья, получивший Нобелевскую премию за разработку промышленного метода синтеза аммиака, необходимого для производства минеральных удобрений, и организовавший использование ядовитых газов в военных целях (за что он был включен в число 895 главных военных преступников, прегравших против законов и правил войны, международных обычаев и святости заключенных договоров в период с 1914 по 1918 годы), он считал себя «хорошим немцем» и помощь Германии в выплате репараций рассматривал как крайне важную задачу и немецкой науки, и свою лично.

Габер размышлял о даре, которым наградил согласно древнему греческому мифу бог Дионис царя Мидаса. Научившись превращать азот воздуха в аммиак, и сам он в известной мере получил такой дар. Но какой триумф его мог бы ожидать, если бы он открыл новый источник золота, который насытил бы золотую жажду победителей и вернул бы отечеству достоинство! В средние века в Германии добывали самородное золото из песчаных наносов ручьев. Позднее золотоискателей привлекали реки Калифорнии и Аляски, Сибири и Австралии. Но куда деваются золотосодержащие потоки этих рек? В Мировой океан! Ученый знал работы, посвященные изучению содержания золота в океанской воде. Так вот он, источник, которым нужно заняться? Ведь если считать наиболее достоверными данные авторитетного шведского ученого Сванте Арренiusа, считавшего, что в тонне воды содержится около 6 миллиграммов золота, то в Мировом океане должно находиться 8 миллиардов тонн золота. Что значит взять из него всего 50 000 тонн?

В морозный январский день 1922 года Габер в своей личной лаборатории собрал дюжину молодых сотрудников и прочел им увлекательный доклад о хозяйственном значении современной океанологии и о возможной перспективе добычи золота из океана.

Слушатели с восторгом восприняли эту идею. Уже в начале февраля во вновь организованном отделе института с таинственным обозначением «отдел М» закипели подготовительные работы. Сначала были проверены все существовавшие методы, разработанные для извлечения золота из воды.

После многих экспериментов был выбран усовершенствованный сотрудниками отдела М экстракционный метод с фильтрацией осадка через песоч-

ный фильтр. Метод Габера был постепенно доведен до такой степени совершенства, что позволял обнаружить  $10^{-9}$  г золота. Для переработки воды требовалось создать специальные корабли с мощными насосными установками. Консультации со специалистами судоверфи «Вулкан» позволили установить, что строительство и эксплуатация таких судов будут экономически оправданными, если в 1 м<sup>3</sup> воды содержится не менее 1—2 мг золота. Таким образом, результаты расчетов судостроителей были обнадеживающими. Затем на очередь встала организация морских исследований. Габер хотел взять пробы в открытом море, вдали от берегов, где меньше примесей, мешающих произвести точный анализ. Проблема эта была исключительно сложной, поскольку во время войны Германия потеряла 90 процентов своего торгового флота и лишилась права выхода в Атлантический океан. Правда, в июне 1920 года были установлены картельные связи между германскими судохозяйственными компаниями и гарримановской компанией в США, что привело к оживлению германского судостроения и судоходства. За два года для обслуживания линии Гамбург — Америка были построены лайнеры «Гинденбург», «Людендорф», «Тирпиц», «Карл Легин» и др. Тем не менее понадобилось содействие министра иностранных дел Ратенау, чтобы во время летних рейсов 1922 года оборудовать химическую лабораторию в одной из кают парохода «Ганза» и получить места на судне для пяти ее сотрудников. Финансирование экспедиции взяли на себя металлобанк и немецкое управление по распределению золота и серебра во Франкфурте-на-Майне.

Габер и его помощники были полны энтузиазма. Их покорило величие взятой задачи — добыть 50 000 т золота, в то время как годовая добыча его во всем мире в первой четверти XX столетия ни разу не превышала 708 тонн.

Стены лаборатории были заняты стеллажами, на которых стояли двухлитровые банки со специальными герметичными крышками. Эти банки были изготовлены из стекла, полностью очищенного от малейших следов золота, чтобы они не исказили данных эксперимента. Тысячи проб воды были взяты и с поверхности, и с самых различных глубин в разных точках Северной Атлантики. Но лишь две из них содержали в среднем 8,5 миллиграмма золота. В остальных пробах его содержание измерялось числом с двумя-тремя нулями после нуля целых. И чем точнее становились методы анализа, тем меньше содержание золота они показывали. Но, может быть, Северная Атлантика содержит золота меньше, чем другие области Мирового океана? Или все предше-



стенники, включая Аррениуса, заблуждались?

Исследование воды Гольфстрима на пути в Нью-Йорк дало пять нулей после запятой.

Когда «Ганза» возвращалась к родным берегам, Габер все больше мучил вопрос: «Не следует ли ему вообще отказаться от своего плана?» Но вскоре он уже на борту «Вюртемберга» вновь занимается отбором проб в Южной Атлантике. Результат тот же. Летом 1924 года приписанные к Копенгагену датские исследовательские суда «Дана» и «Готхааб» отправились в Исландию и к берегам восточной Гренландии. Под руководством профессора М. Кнудсена для Габера там были взяты пробы воды и полярных льдов. При исследовании их было сделано неожиданное открытие — полярные льды содержали золото в десять раз больше, чем незамерзшая морская вода (до 0,047 мг/л). Но и эта концентрация была слишком мала для промышленной переработки. Ничего обнадеживающего не даа и датская экспедиция профессора Красса, в январе 1925 года начавшая систематические исследования залива Ла-Платы.

В начале мая 1925 года измерительное судно «Метеор» отправлялось в Южную Атлантику, чтобы в соответствии с планом доктора Мерца, возглавлявшего экспедицию, провести всесторонние океанологические исследования от Антарктики до Северного полярного круга. На борту корабля находились ученые многих профессий. В последний момент в состав экспедиции был включен и доктор Квазебарт, сотрудник отдела М.

Сегодня некоторые специалисты склонны считать поиски золота в море чуть ли не главной задачей «Метеора». Например, Г. Дубах и Р. Табер в своей книге «Сто вопросов об океане» пишут: «Одной из главных целей многочисленных экспедиций судна «Метеор», неоднократно бороздившего Северную и Южную Атлантику с 1924 по 1928 годы, было изучение возможности выделения золота из морской воды».

Однако результаты работы экспедиции по части поисков воды с достаточно большой концентрацией золота оказались тоже полностью негативными.

В 1925 году Габер предпринимает еще одну попытку найти золото. Ведь

в море оно выносится реками. Может быть, в золотоносных реках вода содержит его достаточно много?

Рейн был золотоносной рекой. За сто лет до описываемых событий в великом герцогстве Баден чеканили монету из золота, добытого в его отложениях.

Габер внимательно исследовал пробы рейнской воды, взятые в районе Карлсруэ и Леверкузена. И здесь его ждали сразу две неожиданности. Во-первых, золота оказалось ничтожно мало. Тысячу кубометров воды в секунду несет Рейн в Атлантический океан. Но лишь двести килограммов золота в год выносят его волны. Во-вторых, обнаружилось, что то небольшое количество золота, которое переносят воды Рейна, содержится не только в донных наносах и иле, но и плавает в воде. По-видимому, частички золота там измельчены до состояния золя.

Но почему же многие исследователи публиковали столь обнадеживающие данные? Ф. Габер высказал по этому поводу достаточно логичное предположение. Исследователи, определяя содержание золота в воде, учитывали возможность потерять часть золота вследствие неполного его осаждения в процессе анализа. Но они не принимали во внимание, что, имея дело лишь с сотыми долями миллиграмма этого металла в тонне воды, необходимо учитывать и возможность вынесения в пробу небольшого количества золота с применяемыми реактивами, в которых оно служит случайной примесью, с инструментом или лабораторной посудой.

В 1927 году Ф. Габер опубликовал статью, в которой он подвел итоги всех работ, посвященных поискам золота в океане. «Возможно, что однажды найдут где-нибудь место в океане, где концентрируются частички благородного металла. Я же отказался от этих сомнительных поисков булавки в стоге сена».

Так закончилась полувековая эпопея попыток извлечения золота из морской воды, оставившая миру ряд нерешенных и поныне вопросов: почему полярные льды содержат золота в десять раз больше, чем окружающая их вода; куда исчезло золото из Рейна и откуда взял Е. Зонштадт число 67 мг, породившее столь много надежд и разочарований?

## И НЕ ТОЛЬКО ЗОЛОТО

Статью Е. Капитонова комментирует историк науки В. ТЮТЮННИК

Золото! Любой из нас знает о нем много больше, нежели о любом другом из 105 известных элементов. И дело здесь не только в ценности, вернее драгоценности, этого благородного металла: золото было первым металлом, с которым человек познакомился еще в эпоху каменного века благодаря его распространению в самородках.

Естественно, что первое знакомство с этим чудесным металлом породило непреодолимое желание его добычи в больших количествах. И что же выяснилось? Золото не так уж редко, как следовало ожидать! В природе оно находится самородным в виде микроскопических включений в изверженных горных породах, кварце, шиферах и т. п. Выветривание таких золотоносных пород дает россыпи, содержащие золотой песок, а иногда и крупные самородки — их находили до 285 и даже 1350 кг весом! В целом же за всю историю цивилизации добыто более 50 тыс. т золота, то есть в среднем по 10 т в год. По подсчетам геохимиков, общее количество золота в литосфере (земной коре глубиной до 16 км) составляет около 100 млрд. т. Так что до полного исчерпания золотоносных пород еще далеко, хотя некоторые рудники истощаются (так случилось и с рейнскими).

Но здесь возникает ряд интересных проблем. Наряду с постоянными открытиями новых месторождений драгоценного металла растут и области его применения. Вот некоторые цифры.

Лишь за последние 6 веков открыты десятки месторождений в Гане (1471 г.), Мексике (1500 г.), Перу и Чили (1532 г.), Бразилии (1577 и





1719 г.), России (Урал, 1745 г.), США (Калифорния и Аляска, 1848 и 1900 гг.), Южной Африке (Трансвааль, более 50% всей мировой добычи золота капиталистическими странами, 1886 г.) и др. Естественно, растет и мировая добыча: XVI в. — 763 т, XVII в. — 914 т, XVIII в. — 1890 т, XIX в. — 11 616 т и XX в. (до 1970 г.) — 54 714 т (без СССР). Кроме традиционного использования в ювелирном деле, металлическое золото и его сплавы применяются для изготовления лабораторных приборов, деталей аппаратов, а также для покрытия различных предметов из стекла, фарфора или металлов, в микроэлектронике, стоматологии, катализе (синтез воды из элементов (I), термическое разложение металлоорганических соединений и др.), фотографии и т. д. и т. п.

Так или иначе, во всех этих процессах золото контактирует с водой или растворами, растворяется в воде и уносится водой. Таким образом, чем больше золота добывается и используется, тем более значительная его часть уносится реками в Мировой океан.

И еще. Анализируя основные месторождения золота, нетрудно прийти к выводу, что подавляющее большинство из них расположено по долинам рек. Почему? Да потому, что реки постоянно вымывают, как бы «просеивают» микроскопические частички золота (механические взвеси и химические соединения) из золотоносных пород. Вымывают и... уносят в океан. Ведь не все же удастся добыть. Сюда следует добавить и миграцию золота с органическими соединениями в биосфере.

Вывод из всех этих данных напрашивается сам собой: веками Мировой океан должен был накапливать золото!

Этим и руководствовались золотоискатели.

В своей статье Е. Капитонов затронул лишь небольшой промежуток времени (конец XIX — начало XX века) в длительной истории золотодобычи. Но даже этот относительно близкий нам период поставил несколько интересных и до сих пор нерешенных проблем, связанных с поисками царя металлов в Мировом океане.

Что же говорит современная геохимия о количестве благородных металлов в морской воде?

По данным советского академика А. Виноградова (1967 г.), в среднем химическом составе воды океанов содержится  $4 \cdot 10^{-10}$  вес. % золота ( $0,000004$  г/т в виде аниона  $[\text{AuCl}_4]^-$ ) и  $3 \cdot 10^{-8}$  вес. % серебра ( $0,0003$  г/т в виде анионов  $[\text{AgCl}_2]^-$  и  $[\text{AgCl}_3]^{2-}$ ). О количествах платины, осмия, иридия, рения ничего не известно. Видимо, их много меньше, чем золота. В литосфере золото содержится в среднем количестве  $4,3 \cdot 10^{-7}$  вес. % (данные 1962 г.), то есть всего в 1000 раз больше, чем в океане! А на участках золоторудных месторождений эта разница и того меньше — в 50 раз!

Но золотоносную жилу (подобную «рифам» Трансвааля, где концентрация золота  $12-18$  г/т) нужно еще найти, а морская вода — вот она, бери сколько хочешь, хоть все 5 млн. т содержащегося в ней золота. И почему только золота? В морской воде растворены почти все элементы периодической таблицы Д. Менделеева и лишь 16 из них (не считая тех, данные о которых отсутствуют), причем наиболее редкие, в количествах меньших, чем золото.

Выходит, нужно срочно и широким фронтом разворачивать золотодобычу из Мирового океана? Ведь со времен Ф. Габера такие работы практически не ведутся.

Может быть, когда-нибудь все это и станет реальностью, но прежде необходимо решить ряд важных вопросов. Например, чем сорбировать золото из воды? Прекрасные перспективы сулят ионообменные смолы, или, как их часто называют, иониты. Эти чудесные синтетические вещества способны обменивать свои активные ионы (вернее, противоионы) на любые ионы равного знака, находящиеся в растворе, в том числе, естественно, и на ионы золота, которые затем легко восстанавливаются до металла. Уже существующие сейчас иониты позволяют сорбировать золото в количестве 200% и серебро в количестве 300% от веса самой смолы! Советские ученые А. Даванков и В. Лауфер разработали промышленную установку для

извлечения золота (выход более 90%) из сточных вод крупных ювелирных фабрик. Но как быть в таком случае с механическими частичками металла (от тонкодисперсных —  $1-5$  мк до пылевидных —  $5-50$  мк и более крупных), которые еще не перешли в химическое соединение?

И еще задача. Как вообще добывать благородный металл из воды? Ведь Мировой океан не перельешь из одной бочки в другую, пропуская через колонну с ионитом?

Видимо, пока не решатся эти да и десятки других вопросов, промышленная добыча золота из океанской воды будет экономически неоправдана. Тем более что, как стало ясно, данные Габера ( $10^{-5}-5 \cdot 10^{-5}$  г золота в тонне воды, 1926 г.), не говоря уже о результатах других авторов (67 мг?!), оказались явно завышенными. Методы анализа того времени не позволяли получить достоверную цифру. Поэтому прав был Габер, бросив «искать иголку в стоге сена». Ни наука, ни техника не были к этому готовы.

Что же касается повышенного содержания золота в полярных льдах ( $7 \cdot 10^{-5}$  г/т по Габеру), то его цифра, на наш взгляд, не только завышена, но и абсурдна. Ведь хорошо известно, что даже из самой соленой морской воды лед получается пресным. Сам механизм образования льда не позволяет присутствовать в нем ни золоту, ни другим элементам.

Прав был Габер, говоря, что все эти ошибки — результат «загрязнения» проб золотом во время анализов.

А вот еще проблема. Мировой океан хранит тайны десятков затонувших кораблей, многие из которых везли и золото. Вода должна там содержать повышенные количества драгоценного металла. Чем не индикатор?

Впрочем, сказанное выше — лишь рассуждения. Нам известны пока только очень немногие результаты, подтверждающие или опровергающие эти предположения, и требуются еще сотни исследований, чтобы ответить на все поставленные и непоставленные в статье Е. Капитонова вопросы.





## ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ ПАРАДОКСЫ

Электростатика как научная дисциплина сложилась в конце XVIII — начале XIX века и с тех пор считается вполне установившейся областью знаний. Однако здесь не все так ясно и просто, как может показаться на первый взгляд. В этом нас убедили некоторые опыты, которые, как нам кажется, невозможно объяснить с позиций существующей теории.

1. Возьмем лист Мёбиуса, изготовленный из тонкой металлической ленты или фольги, и зарядим его электростатическим зарядом одного знака. Поскольку такой лист есть одновременно поверхность и поверхность, заряд на нем согласно существующей теории должен быть одного знака, а другой, противоположный ему заряд, должен находиться на близлежащих предметах — стенах, потолке и т. д.

На деле же получается другое: на односторонней поверхности Мёбиуса вопреки теории располагаются электростатические заряды двух противоположных знаков! Как это объяснить?

2. Возьмем цилиндр Фарадея и поместим внутрь его электроскоп, головку которого соединим проводящей перемычкой с внешней поверхностью этого же цилиндра. После этого начнем заряжать внешнюю поверхность цилиндра Фарадея.

Согласно существующей теории, если на стержень электроскопа, к которому прикреплены лепестки из фольги, подать электростатический заряд, то эти лепестки в силу того, что они заряжаются одноименными зарядами, разойдутся в стороны или, как это полагают сегодня, оттолкнутся друг от друга (одноименные заряды отталкиваются). Но что это? Электростатический заряд подается от внешней поверхности цилиндра Фарадея к головке электроскопа, однако электроскоп не чувствует этого заряда! При этом сколько бы мы ни заряжали внешнюю поверхность цилиндра Фарадея — хоть до миллионов вольт, лепестки электроскопа все равно не реагируют на этот одноименный заряд. А в чем дело здесь?



3. Возьмем обыкновенный электроскоп и изолируем его лепестки друг от друга так, чтобы один из лепестков имел электрический контакт со стержнем, на который подается электростатический заряд, а другой — не имел такого контакта.

Согласно существующей теории при подаче электростатического заряда любого знака на тело (в нашем примере — это стержень с одним лепестком) на другом близлежащем теле (в нашем примере — это изолированный другой лепесток или лепесток на другом стержне) индуцируется заряд противоположного знака. Значит, лепестки, зарядившись разноименными зарядами, должны притянуться друг к другу. На деле же происходит обратное — лепестки расходятся в стороны. Как понять этот факт?

А. СУХВАЛ, И. КРАЙНИЙ

г. Ковдор

## АКАДЕМИИ В КОЛЫБЕЛИ

● Выплата авторских гонораров в практике научных журналов появилась лишь в XVIII веке. В выходящем с 1682 года в Лейпциге журнале «Труды ученых» рецензенты в качестве вознаграждения получали лишь по одному экземпляру журнала. Журнал издавался ровно 100 лет, причем 72 года во главе его стояла семья Менне: с 1682 года — Отто Менне, с 1707 года — его сын — Иоганн Бурхард Менне, а с 1737-го по 1754-й — внук Фридрих Отто Менне.

● Корреспондентом во Франции называли любого отечественного или иностранного ученого, который вел регулярную переписку с кем-нибудь из членов Академии. Когда на одном из заседаний в 1699 году произвели подсчет таких лиц — их оказалось 85. Каждый из них считался корреспондентом не Академии, а какого-то определенного члена, с которым он поддерживал связь. Лишь в 1753 году было учреждено официальное звание, и корреспонденты стали избираться голосованием.

● Экспедиции, организованные Парижской академией, финансировались очень плохо. По этой причине участники экспедиции в Перу в 1735—1744 годах были вынуждены заниматься там коммерческими делами. Так адъютант Кондамин открыл лавку по продаже шелка и мелких товаров и подвергся преследованиям по обвинению в контрабанде. В конце концов академическим путешественникам пришлось заложить даже свою главную ценность — эталон длины, знаменитый перуанский туаза. Глава экспедиции Годен смог возвратиться во Францию лишь в 1751 году, когда оплатил долги и выкупил туаза.

● Обычно публикуемые труды ученых Парижской академии обсуждались на общем собрании. Если же труд не представлялся в собрании, то автор не ставил под ним титула «академик», так как этот титул был коллективной гарантией высокого качества исследований. Позже эта практика была закреплена в Уставе.

## «Догадка важна

## в конструкторском деле»

(Ответы на задачи, опубликованные в № 9, 1975 г.)

1. На циферблате 12 часов 15 минут, а не 9.00, как могло бы показаться с первого взгляда.

Наручные часы (а это на чертеже хорошо видно) носят на левой руке заводной головкой к ее кисти и цифры 12 и 6 располагают на циферблате с учетом привычного их восприятия.

2. Постройте мысленно вид сверху, полагая, что крышка стола круглая, тогда ножки стола не впишутся в окружность — проекция круглой крышки, — а будут «висеть в воздухе». Для круглой крышки свесы на приведенной проекции стола должны быть большими.

Следовательно, представленная крышка — квадратная.

3. Туфля — левая, так как застежки располагаются с внешней стороны ступней для удобства ходьбы.

4. Чтобы шахматная коробка в раскрытом виде

образовала ровную доску, удобную для игры, ее обе половины должны быть одинаковой высоты. На рисунке же высоты разные. Строго говоря, это не шахматная коробка.

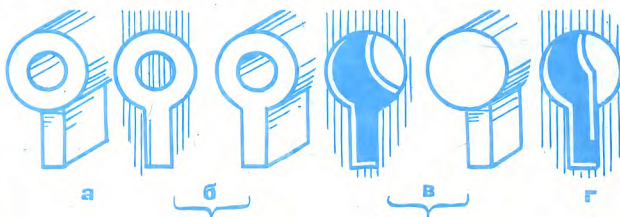
5. Правая ложка легче левой, так как дополнительные линии на ней указывают на наличие гофра, который вводится на тонколистовых предметах для повышения их жесткости.

6. Ключ в замке должен центрироваться либо по отверстию на своем торце и соответствующему штырю в замке, либо по цилиндрическому хвостовику и соответствующему отверстию в щеле замка.

Исходя из этого, изображение «а» — только ключ, изображение «г» — только замочная скважина (врезного замка). Остальное — см. на рисунке.

И. ВОРОТНИКОВ

Нижний Тагил





# ОДНОЖИЗНЬ



**«Почему сейчас так много говорят об этих чертовых штучках?»**

Ни один флот не противился так упорно принятию идеи подводного плавания, как английский. Адмиралы могущественнейшего броненосного флота в мире не могли поверить, что маленькая подводная лодка, без брони, без крупнокалиберных пушек, может представлять какую-либо опасность их грозным эскадрам. Буквально накануне первой мировой войны, в которой так грозно и трагически проявилась мощь подводного оружия, один английский адмирал говорил с недоумением: «Когда я поступил на службу во флот, мало кто интересовался торпедами. Я не могу понять, почему все так много говорят сейчас об этих чертовых штучках».

**«Будьте вы прокляты!»**

С другим английским адмиралом на маневрах произошел такой случай. Молодой офицер — командир подводной лодки — трижды выходил в атаку на флагманский линейный корабль и трижды успешно атаковал его. Однако флагманский корабль продолжал участвовать в маневрах. Тогда командир лодки почтительно напомнил адмиралу, что его корабль «потоплен» и должен выйти из строя. «Будьте вы прокляты!» — взвился сигнал на мачте флагманского корабля.

## Нечаянное открытие...

Массовое производство карбида кальция, а из него газа ацетилена, было открыто совершенно случайно американским инженером-химиком Томасом Вильсоном. Занимаясь вопросом получения алюминия с помощью электричества, он поставил перед собой задачу получить таким же способом и металлический кальций. Но все его попытки оказались безуспешными. Вместо ожидаемого блестящего металла он получал какую-то сплавленную массу темно-бурого цвета. Опыт не удался, и Вильсон приказал выбросить получившийся продукт в пруд. Не доверяя слугам, он сам вышел посмотреть, как будет затоплен бак с отбросами неудавшегося опыта. После погружения сосуда под воду, к удивлению Вильсона, на поверхности воды появились бурлящие пузырьки. Наблюдая за ними, он закурил трубку и горящую спичку бросил в воду, и вдруг вся поверхность пруда вспыхнула. Вильсон был страшно поражен зрелищем, но как ученый и инженер задумался над ним. Для начала он полностью повторил опыт: полученную темно-бурую массу и небольшой отдельный кусок ее погрузил в стакан с водой. Картина выделения газа повторилась.



И выделяющийся газ опять горел. Тогда Вильсон собрал получающийся газ, произвел его анализ и понял, что открыл технологию получения ацетилена. На этот способ он получил патент. Произошло это в 1892 году. Через два года самостоятельным путем такое же открытие сделал и французский химик Бюле.

Н. СУПРУНОВ

Ленинград

## РЕШЕНИЕ ШАХМАТНОЙ ЗАДАЧИ, опубликованной в № 9, 1975 г.

- |             |        |       |          |
|-------------|--------|-------|----------|
| 1. Ch1!     | 2. Lf1 | Kpd4  | 3. Kc 6x |
| 1. ... Kpe5 | 2. Ce4 | Kp:e4 | 3. Lg4x  |
| 1. ... e5   |        |       |          |

## Письмо в редакцию

### По поводу

### «ПЛЮСОВ»

### и «МИНУСОВ»

Внимание многих читателей, по-видимому, привлекла заметка «Откуда пошли плюсы и минусы?», опубликованная в № 3 за 1975 год. Пропаганда знаний по истории математики — очень важное и полезное дело. Поэтому мне хотелось бы уточнить некоторые факты и утверждения, приводимые в заметке.

Думается, не следует категорически утверждать, что «...десятичные дроби были введены в обиход знаменитым голландцем С. Стевином». Отдавая ему должное, нельзя все-таки признать за ним безраздельный приоритет в этом вопросе.

Доподлинно установлено, что на полтора столетия раньше Стевина теорию и практику десятичных дробей разработал самаркандский ученый Джемид Гияс-сиддин ал-Каши, изложивший эти вопросы в книге «Ключ к арифметике» (1427 г.).

Для отделения дробной части от целой он пользовался различными приемами: чернилами разного цвета, вертикальной чертой, надписыванием над цифрами названий разрядов.

Приоритет ал-Каши признают не только отечественные, но и немецкие, американские и другие ученые.

Нельзя согласиться и с утверждением автора заметки о том, что десятичные дроби Стевин «...писал без запятой, заключая в кружок каждую четную цифру».

Действительно, он не употреблял запятой в записи дробей, но он и не заклю-

чал в кружок четные цифры. Запись, например, дроби 8,937 Стевин представлял так:

8 0 9 1 3 2 7 3

В кружок здесь заключаются номера десятичных знаков.

Требуется уточнения и вопрос о введении для записи десятичных дробей запятой или точки. Запятую для отделения целой части от дробной предложил первым не Непир, а итальянский астроном Маджини в 1592 году, а затем И. Кеплер. В 1593 году Клавий для этой цели предложил точку. (Такой способ и теперь применяется в США.)

Считаем необходимым внести и некоторые другие уточнения.

Появившиеся знаки сложения и вычитания в XV в. и равенства в XVI в. стали общепризнанными лишь в конце XVII в.

Знаки умножения в виде точки и деления — двоеточия введены не Лейбницем, а раньше: точка появляется у Региомонтана (XV в.), затем у Харриота (1631 г.), двоеточие — у Джонсона (1633 г.).

Знак радикала появляется в 1525 году у К. Рудольфа в виде V, и только в 1637 году Р. Декарт соединил с этим знаком горизонтальную надрадикальную черту.

На первый взгляд может показаться, что вопрос о приоритете того или иного открытия или изобретения не столь уж принципиален. В действительности это не так. Пользуясь общепринятой литературой, преподаватели школ всех ступеней добиваются правильного решения этой проблемы. В этом им следует помочь.

Д. КЛИМЕНЧЕНКО, доцент  
г. Бердянск

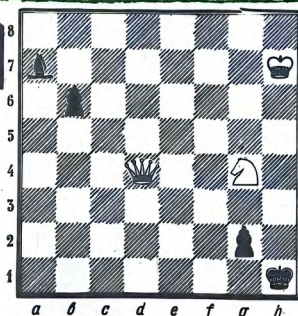
Рисунки Татьяны  
Константиновой

## Шахматы

Отдел ведет  
экс-чемпион мира  
гроссмейстер  
В. СМЫСЛОВ

Задача А. БЫЛЕВСКОГО  
(Ульяновск)

Мат в 3 хода





## СОДЕРЖАНИЕ

### XXIV—XXV: ОТ СЪЕЗДА К СЪЕЗДУ

Г. Филианский — Ре-  
портж из города «N» 34

### АКАДЕМИИ НАУК СССР — 250 ЛЕТ

Ю. Овчинников — Одно  
из величайших таинств  
живой природы 2  
Б. Смагин — Космос  
начинается на земле 22  
М. Ерошов — Водород и  
энергетика 28  
А. Прохоров — Солнце  
в лучах лазера 37  
А. Турдыев — Секрет  
Тортиллы, или Радиация  
и кровь 46

### МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОТОКОН- КУРС «НТТМ-76» 5

УДАРНАЯ КОМСОМОЛЬСКАЯ  
В. Захарченко — Братск  
энергетический 6

### КОНКУРС «СИБИРЬ ЗАВТРА» 10 ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА

В. Скурлатов — О чем  
мигает свет затменных 12

### ОПЕРАЦИЯ «ВНЕДРЕНИЕ» Р. Яров — Каменноуголь- ная «струя» из шахты 42

ПРОБЛЕМЫ И ПОИСКИ  
Ю. Федоров — Яства,  
сконструированные по  
заказу 15  
Не касаясь пути 30

### КОРОТКИЕ КОРРЕСПОНДЕН- ЦИИ 18

ВРЕМЯ, ЛЮДИ, АТОМ  
В. Иванов — По советам  
Курчатова 20

### ВСКРЫВАЯ КОНВЕРТЫ 26

### ВОКРУГ ЗЕМНОГО ШАРА 40

ИСТОРИЧЕСКАЯ СЕРИЯ «ТМ»  
Л. Евсеев — Советский  
газогенераторный 45

НАШ АВИАМУЗЕЙ  
И. Андреев — Через Ат-  
лантику 50

НЕОБЫКНОВЕННОЕ — РЯДОМ  
Еще одно чудо селекции 56

### СТИХОТВОРЕНИЯ НОМЕРА 49

КЛУБ ЛЮБИТЕЛЕЙ ФАНТАСТИКИ  
Д. Де-Спиллер — Шести-  
крылые осы 52

### АНТОЛОГИЯ ТАИНСТВЕННЫХ СЛУЧАЕВ

Е. Капитонов — Охотни-  
ки за морским золотом 58  
В. Тютюнник — И не  
только золото 60

### КЛУБ «ТМ» 62

### ВРЕМЯ ИСКАТЬ И УДИВЛЯТЬ- СЯ 1

НА ОБЛОЖКЕ ЖУРНАЛА  
В. Заворотов — изобре-  
тательная логия 64  
ХРОНИКА «ТМ» 49

### СБОЖКИ ХУДОЖНИКОВ:

1-я стр. — Ю. Ливеновского,  
2-я стр. — Г. Гордеевой,  
3-я стр. — К. Кудряшова,  
4-я стр. — Г. Бойко и И. Ша-  
лито.

Изобретатель, как практик, должен обладать практическим чутьем. Именно оно подсказывает ему, что в течение многих лет его основным достижением будет не изобретение какого-либо одного устройства, а влияние его на рождение нового круга идей, касающихся широкого класса технических устройств.

Возьмем хотя бы изобретение взрывчатых веществ. Уже где они только не применяются. Взрыв — разрушитель, но взрыв и строитель. Постепенно от его военной профессии отделились сотни мирных. Взрыв — созидатель. Он штампуем детали, добывает уголь и руду, строит каналы. Вот и в альбоме, выпущенном общественной лабораторией методики изобретательства при Центральном Совете ВОИР (о нем мы писали в предыдущем номере), среди сорока принципов есть один, и довольно необычный. Он гласит: обратить вред в пользу.

Как снести старый дом? Конечно, его можно разбить на куски пневматическими молотками или тяжелыми «грушами», раскачиваемыми стрелой подъемного крана. Но можно проще. Взрывом? Если хотите, да. Только как превратить этот вредный фактор в полезный, когда рядом с этим домом уже построены новые, современные дома? Оказывается, очень просто. Ведь страшна ударная волна, которая распространяется не по воздуху, плотность которого ничтожна, а по земле. Исследователи и здесь нашли выход: нужно на пути следования волны (рис. 1) создать искусственные препятствия. Вокруг дома вырывают глубокую траншею. Производят взрыв. Взрывная волна, достигнув траншеи, отражается и сама себя гасит.

В сравнении с предыдущим, принцип копирования (рис. 2) никак нельзя назвать вредным.

Вот пример. Отправляя потребителю полную машину бревен, трудно сказать, сколько в ней кубических метров. Большой частью делается это на глазок. А у одного он может показать так, у другого этак. Изобретатели предлагают объем бревен, перевозимых транспортом, выполнять по снимкам. Если известно сечение кузова и относительная площадь щелей — легко узнать усредненное сечение всех бревен... Подсчет кубических метров методом копирования оказался в 50 раз быстрее, чем измерение самих бревен.

«Быстрота», «удобство» — слова, ставшие символами нашего времени.

А вот долговечность. Можно ли и этот символ приравнять к другим? Оказывается, в некоторых случаях предпочтительнее дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности. Это тоже один из принципов, о котором не должны забывать изобретатели. Заменить дорогой объект набором дешевых, поступившись при этом долговечностью каждого из них, — следующий пример. На рисунке 3 вместо сложной мышеловки американские изобретатели предлагают устройство одноразового пользования. Поймал зверька — и мышеловку вместе со зверьком в помойку. Все же меньше хлопот!

Использование гибких оболочек и тонких пленок — следующий принцип (рис. 4). Здесь вопросы долговечности играют не последнюю роль. Принцип предлагает отказаться от объемных конструкций и заменить их гибкими оболочками или тонкими пленками. В одном патенте ФРГ даже предлагается цистерна с гибкими перегородками, пространство между которыми заполняется разными веществами.

Изменение окраски объекта для того, чтобы придать ему контрастирующий, необычный вид, — другой принцип (рис. 5). Мягкие тона успокаивают, яркие раздражают, настораживают. Значит, там, где существует какая-то опасность, должен присутствовать яркий, бросающийся в глаза цвет. Возможно, гибель «Титаника» навела изобретателей на мысль красить айсберги в ярко-красный цвет. И мало того. Чтобы его легче было заметить в темноте, добавлять в краску еще и светящиеся составы. Такая идея есть, вот только кто возьмется за покраску сотен ледяных гор?

Пока таких желающих не находится, изобретатели думают над тем, чтобы найти способ, где бы принцип отброса или регенерации частей меньше всего влиял на засорение почвы и вод. Айсберг, сколько бы он ни плавал, все равно растает, а краски окажутся в воде. А нельзя ли добиться того, чтобы выполнявшая свое назначение и ставшая ненужной часть объекта видоизменялась, например растворялась или испарялась (рис. 6). В Швеции уже начали выпускать саморазрушающиеся бутылки. Сделаны они из пластика, легко разлагающегося под действием солнечных лучей. Почвенные кислоты и бактерии довершают дело — от них не остается и следа.

ВЯЧЕСЛАВ ЗАВОРотов,  
инженер

### Главный редактор В. Д. ЗАХАРЧЕНКО

Редколлегия: К. А. БОРИН, А. А. ЛЕОНОВ, О. С. ЛУПАНДИН, А. П. МИЧКЕВИЧ, В. М. МИШИН, Г. И. НЕКЛУДОВ, В. С. ОКУЛОВ (отв. секретарь), В. А. ОРЛОВ (зав. отделом науки), В. Д. ПЕКЕЛИС, А. Н. ПОВЕДИНСКИЙ, Г. И. ПОКРОВСКИЙ, Г. В. СМЕРНОВ (научный редактор), А. А. ТЯПКИН, Ю. Ф. ФИЛАТОВ (зав. отделом техники), И. Г. ШАРОВ, Ю. С. ШИЛЕЙКИС, Н. М. ЭМАНУЭЛЬ, Ю. А. ЮША (зав. отделом рабочей молодежи).

Художественный редактор  
Н. К. Вечканов

Технический редактор Р. Г. Грачева

Рукописи не возвращаются.

Адрес редакции: 103030, ГСП, Москва, К-30, Суцевская, 21. Тел. 251-86-41; коммутатор для абонентов Москвы от 251-15-00 до 251-15-15, для международной связи от 251-15-16 до 251-15-18, доб. 4-66 (для справок); отделы: науки — 4-55, техники — 2-90, рабочей молодежи — 4-00, фантастики — 4-05, оформления — 4-17, писем — 2-91; секретариат — 2-48. Издательство ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия».

Сдано в набор 12/VIII 1975 г. Подп. к печ. 1/X 1975 г. Т — 15977. Формат 84×108/16. Печ. л. 4 (уч. 6,7). Уч.-изд. л. 10. Тираж 1 700 000 экз. Зак. 1358. Цена 20 коп. Типография изд-ва ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия», 103030, ГСП, Москва, К-30, Суцевская, 21.



# Изобретательская логика

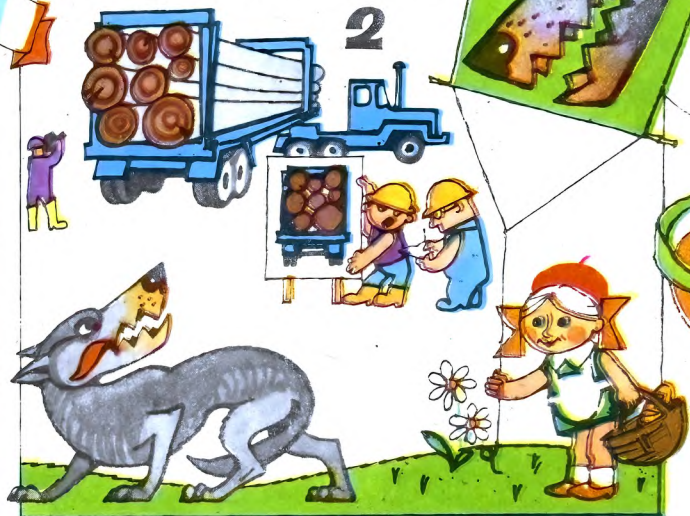
Принцип обратить вред в пользу

1



Принцип копирования

2



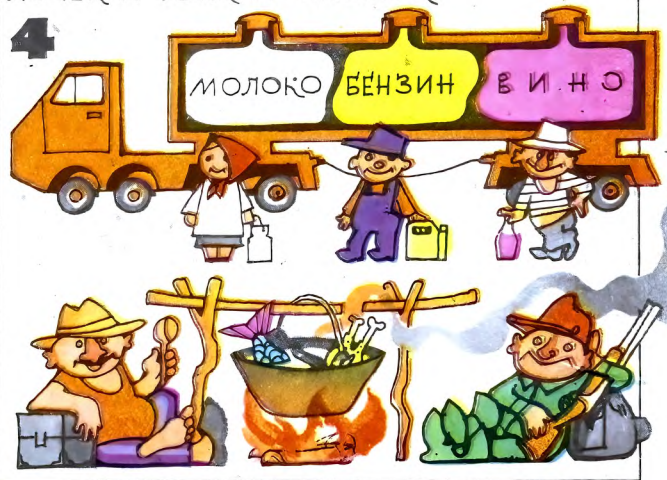
Принцип дешевой недолговечности взамен дорогой долговечности

3



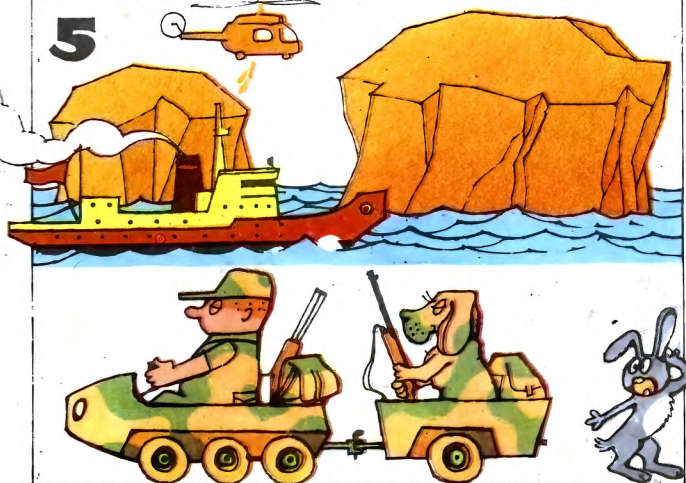
Принцип использования гибких оболочек и тонких плёнок

4



Принцип изменения окраски

5



Принцип отброса или регенерации частей

6







# Секрет Тортиллы

120-52



ТЕХНИКА-10  
МОСКВА 1975

ИНДЕКС 70973  
ЦЕНА 20 коп.