

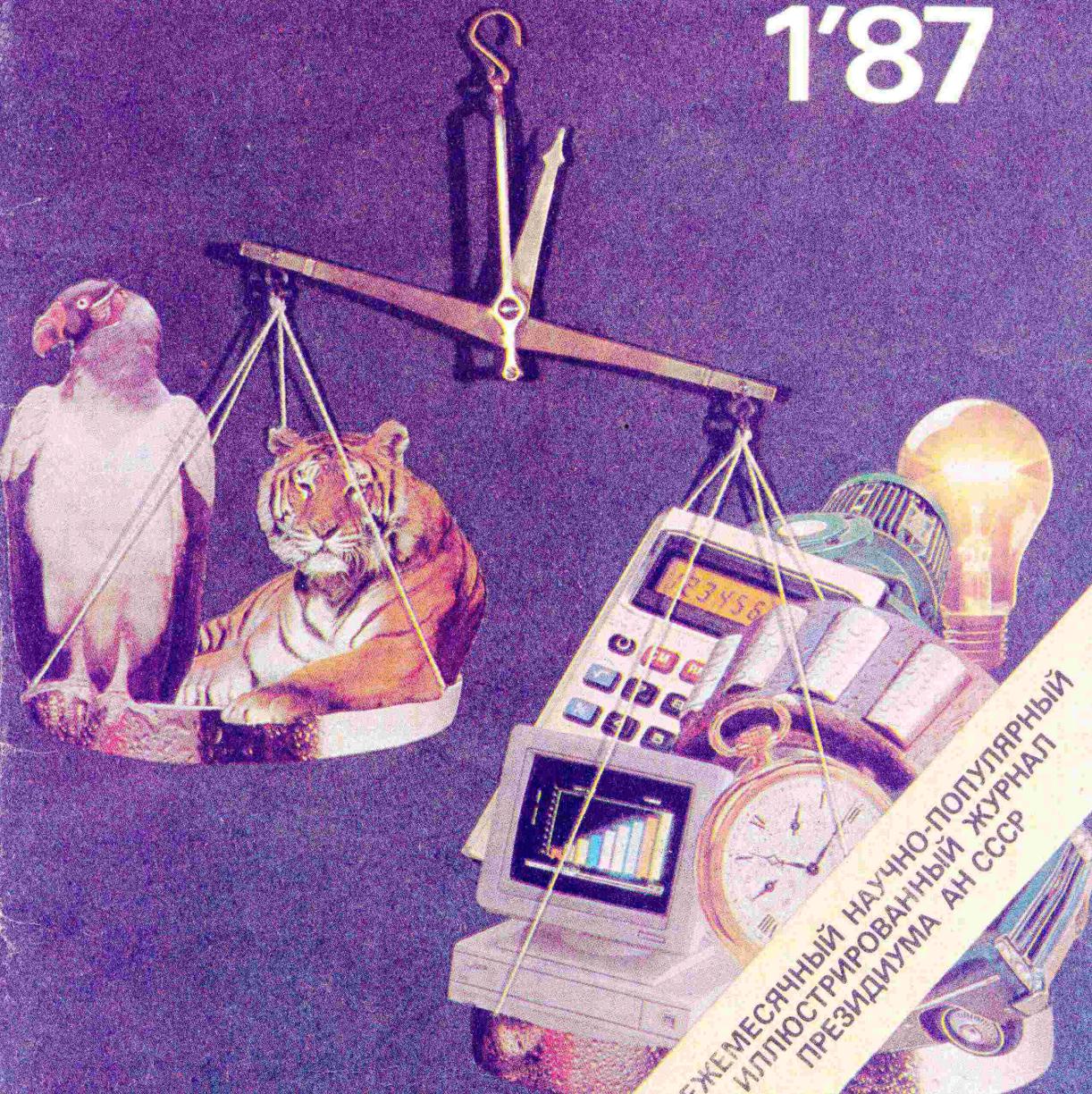
ISSN 0233-3619

# ЭНЕРГИЯ

ENERGY

ЭКОНОМИКА · ТЕХНИКА · ЭКОЛОГИЯ

1'87



ЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ  
ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ  
ПРЕЗИДИУМА АН ССР



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ  
ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ  
ЖУРНАЛ  
ПРЕЗИДИУМА  
АН СССР

Издается с 1984 г.

# ЭНЕРГИЯ

## ENERGY

## ЭКОНОМИКА · ТЕХНИКА · ЭКОЛОГИЯ

# 1'87

- 2 А. ВАВИЛОВ, С. КУРАЕВ**  
Осада! Приступ! Злые волны!
- 
- 3 СТАНОВЛЕНИЕ. 1917—1987**
- 
- 10 Иван КАМОВ**  
Соратник Ильича
- 
- 14 Е. С. ПАНЦХАВА**  
Биомасса: решение трех проблем
- 
- 18 Е. А. СЕДОВ**  
«Третий кит»
- 
- 25 Р. Б. АХМЕДОВ, Е. М. СТАВИСКИЙ**  
Холодно, холодно, горячо...
- 
- 30 В СОГЛАСИИ С ПРИРОДОЙ**  
(беседа Светланы Нестеровой с академиком Т. С. Хачатуровым)
- 
- 36 В. И. ЛАРИН**  
Тревожный ропот океана
- 
- 43 Э. П. ЗИМИН, И. Г. ТИХОНОВА**  
Пока дышу — надеюсь...
- 
- 47 Эдвард МАКСИМОВСКИЙ**  
Поймут ли нас в XXI веке?
- 
- 53 В. П. ЧЕРВОНОБАБ**  
Трагедия «Челленджера»: дефекты подготовки
- 
- 58 А. С. СУЭТИН**  
Основоположник позиционной школы
- 
- 60 Андрей КУЖЕЛА**  
Вначале было дело
- 
- 62 Андрей СУЛЬДИН**  
Возвращение

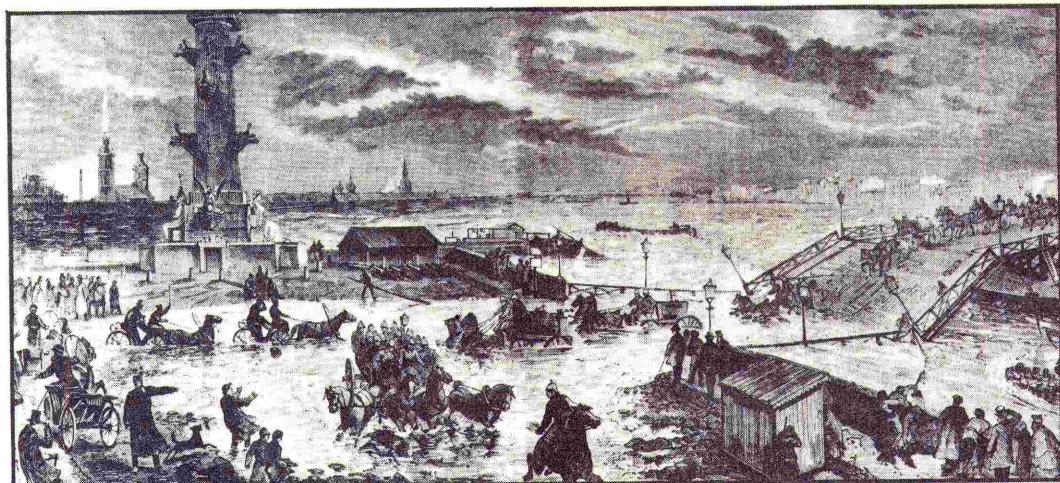
**Журнал журналов.** Загадки черно-белого медведя (24) \* Роботы-водолазы (24) \* Мотодельтаплан (57) \* Берега мантийные, реки нефтяные (57)

**Информация.** Атакуют акулы (12) \* Оптимальная форма — банан? (12) \* Уран из морской воды (17) \* Каждый пятый литр (17) \* Проекты приливной ГЭС на Северне (29) \* Визитная карточка Зевса (34) \* И солнце, и ветер (35) \* Мини-сварочный аппарат... (35) \* «Экономичное» стекло (52) \* Газета объемом в... 200 страниц (59) \* Советский газ для ЧССР (59) \* Нет худа без добра... (63)



# ОСАДА ! ПРИСТУП !

А. ВАВИЛОВ,  
С. КУРАЕВ



*Уважаемая редакция!*

*В последнее время у всех «на слуху» ленинградская дамба, которая строится для защиты города от наводнений. Высказываются противоречивые мнения, а суть дела не ясна.*

*Расскажите подробнее, в чем причина наводнений, как «выглядит» дамба в проекте, что уже построено и как все это будет действовать.*

*Кстати, привлекались ли к работе над этой проблемой научные организации? Если да, то к каким выводам они пришли?*

*Особенно любопытны прогнозы гидротехников и экологов.*

*Заведующий сектором института*

*«Атомтеплоэлектропроект»  
М. С. Каспаров, г. Москва.*

Учитывая высокий интерес, письма читателей, редакция начинает рассказ о комплексе сооружений защиты г. Ленинграда от наводнений. Наши корреспонденты встретились с руководителями ведущих научных, проектных и строительных организаций, участвующих в создании комплекса.

Первое слово — генеральной проектной организации, институту «Ленгидропроект».



# ЗЛЫЕ ВОЛНЫ !

«Погода пуще свирепела,  
Нева вздувалась и ревела,  
Котлом клокоча и клубясь,  
И вдруг, как зверь остервенясь,  
На город кинулась».

А. С. Пушкин  
«Медный всадник»

## ВЫШЕ ОРДИНАРА

«С утра 23 сентября 1924 года при сильном ветре с моря в Неве началось быстрое прибытие воды. К 20 часам ее уровень достиг 12 футов выше ординара. Петроградская сторона, Василеостровский, Центральный, Выборгский и Володарский районы были затоплены. Сильно пострадали порт, ряд фабрик, заводов и складов. Снесено несколько мостов».

«Колоссальный ущерб причинен Летнему саду. Аллеи непроходимы вовсе, деревья, вырванные с корнями, лежат сплошными рядами».

«В Мариинском театре затоплены оркестр и партер. Вода проникла на электрическую станцию Михайловского театра».

Так писали более 60 лет назад «Известия» об одном из самых сильных наводнений в истории Ленинграда.

Днем рождения города считается 27 мая 1703 г., когда в устье Невы, на Заячем острове была заложена крепость «Санкт-Петербург» (позже — Петропавловская). В те далекие времена даже не предполагали, что придется отражать не только написк иноземных военных флотилий, но и набеги грозной стихии.

Город рос со сказочной быстротой,

обживая острова речной дельты, берега Невы и побережья Невской губы. Сегодня Ленинград — не только один из красивейших городов мира, средоточие выдающихся памятников и исторических ценностей, город «дворцов и башен», но и крупнейший промышленный, научный и культурный центр страны. И как обидно, что почти ежегодно к нему устремляются разъяренные волны Финского залива, затопляя центральную и западно-приморскую части города.

К наводнениям у ленинградцев особый счет. Крупные наводнения в этой местности зафиксированы еще в новгородских летописях (в 1541 г.) и в записях шведских историков (в 1691 г.). Катастрофичными были наводнения 21 сентября 1777 г., 7 ноября 1824 г. и 23 сентября 1924 г., когда отмечался подъем воды соответственно на 3,21 м, 4,21 м и 3,80 м выше уровня Балтийского моря. Они сопровождались человеческими жертвами.

Сотни раз за время своей истории город подвергался атакам с моря. Сотни раз вода в Неве поднималась намного выше ординара — нулевой отметки главного водомерного поста у Горного института. И когда, уже в наши дни, тревожный голос диктора сообщает, что вода перекрыла полутораметровую отметку, это означает, что к городу подступила беда.

Чаще всего наводнения случаются осенью. По статистике 70 % наводнений, и в том числе все наиболее крупные, произошли именно в этот период. Однако какой-то закономерности в их повторах не обнаружено.

Какова же природа так называемых морских нагонных наводнений, и почему спокойные, до поры, воды вскипают вдруг крутой волной?

Раньше во всем обвиняли ветер. Ведь скорость порывов ветра при нагонных наводнениях достигает 30—40 м/с. А это



Наводнение 1824 г. (фото с гравюры)

уже сильный шторм. Но после длительных исследований и наблюдений был найден главный виновник. Им оказался циклон.

Когда циклон проносится над водами Балтики и Финского залива, он выводит их из равновесия и поднимает «длинную» волну. Длинная волна бежит быстро (особенно, если ее подгоняет ветер). Залив становится все уже и мельче, и гребень волны непрерывно повышается, вырастая на участке от Таллина до Ленинграда в 2,5 раза. С огромной скоростью колоссальные массы воды вливаются в Невскую губу — 100 тыс. м<sup>3</sup> каждую секунду (средний расход воды в Неве — только 2,5 тыс. м<sup>3</sup>/с). И начинается наводнение.

Недолго бушует стихия, всего несколько часов, но сколько вреда успевает принести людям. При подъеме воды до 2 м затапливается 6,5 % территории города, до 3 м — 17,1 %, до 4 м — 23 %. А ведь в зону затопления попадает Адмиралтейство, Кировский завод, морской порт, Петропавловская крепость, Эрмитаж, Русский музей.

В опасности находятся сотни зданий, построенных великими зодчими.

Город терпит большие убытки, но как оценить моральный ущерб, который наводнения наносят его жителям?

Конечно, механизм образования наводнений досконально изучен, а синоптики научились предупреждать о возможном разгуле стихии за 5—8 часов. Четко работает специальная комиссия, немедленно мобилизующая горожан на борьбу с непокорной рекой. И все-таки...

16 ноября 1978 г. обстановка в городе была беспроблемной. Ожидался значительный (даже катастрофический) подъем воды. Начались предупредительные и защитные работы. В помощь заводским рабочим прибыли подразделения гражданской обороны. Сотрудники Эрмитажа срочно поднимали на верхние этажи скульптуры, фарфор. Принимались меры по защите энергосистемы города, предприятий пищевой промышленности. Только к вечеру было получено сообщение: дальнейший подъем воды не ожидается. На этот раз обошлось.

Но как часто бывало иначе! Специалисты подсчитали, что единовременный прямой материальный ущерб даже от одного наводнения повторяемостью раз

в 100 лет (3,45 м) соизмерим со стоимостью строительства защитных сооружений.

## ФОРПОСТНАЯ ГРЯДА

Без преувеличения можно сказать, что проблема защиты Ленинграда от наводнений — ровесница города. Почти триста лет люди ломали голову над ее решением, причем большинство проектов выдвигалось после крупнейших наводнений 1777, 1824 и 1924 гг.

С 1925 г. (исключая военный период) научные исследования и проектные проработки ведутся непрерывно. В 1967—1969 гг. Ленинградское отделение Всесоюзного института «Гидропроект» имени С. Я. Жука (Ленгидропроект) разрабатывает технико-экономическое обоснование, а с 1972 по 1977 г.— технический проект защиты Ленинграда от наводнений.

Опыта создания грандиозных гидротехнических сооружений Ленгидропроекту не занимать. Но задача оказалась столь сложной, что решала ее вся страна. 52 научные и проектные организации внесли свою лепту в этот уникальный проект, 30 из них выполнили огромный

объем исследований, касающихся проблем охраны окружающей среды, и разработали прогноз гидрологического режима и экологического состояния Невской губы для естественных и проектных условий.

— Прежде всего требовалось определить точку отсчета, — рассказывает директор Ленгидропроекта Юрий Александрович Григорьев. — За нее можно было принять уровень воды при морском нагонном наводнении повторяемостью один раз в 100 лет (3,45 м). Однако расчеты показали народнохозяйственную эффективность защиты города от наводнений и более редкой повторяемости — один раз в тысячу лет (4,55 м). Вероятность такого наводнения и легла в основу проекта. Известно, что защита от наводнений территории Голландии и Лондона осуществлена даже с учетом повторяемости один раз в 10 тысяч лет.

Много было споров и о том, как защищать. Наконец, после многолетних детальных проектных проработок, научных исследований и всесторонней госу-

Наводнение 1903 г. (15 линия Васильевского острова)





Схема защитных сооружений г. Ленинграда от наводнений

дарственной экспертизы правительству был утвержден так называемый западный вариант, по которому трасса защитных сооружений протяженностью 25 380 м пересекает Финский залив от поселка Горская на правом берегу через остров Котлин до г. Ломоносова — на левом.

Что же входит в состав этого комплекса?

Прежде всего — два судопропускных сооружения. Они постоянно открыты для прохода морских и речных судов и пропуска воды, а при угрозе наводнений в любое время года в течение 30 мин надежно перекрываются специальными откатными секционными воротами. Такой тип затворов применен впервые и не имеет аналогов в мировой практике. Натурные и модельные исследования показали, что ни волны высотой более 3,6 м, ни ветер ураганной силы, ни примерзшие и движущиеся ледяные поля не помешают воротам закрыться в нужный момент.

Судопропускные сооружения размещаются на трассе существующих судоходных каналов в Южных и Северных воротах Невской губы. В Южных воротах судоходный пролет имеет ширину 200 м, глубина на его пороге соответствует проходной глубине Датских проливов и мелководных участков Балтики. Он предназначен для пропуска в любое время года морских судов водоизмещением до

120 тыс. т. В Северных воротах судоходный пролет шириной 110 м обеспечивает в период открытой (свободной ото льда) акватории плавание судов речного флота водоизмещением до 4 тыс. т.

Безопасный проход судов гарантируют системы радиолокации, телеобзора, радиосвязи и радиовещания, а световые табло информируют о состоянии глубин и скорости течения. В ночное время включаются мощные осветительные приборы.

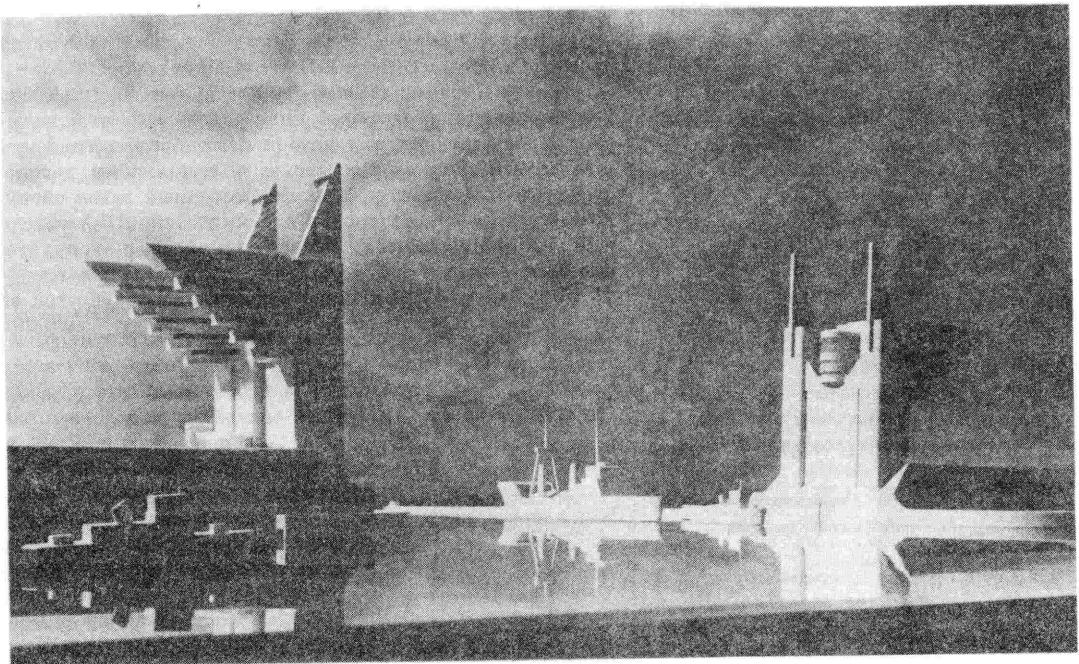
В целом, каждое судопропускное сооружение — это грандиозный архитектурный ансамбль, включающий судоходный канал, доковые камеры, волнозащитные молы и волноломы, причалы и аванпорт, автотранспортный туннель, створные маяки и другие сооружения. А завершается он вертикальными пylonами зданий с силуэтом в виде парящих в воздухе крыльев.

Шесть водопропускных сооружений (совместно с судопропускными) обеспечивают естественные уровни и течения в Невской губе. Два из них расположены в Южных воротах, четыре — в Северных. Каждое такое сооружение оборудовано 10—12 отверстиями с пролетом по 24 м для пропуска воды и металлическими затворами, которые обычно открыты и перекрывают отверстия только при угрозе наводнения.

Цепочку судо- и водопропускных сооружений замыкают 11 каменно-земляных дамб, которые выходят на остров Котлин, защищая г. Кронштадт, и на низкие берега Финского залива. Ширина дамб позволяет проложить скоростную автомобильную дорогу, имеющую 6 полос движения (первая очередь — на 4 полосы).

Автомагистраль — это тоже непростое инженерное сооружение. В ее составе мосты над водопропускными сооружениями, тунNELи под судоходными каналами, транспортные развязки на берегах Невской губы и острове Котлин.

Как же будет действовать эта сложнейшая система сооружений? Очень просто. Через полчаса после сигнала об угрозе наводнения, по команде с пульта управления, все водопропускные отверстия и судоходные пролеты будут перекрыты мощными металлическими щитами, которые отсекут акваторию Невской губы площадью 400 км<sup>2</sup> от Финского залива. И пока морская стихия не отступит, единый оборонительный вал будет предо-



Судопропускное сооружение на морском канале  
(фото с макета)

хранять город от вторжения водных масс.

Обеспечить нормальную жизнь ленинградцев, защитить от наводнений огромные материальные, уникальные культурно-исторические ценности, сохранить естественный гидрологический режим в период между наводнениями — так формулировалась основная задача проекта. В то же время, строительство защитных сооружений — органическая часть архитектурного комплекса Большого Ленинграда, а выдвинутая в море «форпостная гряда» — главные морские ворота города.

Удачно вписывается в план развития Ленинграда и проходящая по дамбе автодорога. Она соединит берега Невской губы, замкнет транзитное кольцо вокруг города. Часть иногороднего транспорта, особенно грузового, не попадет на городские улицы. Это будет способствовать оздоровлению воздушного бассейна второго по величине города страны.

Уйдет в прошлое паромная переправа между островом Котлин и материком, а в

Кронштадт можно будет ездить на обычном городском автобусе. Исходя из более низкого уровня затопляемости (2,7 м вместо 3,45) будет вестись подготовка территорий для нового городского строительства на площади почти в 500 га. По берегам Невской губы, на островах и вдоль дамбы раскинется обширная зона отдыха.

Преимуществ много, но ведь и стоимость строительства высока. Окупятся ли затраты? Оказалось, что реализация многоцелевого проекта строительства защитных сооружений весьма эффективна. Даже при достаточно неблагоприятном сочетании возможных наводнений (а они, как известно, случаи) срок окупаемости комплекса не превысит 6 лет.

В 1979 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление о строительстве защитных сооружений, которые должны избавить Ленинград от угрозы наводнений. Избавить навсегда.

Итак, мы познакомились с проектом защитного комплекса. Но разговор не окончен. В следующих номерах журнала о научном обосновании проектных решений и о ходе строительства защитной дамбы расскажут руководители научных и строительных организаций.

г. Ленинград

О ЧЕМ  
ПИСАЛОСЬ  
В ЯНВАРЕ

стяновление  
1917-1987

### ЯНВАРЬ. ХРОНИКА

- 1932 г.** Пуск Горьковского автомобильного завода
- 1932 г.** Пуск первой доменной печи на Магнитогорском металлургическом комбинате
- 1944 г.** Окончание строительства Алтайского тракторного завода
- 1949 г.** Создание Совета Экономической Взаимопомощи
- 1959 г.** Запуск в СССР космической ракеты в сторону Луны
- 1964 г.** Окончание строительства первой очереди газопровода Бухара — Урал
- 1966 г.** Запуск советской автоматической станции «Луна-9», осуществившей 3 февраля мягкую посадку на Луну
- 1969 г.** Впервые осуществлена ручнаястыковка космических кораблей «Союз-4» и «Союз-5» с космонавтами на борту
- 1970 г.** Пущен последний агрегат Разданской ТЭС (Армянская ССР), ТЭС достигла проектной мощности 300 тыс. кВт

### ПЕРВАЯ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГОЙ

Первая в СССР железная дорога с электрической тягой Баку — Сабунчи (13,5 км), Баку — Сураханы (20,6 км), Сабунчи — Сураханы (7 км) открылась 6-го июля 1926 г. Полутрагодичная бесперебойная работа дороги показывает успешность технического выполнения электрификации дороги. Вагоны построены Мытищинским вагоностроительным заводом. Каждый моторный вагон оборудован четырьмя электродвигателями типа ДБ-2 завода «Динамо». Мощность двигателя при часовом эксплуатационном режиме — 75 кВт, при продолжительном — 45 кВт. Задержки в движении из-за неисправностей за истекший год составили 3,67 поездо-часов, то есть 0,003 мин на каждый поезд на обеих линиях.

«Электричество», № 1—2, 1928

### ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ СТАНЦИЙ

Основная задача — снабжение промышленности и населения г. Ленинграда и пригородов электрической энергией, для какой цели объединены общей сетью в 35 000 В общим протяжением около 85,5 км следующие станции: 1-я (бывш. «Станция 1886 года»), 2-я (бывш. «Гелиос»), 3-я (бывш. станция Бельгийского общества), 4-я (бывш. «Трамвайная городская станция») и 5-я (бывш. станция «Уткина заводъ», ныне «Красный Октябрь»), паровые станции, а с декабря 1926 г. к перечисленным станциям присоединена вновь построенная Гидроэлектрическая станция на р. Волхове, подключенная к 35 000-вольтной сети посредством воздушной линии передачи в 110 000 В.

Для удовлетворения все растущей потребности в электроэнергии в настоящее время производится сооружение новой паровой станции «Красный Октябрь» крупной мощности. Кроме того, в программу Объединения «Электроток» на ближайшие годы включены проектировка и постройка новой гидравлической станции на р. Свири.

«Электричество», № 1—2, 1929

### СТРАНЕ НУЖНЫ ХОЛОДИЛЬНИКИ

Производству холодильных машин в СССР в послевоенный период начало было положено в 1919 г. На заводе Московского машинотреста «Котлоаппарат» был открыт отдел холодильного машиностроения. На этом заводе остановились как на имеющем к данному моменту в наличии большую часть оборудования по аппаратуростроению. Что касается компрессоростроения, требующего специального оборудования, которого на заводе недоставало, оно было дополнено.

В 1922 г. для завода был разработан пятилетний план, предполагавший к изготовлению 60 компрессоров общей мощностью 5.450.000 кал/ч. Перспективный пятилетний план предусматривает ежегодное увеличение производства холодильной продукции до 10.000.000 кал/ч.

По пятилетнему плану холодильного строительства в СССР потребность в холодильных машинах выражается в 50.000.000 кал/ч. Потребность промышленности за тот же период составит не менее 12.000.000 кал/ч. Ведутся подготовительные работы по переоборудованию завода «Профинтэрн» в Брянске для выпуска этим заводом частей холодильных установок.

«Машинист», № 1, 1930

## ГОЭЛРО В ДЕЙСТВИИ

Огромных успехов добился СССР в области гидротехнического строительства. Были одержаны блестящие победы на Магнитострое (первая в мире по длине плотина была закончена вместо 120 дней в 70 дней) и на Днепрострое.

Эти победы тем более значительны, что мы делаем лишь первые шаги. Только ГОЭЛРО положил начало крупному гидротехническому строительству в СССР, создающему крупнейшие гидротехнические сооружения нашей эпохи. План ГОЭЛРО в 1750 тыс. кВт уже почти выполнен. На 1 января 1931 г. мощность районных станций достигла 1300 тыс. кВт. Мощность электростанций, входящих в строй в 1931 г., равна 25 Волховстроем. Новые электростанции, которые будут включены в этот году, по своей мощности более чем вдвое превзойдут план ГОЭЛРО. Мощность действующих электростанций к концу 1931 г. должна быть доведена до 4,5 млн. кВт.

«Гидротехническое строительство», № 1, 1931

## ПЯТНАДЦАТИЛЕТИЕ ПЛАНА ГОЭЛРО

22 декабря 1920 г. ленинский план электрификации был доложен VIII съезду Советов. 21 декабря 1921 г. постановлением правительства были даны конкретные указания об осуществлении большой программы плана ГОЭЛРО. В постановлении перечислены 30 районных электростанций, подлежащих сооружению, на общую мощность «приблизительно» 1500 тыс. кВт и намечен для полного осуществления срок в 10—15 лет в зависимости от общего хода развития народного хозяйства. Однако уже в наименьший из намеченных Совнаркомом сроков — десятилетний — план ввода мощностей на районных станциях был перевыполнен, а теперь, когда истекает 15-летний срок, суммарная мощность введенных в эксплуатацию за это время электростанций превышает задание почти в три раза. Вместо 250 тыс. кВт в 1921 г. мы имеем в конце 1935 г. на электростанциях районного значения 4682 тыс. кВт, и, таким образом, прирост составил свыше чем 4400 тыс. вместо 1500 тыс. кВт, указанных в постановлении правительства по плану ГОЭЛРО. Выработка электроэнергии всеми электростанциями Союза составляет в 1935 г. свыше 25 млрд. кВт. ч и превышает выработку 1920 г. в 50 раз.

«Электромонтер», № 1, 1936

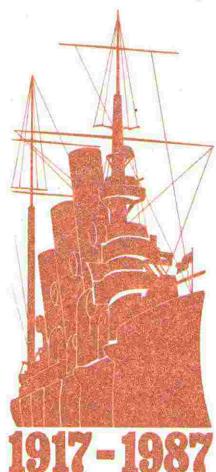
**1972 г.** На Украине введена в действие на полную проектную мощность (1800 тыс. кВт) Ладыжинская ГРЭС

Окончены ходовые испытания самого мощного в стране плавучего крана «Богатырь», построенного Морским заводом им. С. Орджоникидзе в Севастополе

**1974 г.** Завершено сооружение 1-ой очереди Нововоронежской АЭС. Введена в строй самая глубокая в стране (1320 м) шахта «Красная звезда» в Донбассе мощностью 1800 тыс. т антрацита в год

**1978 г.** Создание впервые в мире пилотируемого научно-исследовательского комплекса в составе орбитальной станции «Салют-6» и двух космических кораблей «Союз-26» и «Союз-27»

**1979 г.** Включение энергосистемы СССР в Объединенную энергосистему стран — членов СЭВ «Мир»



# СОРАТНИК ИЛЬИЧА

Иван КАМОВ



«Постигая все глубже и глубже науку об электричестве и энергетике, я все более и более убеждался в великих судьбах электрификации нашей страны...». Эти слова принадлежат Глебу Максимилиановичу Кржижановскому, которому 24 января 1987 года исполнилось бы 115 лет.

Писать о нем трудно. И дело не только в том, что ему посвящены десятки книг. Велики деяния этого человека. Но, если попытаться сказать коротко, то получится примерно следующее.

Герой Социалистического Труда. Выдающийся деятель Коммунистической партии. Крупнейший ученый. Друг и соратник В. И. Ленина. Организатор энергетического хозяйства страны. Председатель Комиссии ГОЭЛРО и первого Госплана. Председатель Всесоюзного комитета по высшему техническому образованию. Вице-президент Академии наук СССР. Основатель и руководитель Энергетического института.

...Дом № 30 по ул. Осипенко в Москве. Здесь на втором этаже жил Глеб Максимилианович. Дом пока на ремонте. Но в московских справочниках уже есть адрес нового музея. Это музей-квартира Г. М. Кржижановского. Он будет открыт к 70-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции.

Каждого, кто придет сюда, наверное, поразит скромная обстановка. Недорогая мебель. Глеб Максимилианович ни за что не соглашался ее менять: вещи эти хранили память о Ленине.

Кржижановский был скромен и непрятязателен,

но одно увлечение он пронес через всю жизнь: это книги. Его библиотека насчитывает более 7 тысяч томов. А сколько было подарено школам, читальням, детским домам! Читал он много, жадно. Обладал феноменальной памятью, знал несколько иностранных языков. Литература на иностранных языках в его доме — не редкость.

Глеб Максимилианович много писал сам. Он автор монографий, сотен статей и брошюр. При создании плана ГОЭЛРО Кржижановский не только тщательно проверял и редактировал весь вошедший в него материал. Его перу принадлежат три из шести разделов «Введения»: «Электрификация и план государственного хозяйства», «Электрификация и топливоснабжение», «Электрификация и сельское хозяйство».

План ГОЭЛРО — труд колоссального масштаба. Впервые в отечественной литературе был дан обзор топливно-энергетических ресурсов страны. В. И. Ленин подчеркивал исключительное значение плана

ГОЭЛРО. В письме к Глебу Максимилиановичу он отмечал: «...чего стоят все «планы» (и все «плановые комиссии» и «плановые программы») без плана электрификации? Ничего не стоят».

Владимир Ильич требовал вручить экземпляр плана каждому делегату VIII Всероссийского съезда Советов. А ведь это был труд в 50 печатных листов, содержащий 672 страницы текста, множество схем, графиков! Текст набирался и печатался одновременно в пяти типографиях, и заказ был выполнен в невиданно короткий и точно установленный срок. К книге была приложена трехцветная «Схематическая карта электрификации России».

Всего за 9 месяцев — с февраля по декабрь 1920 г.— Кржижановский сумел организовать гигантскую по размаху и не имеющую precedента в мировой науке и технике работу по подготовке государственного плана развития народного хозяйства на базе электрификации. Комиссия ГОЭЛРО не только впервые в истории

разработала такой план, но и заложила научные основы планирования социалистического хозяйства, которые в дальнейшем стали фундаментом наших пятилетних планов.

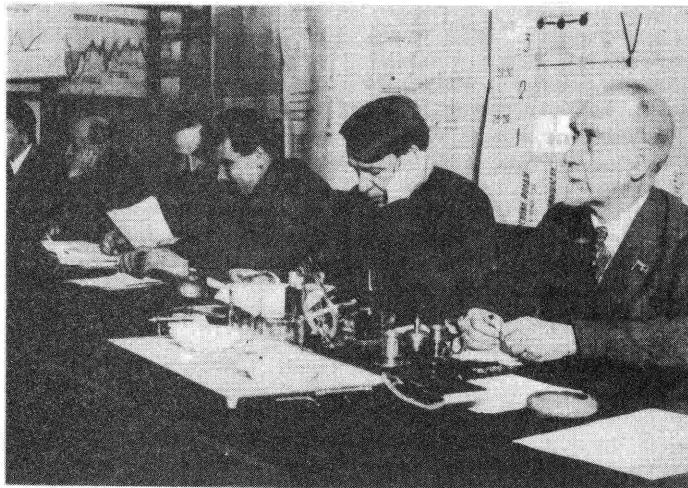
Мощным импульсом в работе служили постоянная поддержка, дружеское внимание, советы Ленина. Это во многом обеспечило успешную работу Комиссии. Задание партии удалось выполнить не только в минимальный срок, но и с небольшим расходом средств. Как вспоминает сам Глеб Максимилианович, «...при работе около двухсот ученых мы в общей сложности потратили не более тридцати тысяч рублей».

Многогранный ученый, первоклассный инженер, крупный государственный деятель, блестяще освоивший марксистско-ленинское учение, он внес неоценимый вклад во многие области научных исследований.

«Мне думается, — писал

Г. М. Кржижановский (второй справа) на заседании Комиссии ГОЭЛРО. 20-е годы





Заседание научного совета Энергетического института им. Г. М. Кржижановского

Кржижановский, — что прогноз нашего первоучителя — Карла Маркса, относительно того, что социалистический переворот связан с превращением «науки доктринеров в науку революционеров», с достойной ясностью говорит об основных грядущих путях нашей научно-исследовательской мысли».

Г. М. Кржижановскому было органически присущее чувство нового. Как истинный новатор, он всегда

искзал прогрессивное, передовое и всей своей неутомимой энергией его поддерживал.

«Мы подходим к последней грани. За химической молекулой и атомом — первоосновами старой химии — все яснее обрисовывается ион и электрон — основные субстанции электричества; открываются ослепительные перспективы в сторону радиоактивных веществ. Химия становится отделом общего учения об электричестве. Электротехника подводит нас к внутреннему запасу энергии в атомах. Занимается заря со-

вершенно новой цивилизацией». Эти строки были написаны в январе 1920 года!

В 1929 г. Глеб Максимилианович был избран вице-президентом Академии наук СССР. Академик С. И. Вавилов писал: «Быстрое превращение старинного, все еще замкнутого высшего научного учреждения страны в новую, советскую Академию, тесно связанную в своей работе с промышленностью, сельским хозяйством, со всеми разнообразными научными и техническими запросами нашей громадной Родины,— во многом заслуга Глеба Максимилиановича».

1931 год. По инициативе Кржижановского в системе Академии наук организован Энергетический институт — первый академический институт технического профиля. Возглавив его, Глеб Максимилианович создал комплексное учреждение — центр всестороннего изучения энергетики. Укреплялись и развивались связи с энергетическими учреждениями советских республик, филиалами академии, научно-исследовательскими ин-

## ИНФОРМАЦИЯ

### АТАКАЮТ АКУЛЫ

С необычными «пиратами» — акулами — воюют сейчас исследователи из американской телефонно-телефрафной компании АТТ. Де-

ло в том, что акулы снова и снова атакуют своими острыми, как нож зубами подводный кабель из стекловолокна, проложенный в конце 1985 г. между островами Тенерифе и Гран-Канария. Со времени прокладки кабеля уже трижды дело доходило до короткого замыкания, и каждый раз на изоляции обнаруживали следы

акульих зубов. Загадочные нападения угрожают помешать прокладке первого трансатлантического подводного кабеля связи из стекловолокна, к которой предполагалось приступить осенью 1987 г. Чтобы защищить кабель от акул было решено покрыть его стальной оболочкой и смолой.

Нельзя пока определенно



ститутами. В 1932 г. в связи с 60-летием Кржижановского институту было присвоено его имя.

Через несколько лет — в 1935 году — по инициативе Глеба Максимилиановича в АН СССР было основано Отделение технических наук. Кржижановскому поручается возглавить группу энергетики. Много сил и энергии отдал он тому, чтобы привлечь к работе талантливых ученых, вырастить квалифицированные научные кадры.

Он был энергетиком широкой эрудиции. Но внимание Кржижановского привлекали и другие науки, проблемы смежных областей знаний. «Ищите на стыках наук: свет идет

от сопредельных знаний» — говорил Глеб Максимилианович, обращаясь к молодым ученым. Сам он всегда живо интересовался успехами химии, биологии и сельскохозяйственных наук, понимая, как неразрывно связаны их успехи с электрификацией страны.

Это был поистине незаурядный человек. Кроме научных трудов, он писал еще и... стихи. «Вихри враждебные веют над наими...» — русский текст знаменитой «Варшавянки» был написан Кржижановским в Бутырской тюрьме в 1896 году. Но у него было немало и лирических стихов, сонетов. Глеб Максимилианович — мастер легкой им-

Депутатский билет Г. М. Кржижановского

провизации, экспромта, точного поэтического сравнения. Каждое событие, встреча отражались в его душе поэтическим образом.

«Была та встреча юных дней  
Великим счастьем жизни всей», —  
так вспоминал поэт и ученый о своей встрече с Владимиром Ильичом Лениным.

Через несколько месяцев откроется музей Г. М. Кржижановского, и каждому из нас представится счастливая возможность узнать жизнь и деятельность этого человека ближе, глубже.

ответить, что же побуждает акул нападать на телефонные кабели. Возможно, как считают специалисты, акул привлекают вибрации кабелей под водой, а может быть, морских разбойников приманивают и электрические сигналы, исходящие от них...

«Die Welt»,  
25.08.1986

### ОПТИМАЛЬНАЯ ФОРМА — БАНАН?

Итальянские конструкторы поставили перед собой задачу определить, на что похож автомобиль идеальной аэродинамической формы. Решить эту проблему помогла ЭВМ. С ее помощью на экране монитора получили нечто, похожее на ...

банан. Правда, пока трудно сказать, будут ли когда-нибудь автомобили «бананообразными».

«Motor»,  
1986, № 32

### ИНФОРМАЦИЯ

# БИОМАССА: РЕШЕНИЕ ТРЕХ ПРОБЛЕМ

Доктор  
биологических  
наук  
Е. С. ПАНЦХАВА

Растения, отходы сельского хозяйства, городские отходы — все это биомасса. Содержание ее в биосфере — 800 млрд. т. Причем ежегодно возобновляются 200 млрд. т (это соответствует 100 млрд. т нефти).

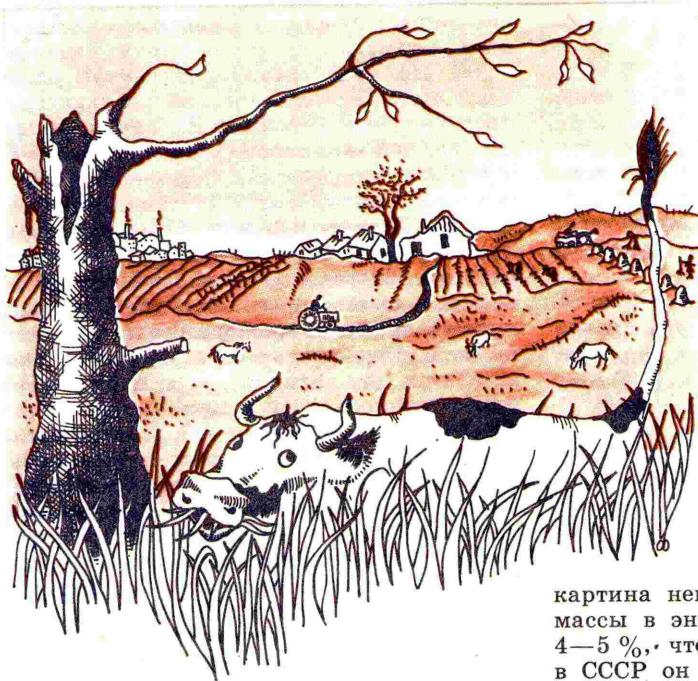
Внимание, уделяемое в последние годы биомассе, связано, прежде всего, как с постоянно растущим дефицитом ископаемых топлив: угля, нефти, природного газа, так и с поисками им замены. О том, что биомасса обладает достаточным энергетическим потенциалом, говорит хотя бы такой факт: только в континентальных лесах ее накапливается ежегодно до 70 млрд. т. По энергосодержанию это втрое превышает потребление энергии в мире.

С энергетической проблемой тесно связана проблема экологическая. Интенсификация промышленного и сельскохозяйственного производства, а также дальнейшая урбанизация неизбежно приведут к тому, что концентрация разнородных органических отходов в ближайшие десятилетия резко увеличится. А это значит — нужно будет принимать неотложные меры по их утилизации. Переработка отходов, то есть биомассы, позволит, таким образом, в определенной степени решить и экологическую, и энергетическую проблемы.

По предварительным подсчетам, только из отходов, производимых ежегодно в СССР, перевозка которых не требует значительных затрат, можно добывать биогаз (на 70 % он состоит из метана, а на 30 % — из  $\text{CO}_2$ ) в количестве, эквивалентном 100 млн. тут. И, кроме того, получать 150—180 млн. т высококачественных органоминеральных удобрений, содержащих 6,25 млн. т азота, 3 млн. т фосфора и 7,5 млн. т окиси калия в виде минеральных солей, легко усваиваемых растениями. Следовательно, при переработке биомассы решается и еще одна важная проблема — продовольственная.

Как же складывается «биоэнергетическая картина» в мире? Каков вклад биомассы в энергетику?

В развивающихся странах он довольно велик — около 80 %. Причем, в основном, за счет сжигания древесины, что, как известно, наносит ощутимый вред окружающей среде: резко увеличивается эрозия почвы, пересыхают водоемы и т. д. К тому же к. п. д. процесса горения дров невелик, да и сжигая их, мы теряем значительную часть содержащихся в древесине ценных химических веществ. Вот почему в экономически развитых странах разрабатываются более рациональные методы использования биомассы. Какие же?



Прежде всего это — биологическая и термохимическая конверсия. К первой относятся процессы брожения. С их помощью можно получить биогаз, водород, этанол, бутанол, ацетон, органические кислоты. Термохимические процессы — это пиролиз, то есть разложение сырья, главным образом, древесины, без доступа воздуха при температуре 450—550 °С на древесный уголь, метanol, уксусную кислоту, горючий газ, а также газификация — сжигание твердой биомассы в присутствии воздуха при температуре 900—1500 °С. В результате получаются те же продукты, что и при пиролизе.

«Участие» биомассы в энергетике развитых стран довольно скромное. Вообще надо подчеркнуть: биомассу можно рассматривать лишь как дополнительный источник энергии.

Доля биомассы в энергетическом балансе США в настоящее время составляет 3 %, в странах ЕЭС — 5 %, в СССР — около 3 %, в ФРГ и Англии — 2,5 %. Несколько иная ситуация в Китае: здесь, по данным ООН, эксплуатируется 7 млн. биогазовых установок (главным образом, у индивидуальных потребителей), производящих 100 млрд. м<sup>3</sup> газа в год, что соответствует 100 млн. тут.

По многочисленным прогнозам, к 2000 г.

картина немного изменится: вклад биомассы в энергетику США составит уже 4—5 %, что равноценно 150 млн. тут; в СССР он достигнет 4,5 %; в странах ЕЭС из 85 млн. га земельных угодий 5,6 млн. га будут отданы под высокопродуктивные сорта деревьев — сырье для получения топлива.

Какой же вид биомассы выгоднее всего использовать? С точки зрения экономики, ключевое значение в решении этого вопроса приобретают расходы на сбор и транспортировку биомассы к местам переработки. Вот почему во многих странах, в том числе и в нашей, основное внимание уделяется использованию, прежде всего отходов сельскохозяйственного производства, лесообрабатывающей промышленности, городских отходов. Помимо экологической есть и еще одна причина, по которой многие обращаются к переработке именно этого вида биомассы. Зачастую крупные предприятия, дающие большое количество отходов, расположены в местах, удаленных от центральных точек распределения и доставки ископаемых топлив и электроэнергии. В этом случае производство, скажем, биогаза позволит частично решить проблему энергоснабжения предприятия без использования дорогостоящих трубопроводов. Вот пример.

На ацетоновом заводе в городе Грозном около 3 тыс. м<sup>3</sup> отходов ежегодно сбрасывалось в реку. Нужно было срочно решать экологическую проблему. Грознен-

цы обратились в Институт биохимии АН СССР им. А. Н. Баха с просьбой наладить у них в цехах работу биогазовых установок. Они были вскоре пущены. И что же получилось? Ну, естественно, вредные стоки перестали отравлять воду. Кроме того, с помощью биогазовых установок, срок окупаемости которых составил всего полгода, заводу удалось сэкономить 25 % природного газа, необходимого для его энергоснабжения...

Итак, по многочисленным прогнозам, в ближайшее время из биологических процессов конверсии биомассы основное развитие получат два: производство биогаза и этилового спирта из органических отходов.

## МОДЕЛИРУЯ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Биогаз — продукт метанового анаэробного (без доступа воздуха) брожения — по своим теплотворным свойствам (около 5,5—6 тыс. ккал/м<sup>3</sup>) сравним с такими широко распространенными видами топлива, как керосин, уголь, бутан, а по стоимости производимого эквивалентного количества тепловой энергии, согласно данным ООН, в 1,5—3 раза дешевле их.

Процесс получения биогаза был «подсмотрен» у природы. Известный советский микробиолог С. И. Кузнецов экспериментально обосновал, что разложение органических веществ без доступа воздуха имело и имеет широкое распространение в осадочных отложениях. Природный газ — продукт этого процесса. Последний и был воспроизведен в реакторе — метантенке.

Метановое брожение обычно протекает либо при температуре 30—40 °C (так называемый мезофильный процесс), либо при 55—60 °C (термофильный процесс). Первый применяют для переработки «чистых» отходов, например, микробиологической промышленности, второй — для разложения наиболее «грязного» сырья — отходов животноводства и городских сточных вод.

Наибольшее распространение получил уже упомянутый термофильный процесс, разработанный в Институте биохимии им. А. Н. Баха. Его продукты — биогаз и витамин В<sub>12</sub>, который накапливается в бактериях, осуществляющих брожение. Мезофильный процесс позволяет не только получить ценные продукты — топливо и

витамины, добавку к сельскохозяйственным кормам, но и очистить сточные воды. По этой технологии сейчас работают несколько заводов, обеспечивающих потребности в витамине В<sub>12</sub> как в нашей стране, так и в странах — членах СЭВ.

Весьма перспективно применение биогаза на животноводческих и птицеводческих фермах. В некоторых хозяйствах Латвии, например, построены и успешно работают биогазовые установки, обслуживающие свинофермы. Газ, полученный при анаэробном брожении навоза, идет на отопление свинарников и других помещений. А главное — стоки свиноферм, приносившие немало хлопот животноводам, очищаются. Образующийся в реакторе осадок содержит соединения азота и калия, из него приготавливают высокоэффективное органоминеральное удобрение. А ведь при традиционном способе производства органических удобрений — компостировании — теряется до 30—40 % этих ценных элементов.

Сегодня на животноводческой ферме в 200 голов получают около 90 тыс. м<sup>3</sup> биогаза в год. Подсчитано: в будущем все крупные фермы и птицефабрики можно будет обеспечить таким количеством биогаза, которое соответствует 18 млн. тут.

## ЗАДАЧИ РЕШЕННЫЕ И НЕРЕШЕННЫЕ

Однако картину в «биогазовой» отрасли нельзя считать безоблачной. Проблем здесь немало. Главная — в том, что процессы получения биогаза до сих пор неуправляемы. Кроме того, метановое брожение занимает много времени — 5—10 суток. А это значит — метантенк должен быть большого объема. Например, чтобы получить 20 тыс. м<sup>3</sup> биогаза нужен реактор объемом 10 тыс. м<sup>3</sup>. Если учесть, что 1 м<sup>3</sup> железобетонного реактора стоит 300 руб., то увеличение объема связано с высокими затратами. Последние зависят также от материала реактора. Металлический метантенк в 10 раз дешевле железобетонного. Для того, чтобы процесс был достаточно эффективным, необходима предварительная подготовка биомассы — очистка, сушка. Методы обработки сырья также нужно совершенствовать. И все же главная задача, стоящая сегодня перед «биогазовой» отраслью — разработка управляемых, контролируемых и высоко-

интенсивных технологий конверсии отходов. Что делается сейчас в этом направлении?

В Институте биохимии АН СССР им. А. Н. Баха для получения биогаза предложен метод вертикального замещения взамен существовавших ранее способов горизонтальной подачи сырья. Он заключается в следующем: сточные воды подают в нижний конус реактора, а готовый продукт отбирают через верхний патрубок. Благодаря тому, что сырье постепенно проходит по вертикали всю емкость реактора, процесс разложения органических веществ протекает с максимальным выходом газа — до 250—600 м<sup>3</sup> на 1 т сухого органического вещества.

Ведутся поиски способов максимального снижения затрат. Один из них — применение системы рециркуляции: часть уже сброшенного сырья смешивается со сточными водами непосредственно перед их вводом в реактор. Исходное сырье по своим биохимическим свойствам, таким образом, сходно с тем, что находится в реакторе, и процесс протекает быстрее. Его удается ускорить в 5 раз, а стало быть, и значительно уменьшить необходимый объем метантенка.

Несколько слов еще об одном виде биологического топлива, который может занять определенное место в энергетике — этиловом спирте.

Наша страна занимает ведущее место в мире по производству этанола из гидролизатов древесины, однако для обеспечения транспорта этим топливом необходимо, в первую очередь, создание

конкурентоспособных технологий разложения древесины с отделением лигнина от целлюлозы при температуре 250—300 °C под давлением 20—30 атм. Как известно, бактерии древесину не разлагают, а вот целлюлозу активно перерабатывают. При биологическом способе получения этанола она-то и является сырьем.

Наряду с методами биоконверсии для получения топлива в последние годы разрабатываются термохимические технологии, главным образом, для переработки древесины в жидкое, твердое и газообразное топливо. К таким технологиям относятся, как уже говорилось, пиролиз и газификация. В результате последнего процесса получают «синтез-газ» (водород плюс угарный газ). Его используют для производства метанола и искусственного бензина.

Часто сегодня можно услышать вопрос: «Стоит ли рассуждать об использовании биомассы, если в последние годы наблюдается снижение цен на нефть на международном рынке?»

Конечно, биомасса никогда не сможет полностью заменить ни нефть, ни другие ископаемые виды топлива. Но, в качестве дополнительного, экологически «чистого», постоянно возобновляемого источника энергии она, несомненно, со временем займет заметное место в энергетике. Подтверждение тому — отказ большинства стран от пересмотра программ по увеличению масштабов использования биомассы, несмотря на удешевление нефти.

## УРАН ИЗ МОРСКОЙ ВОДЫ

Экспериментальная установка для извлечения урана из морской воды начала действовать в Японии. Предприятие, расположенное на о. Сикоку, рассчитано на ежегодную фильтрацию 36 тыс. т морской воды.

По японскому методу из 1 тыс. т воды получают 3 г

урана. К 2000 г. из океана предполагается извлекать ежегодно до 1 тыс. т урана, для чего нужно будет подвергать фильтрации 333 млрд. т воды. Уран планируется использовать в качестве сырья для атомных электростанций, число которых в Японии значительно возрастет.

*«Berliner Zeitung»,  
3—4.05.1986*

## КАЖДЫЙ ПЯТЫЙ ЛИТР

горючего сжигают автомобилисты многих крупных городов США, пытаясь найти свободное место на стоянке. Такой расход — наглядное доказательство остроты проблемы, порожденной массовой автомобилизацией.

*«Motor»,  
1986, № 41*

# «ТРЕТЬИЙ КИТ»

Взамен трех отвергнутых легендарных китов наука предложила иные «опорные точки», на которых «держится» мир. Одной из таких точек стало понятие «вещество». Вторая точка — «энергия». А третья?

Кандидат технических наук  
Е. А. СЕДОВ

## ДВЕ ЛЕГЕНДЫ О ТРЕХ КИТАХ

С третьим «китом» все оказалось намного сложнее.

В середине прошлого века были установлены закон сохранения энергии и закон возрастания энтропии. Суть второго закона заключается в том, что во всякой не подверженной внешним воздействиям замкнутой системе энтропия стремится достичь максимальной величины. Рост энтропии означает, что энергия преобразуется из тех форм, в которых она способна производить работу, в менее ценную форму — в тепло, равномерно распределенное по объему тела.

Тепловая энергия может быть превращена в работу (да и то не полностью, а только частично) лишь в том случае, если есть разность давлений или температур. Но, согласно второму закону термодинамики, все стремится к состоянию равновесия: давление и температура выравниваются, горячие тела остывают, отдавая запасы тепла окружающему пространству, тепловая энергия теряет способность производить работу, энтропия системы растет.

На основе закона возрастания энтропии возникла теория тепловой смерти Вселенной, утверждавшая, что, когда постоянно растущая энтропия Вселенной достигнет максимума, весь мир придет в состояние равновесия. Прекратятся все

протекающие в мире процессы и наступит полный и вечный покой.

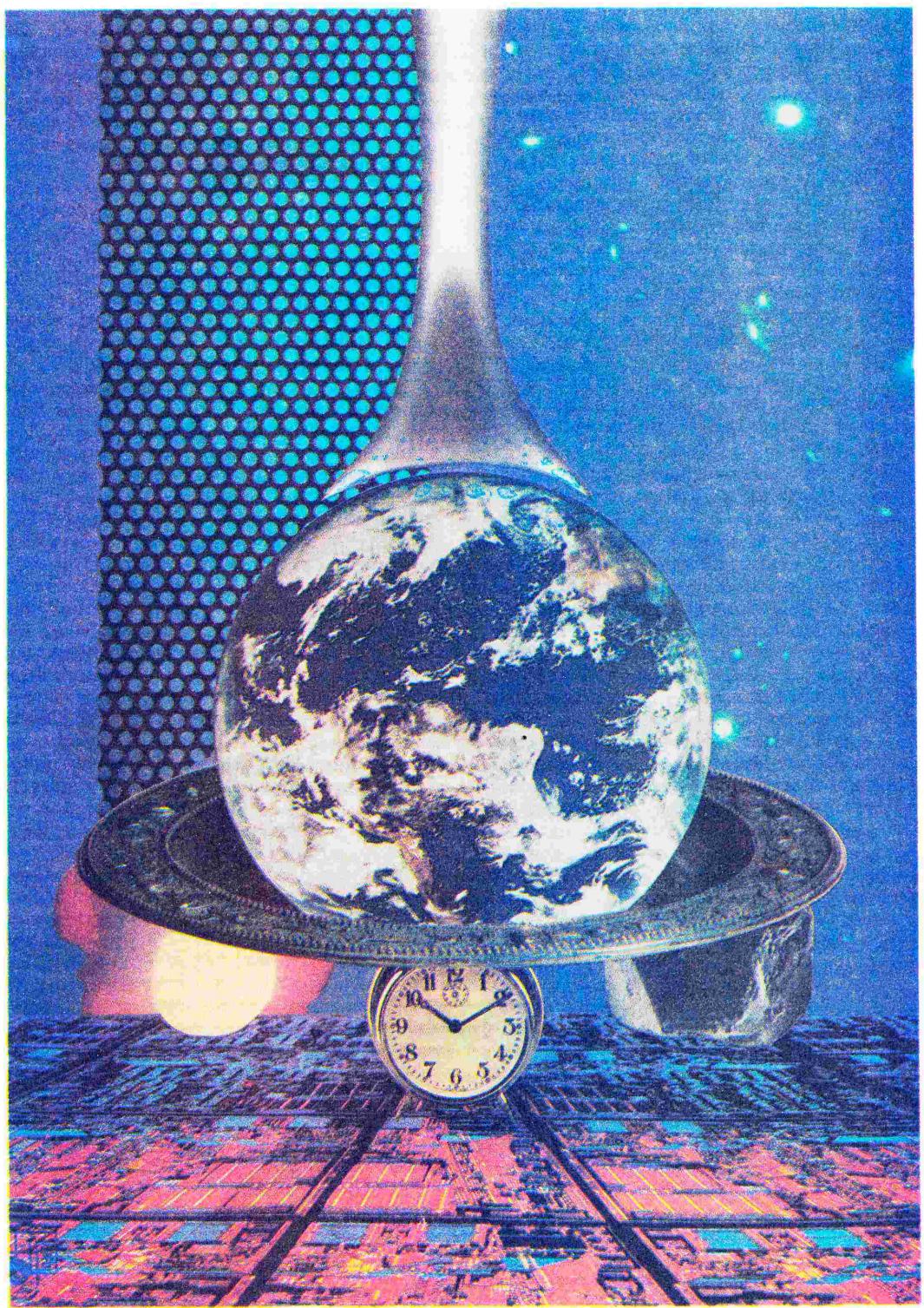
Чем больше становится третий «кит» (энтропия), тем сильнее парализует он второго «кита» (энергию). А поскольку без энергии и вещества становится «мертвым», раньше или позже все три кита должны погрузиться в глубокий сон.

Науке предстояло решить принципиальный вопрос: признать ли теорию тепловой смерти Вселенной или опровергнуть ее, подобно тому, как труды Джордано Бруно, Галилея, Коперника, Кеплера и Ньютона опровергли легенду о трех китах, на которых стоит Земля?

Статистическая термодинамика допускает возможность существования антиэнтропийных процессов, рассматривая их как маловероятные отклонения (флуктуации), кратковременные нарушения постоянной тенденции возрастания энтропии. Но было бы чрезвычайно обидно признать, что все, созданное природой, человеческой мыслью и человеческими руками, — всего лишь кратковременные флуктуации. Не утешает даже и то, что в масштабах Вселенной понятие «кратковременность» может вмещать в себя миллиарды лет.

## ЭНТРОПИЯ И ИНФОРМАЦИЯ

Современная наука уделяет много внимания исследованиям процессов самоорганизации самых разнообразных систем. Самоорганизация — это самопроизвольно



протекающие процессы, приводящие к формированию упорядоченных структур.

Выявленная теорией информации связь между количеством информации и величиной энтропии дает основания утверждать, что в результате самоорганизации происходит накопление информации, которая сохраняется в структуре формирующихся упорядоченных систем.

Для измерения количества информации основоположник теории информации К. Шеннон предложил использовать заимствованную из термодинамики вероятностную формулу энтропии\*:

$$H = - \sum_i p_i \log p_i,$$

где  $p_i$  — вероятность какого-либо ( $i$ -го) признака (состояния) элементов из  $N$  возможных признаков (состояний), то есть  $i=1,2,\dots,N$ .

Если система может находиться только в двух состояниях и вероятности этих состояний равны ( $p_1=p_2=1/2$ ), подсчитанная по формуле Шеннона энтропия равна 1. Принято считать, что в этом случае неопределенность (энтропия) системы составляет 1 бит и, соответственно, информация о реализации одного из двух возможных состояний системы тоже равна 1 биту.

Например, 1 бит информации содержится в каждом знаке текста, закодированного двузначным кодом и представляющего собой чередование единиц и нулей.

С увеличением количества букв алфавита энтропия текста растет. Так, например, для алфавита из 32 букв при условии, что все буквы текста имеют равную вероятность ( $p_A=p_B=\dots=p_{\text{Я}}$ ), подсчитанная по формуле Шеннона средняя энтропия каждой буквы составит  $H_{\max}=5$  бит.

В таком тексте можно встретить любые сочетания букв, поэтому он полностью лишен смысла, поскольку степень его упорядоченности равна нулю.

В реальных текстах одни буквы повторяются чаще, другие — реже. Соответственно и вероятности их различны. Например, для буквы «О»  $p_0=0,11$ , а для буквы «Ф»  $p_F=0,02$ .

Кроме того, различаются вероятности различных буквенных сочетаний. Например: сочетания — ТЬСЯ, —НЫЙ (НОЕ,

НАЯ) встречаются в тексте довольно часто, а вероятность сочетания —ЦЫ близка к нулю. А есть и вовсе запрещенные правилами сочетания: ИЬ, УЬ, ШЫ, ИАОУ и т. п. Их вероятности равны нулю.

Подсчитанная с учетом всех вероятностных свойств энтропия реальных текстов составила немногим более 1 бита.

Пятикратное уменьшение расчетного значения энтропии по сравнению с  $H_{\max}=5$  бит/на букву обусловлено учетом упорядоченности текста, продиктованной грамматикой и фонетикой языка.

А нельзя ли таким же способом учитывать степень упорядоченности всех обладающих структурой систем?

Оказывается, можно. При этом само понятие «количество информации» приобретает всеобъемлющий смысл, становясь универсальным критерием структурированности всех существующих в мире систем.

К числу таких систем принадлежат элементарные частицы, атомы, молекулы, кристаллы, органические соединения, белки, клетки, организмы, популяции и т. д. Все существующие в мире системы выстраиваются в цепочку, в которой каждое предыдущее звено становится как бы «алфавитом», из которого составляются «тексты», образующие структуры более сложных систем.

В течение многих веков информация считалась неотъемлемым атрибутом человеческой деятельности. В наше время в науке произошло три важных события, показавших, что информация может создаваться, накапливаться и храниться без участия человека. Так, например, расшифровав генетический код, ученые убедились, что он построен по принципу письменных текстов. Есть 4 буквы (нуклеотида), из которых строятся 3-х буквенные слова (кодоны), соответствующие 20-ти аминокислотам, служащим исходным материалом для синтеза живого белка.

Определенные последовательности кодонов образуют своего рода «фразы» — в них зашифрованы свойства белков. Последовательность «фраз» образует «текст», заключающий в себе все наследственные признаки, которыми будет наделен будущий организм.

Второе событие, заставившее задуматься об объективности информационных процессов, — изобретение ЭВМ. Хотя действуют они по заложенным в них чело-

\* При наличии знака минус перед знаком суммирования  $\Sigma$  величина  $H$  всегда положительна, поскольку  $p_i < 1$ ,  $\log p_i < 0$ .

веком программам, информация в них начинает «жить собственной жизнью»: после ввода в ЭВМ исходных данных и программ для их обработки уже не человек, а вычислительная машина определяет окончательный результат.

Третьим, самым важным событием, было создание теории информации и поставленный этой теорией вопрос взаимосвязи информации с термодинамической энтропией.

Уменьшение термодинамической энтропии (а стало быть, и эквивалентное приращение информации) в открытых системах происходит во всех процессах формирования упорядоченной структуры под воздействием упорядоченных во времени и в пространстве гравитационных, ядерных, электрических и магнитных полей \*. Эти поля несут в себе ту изначальную информацию, благодаря которой возникает упорядоченность в структуре взаимодействующих с ними систем.

Таковы процессы образования и структуризации сгустков звездной материи в космосе, процессы кристаллизации, формирования магнитных доменных структур, поляризованных электрическим полем сред и т. п.

Антиэнтропийный характер подобных процессов не противоречит второму закону термодинамики, поскольку все процессы структуризации сопровождаются выделением определенного количества тепла, увеличивающего энтропию среды. За накапливаемый и сохраняемый внутри системы порядок она должна «вносить энтропийную плату». Большое количество информации, необходимой живым организмам, оплачивается постоянным оттоком тепла, обусловленным разностью между температурой тела и температурой внешней среды.

\* Подчеркивая антиэнтропийный характер процессов самоорганизации, мы намеренно опускаем ряд дополнительных условий, при которых может быть выявлена зависимость энтропии от степени организованности конкретных систем. Само понятие «организованность» имеет неоднозначный характер, усложняющий сравнительные оценки состояний систем. Интересующимся этим вопросом читателям можно порекомендовать обратиться к специальной литературе: Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М., 1979; Пригожин И. От существующего к возникающему. М., 1985 (с послесловием Ю. Л. Климонтовича); Хакен Г. Синергетика. М., 1980; Климонтович Ю. Л. Статистическая физика. М., 1982.

## ИНФОРМАЦИЯ И ЭНЕРГИЯ

В середине прошлого века Г. Гельмгольц ввел понятие связанной и свободной внутренней энергии тел, обозначаемых соответственно  $ST$  и  $F$ . Свободная часть внутренней энергии — это та энергия, которую можно использовать для полезной работы. Связанной Гельмгольц назвал ту часть внутренней энергии тела, которая обусловлена хаотичным тепловым молекулярным движением и может выделяться наружу только в виде тепла.

Другими словами, связанная энергия — это энергия «энтропийная». Согласно формуле Гельмгольца она определяется как  $ST$ , где  $S$  — энтропия физического тела,  $T$  — его абсолютная температура.

Энергию внутренних связей ( $F$ ) мы используем, сжигая нефть, газ, уголь или расщепляя атомное ядро.

По мере развития науки и техники создавались все новые способы получения более ценных форм энергии из менее ценных. При этом шаг за шагом повышалось информационное содержание (то есть степень упорядоченности) используемых техникой потоков энергии. Сначала люди нашли способ превращать часть тепловой энергии в механическую работу. Затем механическую работу научились превращать в электрический ток. В результате воздействия электромагнитных колебаний на энергетические состояния атомов возникает излучение лазера. А лазерные лучи — это на сегодняшний день самая ценная, самая упорядоченная форма энергии.

В опубликованной в 1983 г. работе академика Н. Г. Басова «Квантовая электроника и философия» показано, что именно благодаря жесткой детерминации излучений лазеров по частоте и по фазе (коherence) удается сконцентрировать эту энергию во времени и в пространстве до такой степени, что с помощью лучей лазера можно реконструировать даже молекулы, с прицельной точностью разрывая ту или иную внутримолекулярную связь.

Общая тенденция увеличения ценности энергии на пути от паровой машины до лазера в обобщенной абстрактной форме описывается замечательной функцией

$$\sum_i p_i \log p_i$$

Мы уже говорили о том, что максимальной энтропии соответствуют равные значе-

ния вероятностей  $p_i$ . При этих условиях текст превращается в бессмысленную «абракадабру», а энергия — в неспособное производить работу, равномерно распределенное по рассматриваемому замкнутому объему тепло.

Если составить искусственный текст, в котором каждая буква появляется с частотой, равной вероятности ее появления в реальных текстах, то в нем будет соблюдаться определенный порядок, напоминающий по некоторым признакам привычный осмысленный текст.

А как выглядит предельно упорядоченный и полностью лишенный энтропии текст?

Продолжим мысленно процесс перехода от равновероятного распределения букв к различиям их вероятностей. При этом учтем, что как бы ни распределялись вероятности, сумма их всегда равна 1, так же, как равна 1 вероятность выпадения любой из 6 граней игральной кости. Значит, увеличение вероятностей каких-либо букв текста может происходить только за счет уменьшения вероятностей других букв. А в пределе вероятность наиболее часто встречающейся буквы станет равна 1, а вероятности всех остальных букв станут равны 0.

В таком тексте одна и та же буква повторяется со строгой периодичностью. Таково свойство любых, описываемых

функцией  $\sum_i p_i \log p_i$  систем и процессов: при нулевом значении энтропии возникают жестко детерминированные, строго упорядоченные периодические процессы, подобные излучению лазера или движению планетных систем.

## ПСИХОЛОГИЯ И ЭНТРОПИЯ

Влияние информации на человеческую психику исследовалось еще до того, как люди научились измерять информацию в битах. Теория информации помогла провести точные измерения количества информации, воспринимаемой в разных условиях через зрительные и слуховые каналы, исследовать факторы, влияющие на восприятие и усвоение информации, найти средства, которые помогают человеку воспринимать непрерывный поток информации, поступающей со специальных экранов, приборов и пультов и из внешней среды.

Но, оказывается, энтропия необходима

для психики человека не в меньшей степени, чем та информация, которую он получает в живом общении, по радио, в кино, по телевизору, из книг, журналов, газет.

Так, например, современный швейцарский архитектор Б. Губер считает необходимым вести поиски оптимального соотношения запланированной «предопределенности» и непредсказуемости, «спонтанности» при проектировании зданий, улиц и городов. При этом Губер исходит из психологической потребности городских жителей, «тяги к случайному, неожиданному», заставляющей испытывать «великую притягательную силу старых деревень, старинных городов и девственной природы». О том же самом говорил на одном из симпозиумов французский архитектор Ляпард: плохо, если перелетев из Парижа в Гонолулу, человек будет видеть одни и те же современные кинотеатры и фасады жилых домов.

По мнению Губера, роль случайного в человеческой жизни можно сравнить «с той созидающей ролью, которую играет случайность в эволюционной теории и в процессах образования из молекул устойчивых соединений».

Но как найти тот самый оптимум, который позволит сочетать непредвиденные особенности города с запланированным комфортом, индивидуальное со стандартным, привычное с новизной?

Теория информации предлагает количественные критерии. Статистические исследования текстов показали, что на 1 бит непредсказуемой информации приходится около 4 бит избыточной, то есть той, что «предопределена» грамматическими и фонетическими правилами языка.

Интересно, что приблизительно то же соотношение стабильности и мутаций обнаружено в генах дрозофилы. По-видимому, в соотношении энтропии и информации 1:4 каким-то образом отразилась степень изменчивости нашего мира, к которому приспособились в ходе эволюции и гены и человеческий язык.

Конечно, это соотношение не является «жестким»: поэтический текст более непредсказуем, а научный тяготеет к использованию стандартных форм. Точно так же и в психологии: людям, слишком сосредоточенным, необходимы разнообразие и перемены, а людям, разбросанным и «спонтанным» врачи пропишут «полный покой». Опыт творчества подсказывает, что большая часть всякой работы

должна проводиться по плану, но какую-то часть необходимо зарезервировать для неожиданных ассоциаций, решений, идей. Исследовав ритмы поэтических текстов, Ю. А. Лотман пришел к заключению, что они представляют собой «игру упорядоченности и ее нарушений». Слишком «плавное» стихотворение покажется монотонным и скучным. Злоупотребления в нарушении ритма могут вовсе разрушить структуру стиха. Так же и в живописи: при безукоснительном следовании канонам произведение художника становится несовременным и мертвым; чрезмерная «удаль» в живописи приводит к лишенным содержания «энтропийным» картинам, которыми бравирует доведенный до крайности абстракционизм. Другим проявлением крайности является создание полностью детерминированных геометрическими фигурами формалистических картин.

## ИНФОРМАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Фундаментальная роль информации во всех процессах, связанных с управлением, была выявлена в трудах основоположника кибернетики Н. Винера и подтвердилась созданием многочисленных автоматизированных систем.

Наличие информации — необходимое условие экономии полезной энергии, ликвидации ее излишних расходов на преодоление дезорганизации, хаоса и энтропии. Такая взаимосвязь информации и энергии в равной степени справедлива и для объектов природы и для создаваемых человеком систем — технических, производственных, экономических.

И так же, как это происходит в природе, полное исключение из процессов управления «мутаций», «спонтанности», «энтропия» лишает эти процессы гибкости, приводит (в самом широком смысле этого слова) к «обюрокрачиванию» систем.

Так, например, слишком жесткая детерминация планов научных исследований исключает возможность их изменений для реализации новых решений, возникающих в ходе выполнения этих работ.

Применение унифицированных узлов и деталей в значительной мере удешевляет изделия, позволяет наладить и автоматизировать массовое производство деталей, имеющих широкое применение и постоянный спрос. Но если пытаться учесть все потребности создателей новых техни-

ческих средств, перечень унифицированных узлов и деталей станет настолько широким, что само понятие унификация утратит всякий разумный смысл.

Теория информации выявила наличие оптимальных соотношений жестких и гибко перестраивающихся связей и предложила критерии количественных оценок этих соотношений с помощью вероятностной функции энтропии. Можно предположить, что установление этого оптимума сможет способствовать совершенствованию многих технических, производственных, экономических и социальных систем.

\* \* \*

Исследуемая современной наукой взаимосвязь энтропии и информации может служить дополнительным аргументом против возникшей в середине прошлого века «Легенды о третьем Ките». Становится все более очевидно, что в масштабах Вселенной, наряду с обусловленной свойствами тепловой энергии тенденцией увеличения энтропии, в замкнутых системах проявляется не менее устойчивая тенденция увеличения упорядоченности в процессах самоорганизации различных открытых систем. В свете достижений современной науки энтропия перестает быть только символом разрушения и стремления к хаосу, поскольку именно наличие энтропии оказывается необходимым условием возникновения «порядка из хаоса» и дальнейшей эволюции всех упорядоченных систем.

### Ответы на кроссворд, опубликованный в № 12 за 1986 г.

**По горизонтали:** 7. Глюкагон. 8. Компания. 10. Полок. 11. Линза. 12. Куропатка. 15. Штопор. 18. Галера. 19. Полимер. 20. Альмади. 21. Тангенс. 24. Органит. 26. Крокет. 27. Изомер. 31. Дендролог. 33. Амбар. 34. Жокей. 35. Интервал. 36. Молибден.

**По вертикали:** 1. Алгоритм. 2. Аксон. 3. Корпус. 4. Готика. 5. Камин. 6. Гинзбург. 9. Кипение. 13. Компьютер. 14. Магнетизм. 16. Бондарь. 17. Негатив. 22. Материк. 23. Аргумент. 25. Секретар. 28. Леблан. 29. Тормоз. 30. Макет. 32. Торба.

## ЗАГАДКИ ЧЕРНО-БЕЛОГО МЕДВЕДЯ

Белый медведь отлично приспособился к экстремальным климатическим условиям Крайнего Севера.

Казалось бы, для улавливания ультрафиолетового излучения шерсть медведя должна быть темного цвета. Но тогда зверь стал бы слишком заметным. И защитная окраска «победила». Однако природа предусмотрела компенсацию. Каждая медвежья шерстинка полая, а ее внутренняя поверхность — шероховатая. Видимый свет отражается неровностями, а ультрафиолет проходит вдоль волосков



почти без потерь. Подобный эффект можно наблюдать в волоконной оптике.

А вот кожа белого медведя, в соответствии с законами экономии энергии, окрашена в интенсивный черный цвет. А потому поглощает значительную часть энергии, подведенной шерстинками. Зимний период белый медведь получает из воздуха чуть ли не четверть тепла, необходимого организму. Именно в это время накапливается подкожный слой сала, помогающий животному перенести трудную зиму.

Необходимо отметить еще одну особенность. Хотя температура кожи у медведя почти такая же, как у человека, внешняя поверхность его шкуры не теплее окружающего воздуха.

Отличная теплоизоляция позволяет зверю не тратить драгоценную энергию на «обогревание воздуха». Форма же волосистого покрова дает возможность улавливать ультрафиолетовое излучение с любой стороны, ведь в Арктике лед и снег отражают свет столь интенсивно, что «загара» приходится ожидать и снизу, и сверху.

А не могут ли оказаться для техники полезными эти «секреты» белого медведя? Возможно, пустотелое кварцевое волокно могло бы более или менее «подражать» медвежьей шкуре. Ученым предстоит найти эффективный способ «сместиТЬ» поглощение энергии из ультрафиолетовой области спектра в видимую, где солнечное излучение более изобильно. Белый медведь эту задачу, по-видимому, уже как-то разрешил.

*«Science News»,  
1986, v. 129, № 10*

## РОБОТЫ — ВОДОЛАЗЫ

По оценкам экспертов, 60 % мировых запасов нефти находится под толщиной Мирового океана. В 1986 г. 800 подводных месторождений дали миру 30 % всего объема нефти.

В Персидском заливе нефть добывается с глубины в несколько десятков метров, в Северном море — со 150 м, вблизи Бразилии — с 300 м, а вблизи Мексики — 316 м (рекордная глубина). Всего в морском дне пробурено 35 000 скважин, сооружено 400 плат-

форм — массивных конструкций из стали, масса которых достигает 50 000 т.

Для подводных работ привлекаются до трех тысяч профессиональных водолазов. Однако возможности человека ограничены. Он не может работать на больших глубинах (более 70 м).

В связи с этим появилась и активно развивается целая отрасль робототехники. Первое место здесь держат французы: из 600 подводных роботов, функционирующих в настоящее время, 300 изготовлены концерном ECA в Тулоне.

*«Science et Vie»,  
1986, № 827*

# ХОЛАДНО, ХОЛАДНО, ГОРЯЧО...

С каждым годом усложняется добыча топлива, растет его стоимость, увеличивается загрязнение окружающей среды. И не случайно во многих странах изучаются возможности использования новых, экологически более чистых, возобновляемых источников энергии. Практически неисчерпаемые возобновляемые запасы энергии, получаемой от Солнца, имеет Мировой океан.

Доктор технических наук  
**Р. Б. АХМЕДОВ,**  
кандидат технических наук  
**Е. М. СТАВИСКИЙ**

## КЛАДОВАЯ ЭНЕРГOREСУРСОВ

Посмотрим на карту экваториальной зоны Мирового океана. На протяжении более 6000 км вдоль экватора между 15° с. ш. и 5° ю. ш. слой поверхностных вод толщиной до 100 м имеет температуру 27—28 °С, а на глубине 700—1000 м температура равна 4—5 °С.

Площадь районов, имеющих среднюю разность температур между поверхностными и глубинными слоями воды 20 °С и более, составляет примерно 10 млн. км<sup>2</sup> (27,7 % площади океана). Теоретиче-

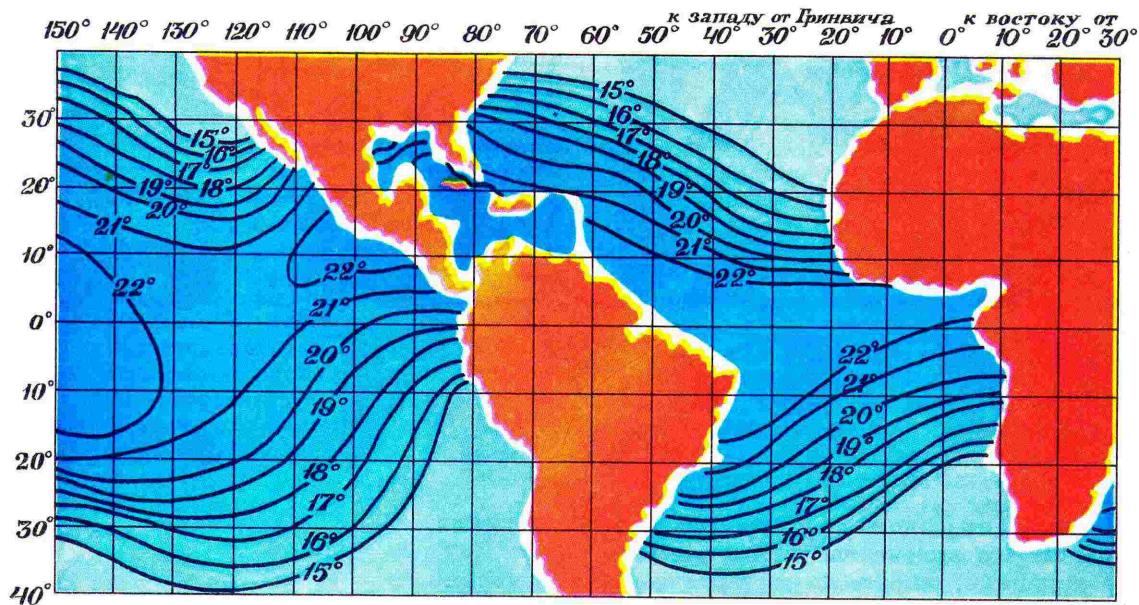
ская мощность тепловых энергетических ресурсов оценивается в 11 млрд. кВт. Ей может соответствовать годовая выработка электроэнергии  $0,96 \times 10^5$  млрд. кВт. ч. Это выше, чем мировое потребление электроэнергии сегодня.

Не меньший перепад температур существует длительный период между атмосферным воздухом и подледной водой Северного Ледовитого океана либо впадающих в него рек. Так, у арктического побережья СССР среднегодовая температура воздуха по многолетним данным составляет минус

13,7 °С. Средняя температура воздуха с ноября по март в прибрежных районах (от 105° в. д. до 170° в. д.) равна минус 27,6 °С, а минимальная температура воздуха в этих районах бывает минус 52 °С.

В то же время, в глубинах Северного Ледовитого океана формируются слои с температурой выше температуры замерзания, которая при существующей солености воды близка к величине минус 1,5 °С. Относительно высокую температуру имеет подледная вода в устьях крупных рек.

Время, когда среднесуточный перепад темпера-



тур между водой и воздухом превышает  $10^{\circ}\text{C}$ , составляет в пределах акватории, прилегающей к арктическому побережью СССР, от 30 дней в году до 180 и более. Для оценки общей мощности энергоресурсов прибрежных районов Арктики в настоящее время проводятся научные исследования.

В качестве примера можно привести теоретические оценки максимальной тепловой мощности океанских электростанций в районах их предпочтительного размещения — устьях ряда сибирских рек. Так, в устье Енисея можно построить электростанцию мощностью 7800 МВт, в устье Лены — 6350 МВт, Оби — 4880 МВт, Индигирки — 710 МВт.

ОТ ИДЕИ  
ДО РЕАЛИЗАЦИИ

Итак, ресурсы тепловой энергии Мирового океана огромны, но как их использовать?

Проблемой преобразова-

Экваториальная зона Мирового океана (кривыми показана разность температур ( $^{\circ}\text{C}$ ) между поверхностью и глубиной 1000 м)

ния тепла океана в электрическую энергию занимаются уже более 100 лет. Впервые идею использования перепада температур в океане в качестве источника тепловой энергии еще в 1881 г. высказал французский ученый Жак д'Арсонваль. Позднее его соотечественник А. Баржо предложил получать энергию за счет разности температур подледной воды и холодного атмосферного воздуха.

В 1930 г. еще один француз, инженер Ж. Клод построил в заливе Мантансас на Кубе первую установку по преобразованию тепловой энергии океана. Она вырабатывала электрическую энергию и имела электрическую мощность 22 кВт. Так была доказана техническая возможность создания океанских тепловых электростанций (ОТЭС).

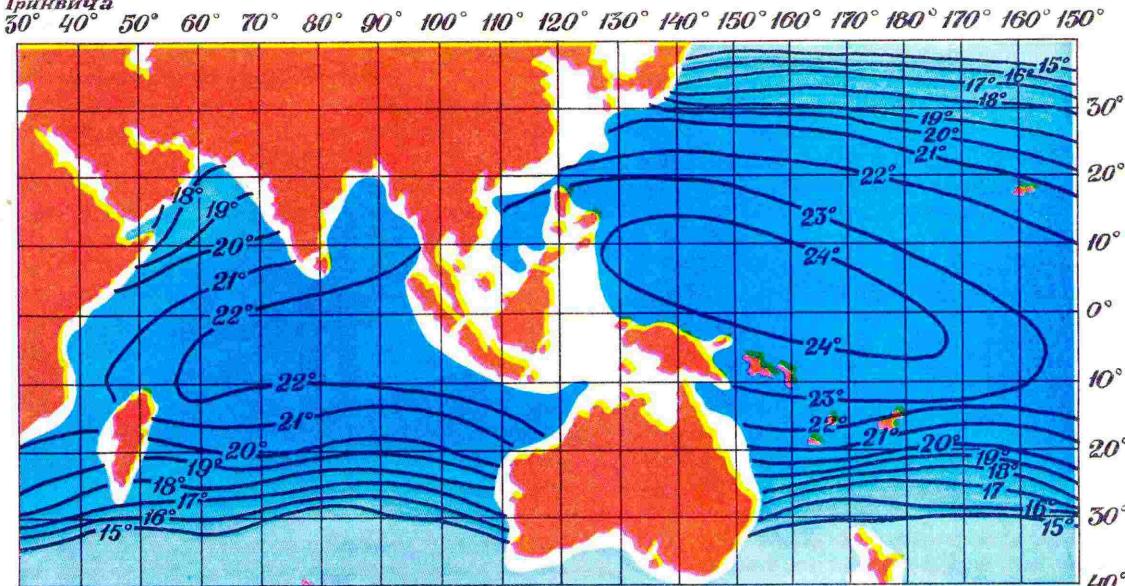
Сегодня исследования в области преобразования

и использования тепловых энергоресурсов тропических районов Мирового океана проводятся в США, Японии, Франции, Швеции, Индии, с недавнего времени — в Англии. Заинтересовались ОТЭС Голландия, Индонезия, КНР, Куба, Ямайка, Сейшельские острова, Шри-Ланка, Тайвань. В СССР за последние годы также проведены исследования, посвященные использованию тепловых энергоресурсов океана.

Существуют различные варианты создания океанских электростанций.

Один из них связан с разработкой так называемого открытого цикла: в испарителе создается пониженное давление, при этом поступающая в него теплая морская вода кипит, а образовавшийся водяной пар подается в турбину и затем конденсируется в результате тепло-

Гринвича



обмена с холодной глубинной водой в конденсаторе. Достоинство открытого цикла — возможность одновременного получения пресной воды (конденсата), однако из-за низкого давления водяных паров требуются трубопроводы и турбина очень большого диаметра.

Более предпочтительными считаются системы, работающие по замкнутому термодинамическому циклу с рабочими жидкостями, кипящими при низких температурах (фреон, аммиак и др.).

Рассмотрим тепловую схему такой ОТЭС. Принцип ее действия достаточно прост. Тepлая вода с поверхности океана при помощи насоса подается в испаритель, содержащий жидкое рабочее тело, которое нагревается и закипает при низкой температуре. Образовавшиеся пары, например, фреона или аммиака, проходят че-

рез турбину, вращающую электрогенератор, и конденсируются. Конденсатор охлаждается водой, подаваемой насосами с глубин 500—1000 м.

Работа арктических океанских тепловых элек-

тростанций (АОТЭС), как уже отмечалось, основана на преобразовании разности температур между глубинной водой Северного Ледовитого океана или впадающих в него рек и окружающим воздухом

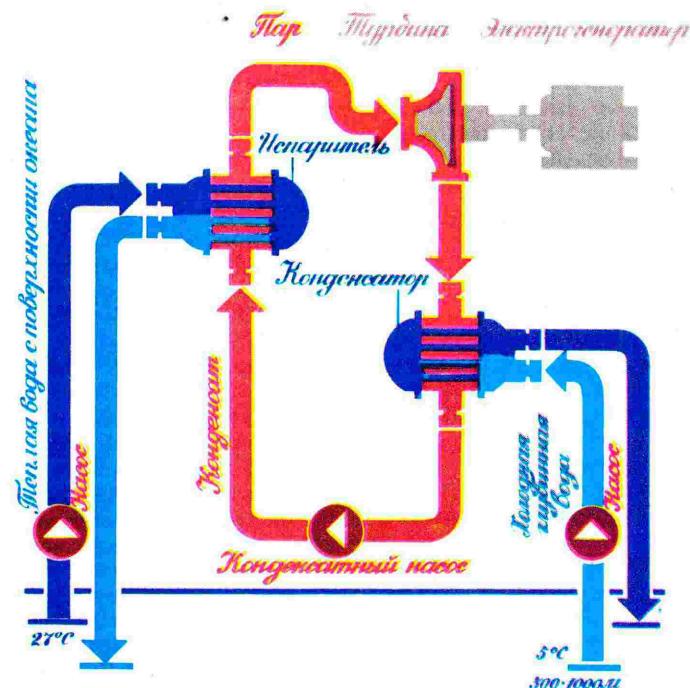


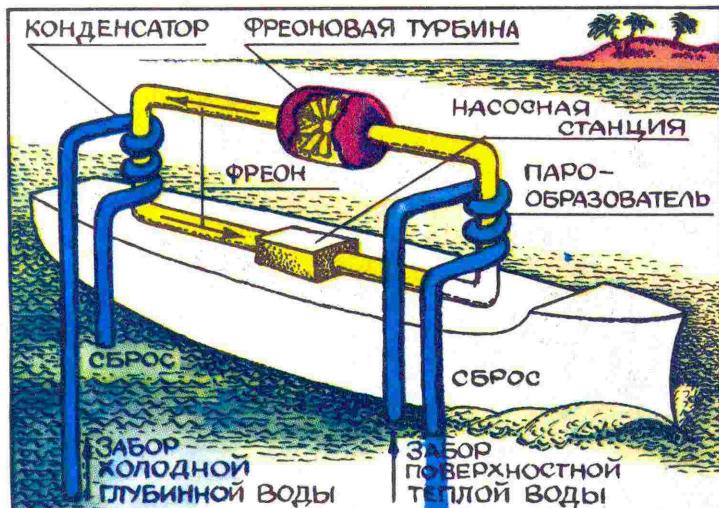
Схема океанской тепловой электростанции (ОТЭС)

в аналогичном термодинамическом цикле с низкокипящим рабочим телом. Главное отличие тепловых схем АОТЭС от схем ОТЭС — использование системы воздушного охлаждения в контуре конденсации паров рабочего тела.

Опытные системы типа ОТЭС уже созданы в США и Японии. Работает несколько демонстрационных ОТЭС малой мощности. Первая плавучая станция электрической мощностью 50 кВт, названная мини-ОТЭС, построена в США в 1979 г. Баржа с ОТЭС была поставлена на якорь на расстоянии 2 км от берега в районе Гавайских островов (мыс Кеахол Пойнт). Полезная электрическая мощность станции составила 10 кВт.

Еще одна опытная энергоустановка, названная ОТЭС-1, была запущена в 1981 г. ОТЭС-1 размещалась на переоборудованном военно-морском танкере и служила для испытаний основного оборудования — теплообменников и системы забора холодной глубинной воды, которая состояла из трех полиэтиленовых трубопроводов диаметром 1,2 м каждый. Турбина и электрогенератор не устанавливались.

Помимо двух демонстрационных установок — мини-ОТЭС и ОТЭС-1, в США есть ряд проектов ОТЭС мощностью от 10 до 400 тыс. кВт. Проектами предусматривается, в зависимости от места расположения, строительство ОТЭС берегового типа, мачтового типа с установкой на шельфе, а также плавучих установок — как подвижных, так и закрепленных якорем в од-



Различные схемы ОТЭС и АОТЭС

ной точке. Вырабатываемая электроэнергия может передаваться на берег по подводному кабелю (что довольно дорого) или использоваться непосредственно на месте. Имеются проекты создания на базе ОТЭС большой мощности плавучих заводов для производства аммиака, жидкого водорода, метанола, алюминия, добычи полезных ресурсов океана.

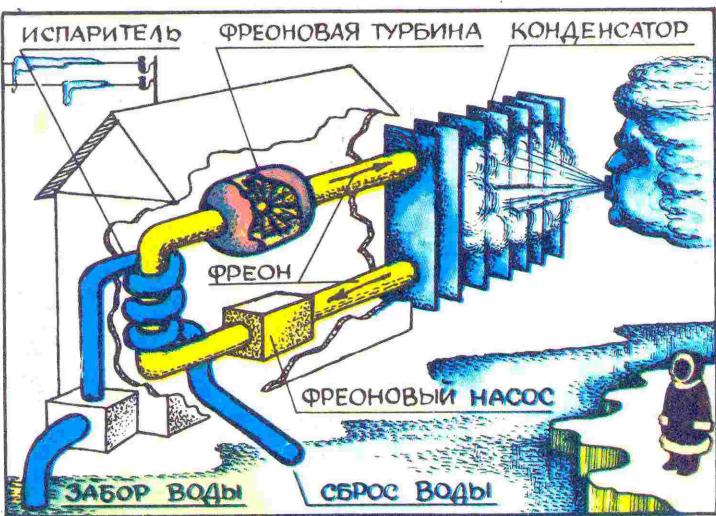
В Японии исследования, связанные с разработкой ОТЭС, начаты в 1971 г. На острове Науру, расположенному в юго-западной части Тихого океана, в 1980 г. построена опытная береговая ОТЭС мощностью 100 кВт.

В состав ОТЭС (рабочее тело — фреон-22) входят: турбина, насос, испаритель и конденсатор с теплообменными поверхностями из нержавеющей стали и титана. Холодная морская вода подается с глубины 580 м по полиэтиленовому трубопроводу длиной 954 м и внутренним диаметром 700 мм. В ходе испытаний полу-

чена максимальная мощность 120 кВт при полезной мощности 31,5 кВт.

Кроме того, на острове Токуносима в 1982 г. построена комбинированная наземная ОТЭС мощностью 50 кВт с аммиаком в качестве рабочего тела. ОТЭС работает, используя сбросное тепло дизельной электростанции. Поэтому температура теплой воды составила 40,5 °C, а холодная морская вода температурой 14—15 °C подавалась с глубины 370 м по трубопроводу длиной 2400 м. Начато проектирование береговой ОТЭС общей мощностью 10 МВт для электроснабжения острова Науру.

В СССР выполнены научно-технические проработки схем и основного оборудования океанских электростанций типа ОТЭС и АОТЭС, создается действующая модель. Предполагается, что для автономного энергоснабжения отдаленных и труднодоступных районов Крайнего Севера нашей страны АОТЭС могут быть конкурентоспо-



собы с дизельными электростанциями, так как позволяют экономить дорогое и дефицитное для этого региона органическое топливо.

И все же необходимо отметить, что исследования, направленные на создание океанских электростанций, находятся пока в стадии проектных и опытно-

конструкторских разработок, экспериментов. Масштабы реального использования тепловой энергии Мирового океана во всем мире невелики — работает несколько демонстрационных ОТЭС малой мощности.

Дело в том, что тепловая энергия Мирового океана низкопотенциальна,

температура воды невысока. Поэтому стоимость ОТЭС и стоимость вырабатываемой ими электроэнергии больше, чем на электростанциях, использующих источники тепла с высокой температурой.

Однако некоторые расчеты специалистов показывают, что экономия дорогостоящего органического топлива в результате использования возобновляемого энергоисточника делает ОТЭС — АОТЭС в перспективе конкурентоспособными с традиционными электростанциями.

Сделаны первые шаги по хозяйственному использованию тепловых энергоресурсов Мирового океана. Предстоит решить ряд важнейших проблем научного и экологического характера, определить масштабы и сроки освоения этого возобновляемого источника энергии, что, будем надеяться, произойдет еще до конца текущего столетия.

## ИНФОРМАЦИЯ

### ПРОЕКТЫ ПРИЛИВНОЙ ГЭС НА СЕВЕРНЕ

В Великобритании рассматривается план строительства в Бристольском заливе, в устье р. Северн, крупнейшей электростанции приливного типа, которая должна будет удовлетворять до 6 % потребности страны в электроэнергии. Ее мощность составит 7200 МВт.

Планом предусматривается сооружение в эстуарии

Северна плотины со шлюзами, позволяющими во время прилива поднимать уровень водохранилища, а в период отлива сбрасывать воду через турбины. Предполагается, что стоимость электроэнергии, получаемой таким способом, не превысит стоимости энергии, вырабатываемой АЭС и электростанциями, работающими на угле.

Существует два варианта проекта. Согласно одному из них, плотина длиной около 16,3 км перегораживает залив в его широкой Кардифской части, между Уэстоном и Барри. В плотине будет сделан проход для морских

судов, следующих в порты Кардифф, Ньюпорт, Шарпнесс, а также более 180 шлюзов для пропуска воды и 192 турбины.

Другой же вариант, стоимость которого впятеро меньше, предлагает строительство плотины длиной лишь 7,1 км в более узком месте, выше траверса Бристоля, у скал Инглиш Стоунз.

«New Scientist», 1986, v. 111, № 1517

## ИНФОРМАЦИЯ



# В СОГЛАСИИ С ПРИРОДОЙ

«Научно-технический прогресс должен быть нацелен на радикальное улучшение использования природных ресурсов, сырья, материалов, топлива и энергии...»  
— записано в Программе Коммунистической партии Советского Союза.

Рациональному природопользованию посвящена беседа заведующего кафедрой экономики природопользования экономического факультета МГУ академика Т. С. ХАЧАТУРОВА с нашим корреспондентом кандидатом экономических наук Светланой Нестеровой.

## АТАКУЮЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

— Тигран Сергеевич, очевидно, что рациональное природопользование может быть осуществлено только усилиями всего общества. Но когда в исторически крайне сжатые сроки 66 % населения сосредоточилось в городах, природа стала восприниматься одними как «зона отдыха», другими — как источник ресурсов. Последствия такого отношения общества известны. Не пора ли заняться всерьез экологическим воспитанием населения?

— Безусловно. Важно научить людей бережно относиться к живой и к неживой природе. Но что это значит? Прежде всего, не транжирить напрасно то, что дает нам природа. И начинать надо с быта. Закрывать кран, чтобы зря не вытекала вода. Выключать ненужные электроприборы — это тоже значит беречь природу. Потому что расход энергии связан и с расходом природных ресурсов. И то же самое в отношении живой природы. Летом в пригородном поезде люди везут на ломанные ветки, сорванные цветы и не видят ничего дурного в том, что обедняют природу.

Теперь о производстве. Можно по-разному относиться к материальным ценностям, которыми мы располагаем. Стремиться их сберечь или же обращаться с ними, мягко говоря, не по-хозяйски. Возьмите строительство. Сколько пропадает цемента, металлоконструкций, сантехники, кирпича. А сколько бьется стекла! Или возьмите металлообработку. У нас главным образом используются металлорежущие станки, а не кузнечно-прессовое оборудование. Значит, велики и отходы металла при обработке.

Ежегодно 10 % срубленного леса идет на изготовление тары. Но ведь ящики используются обычно только один раз, а затем сжигаются. Почему бы не поступать так, как это делается во многих странах, где применяют картонную тару?

Огромную экономию дает вторичное использование сырья. Получить тонну стали из лома в 20 раз дешевле, чем из железной руды. Стоимость алюминия, полученного из лома, в 2—2,5 раза ниже, чем полученного из руды.

Так что, с одной стороны, надо рационально использовать природные ресурсы, которыми располагает страна, а с другой — не загрязнять окружающую среду.

— Какую роль в экологическом воспитании должна играть школа?

— Я бы ввел десяти-двенадцатичасовые курсы, которые помогли бы ребятам понять, как важно беречь природу. Впрочем, формы работы могут быть самые разные: и экскурсии, и летние походы. Неплохо, чтобы дети сами что-то сделали для охраны природы. Всемерной поддержки требуют такие движения как «Голубой» и «Зеленый патруль», уже охватившие сотни тысяч школьников.

— А как обстоят дела с подготовкой экологов в вузах?

— На экономическом факультете МГУ есть кафедра экономики природопользования. Мы готовим специалистов, которые могли бы вести курс экологии в вузах или работать в народном хозяйстве. Но специалистов-экологов в номенклатуре специальностей вузов пока нет. Наши исследования, проведенные на ряде предприятий Эстонии и Армении, убедительно показали, что на предприятиях пора ввести должность эколога или создавать группы из двух-трех специалистов эколого-экономического профиля, на которых надо возложить заботу о проведении и контроле мероприятий по экономии сырья, энергии и по борьбе с загрязнением, по оценке экологичности новых технологий, по выбору оптимальных вариантов реконструкции действующих объектов.

— А как относятся к этому министерства и ведомства? Проявляют ли они заинтересованность в таких специалистах?

— Пока нет. Я во всяком случае о заявках со стороны министерств не знаю.

— Чем это объясняется?

— Я думаю, одна из причин в том, что охрана природы и живой и неживой, хозяйственное отношение к ресурсам, забота о незагрязнении окружающей среды требуют расходов. А предприятие само, как правило, в результатах охраны природы не заинтересовано, так как прибыли это не увеличивает, а затраты растут. Наша задача как раз и состоит в том, чтобы такую заинтересованность создать.

Возьмем, скажем, тепловую электростанцию. Затраты на ее строительство должны включать в себя как стоимость самой электростанции, так и очистных сооружений. Разумеется, нужно знать, сколько электроэнергии будет вырабаты-

вать ТЭЦ и какое значение она будет иметь для развития производительных сил региона, но важно также оценить объем отрицательного воздействия на окружающую среду, население и сооружения. А при сооружении гидроэлектростанций нужно к затратам на строительство добавить стоимость ущерба от затопления пойменных земель водохранилищем ГЭС и от сокращения рыбного поголовья.

Оценка работы любого предприятия требует всестороннего экономического анализа, учитывающего предотвращение урона, наносимого окружающей среде.

— Значит, хотя охрана природы имеет государственное значение, для отдельного предприятия она связана только с расходами?

— Не только. Каждое предприятие может эффективно использовать свои отходы. Только на тепловых электростанциях в год образуется до 90 млн. т золы. Ее просто выбрасывают, засоряя окружающую среду, но можно делать из нее дешевые стройматериалы, использовать в дорожном строительстве. Примеров рационального использования отходов немало. На заводе «Азовсталь» ежегодно перерабатывается в строительные материалы и фосфорные удобрения до 4 млн. т шлаков. На некоторых электростанциях золу используют для производства портландцемента.

Я был в Иваново-Франковской области, в Карпатах. Там есть лесопромышленные комбинаты, которые работают так, что ни одна щепка не пропадает. Все отходы перерабатываются в древесную массу. А ведь обычно сучья, кора, щепа не используются. И отходов получается почти столько же, сколько вывозится древесины.

— Известно, что недостаточно продуманное вмешательство человека в природу не раз приводило к невосполнимым потерям. Например, создание оросительных систем в Средней Азии вызвало высыхание Аральского моря, что сегодня обличается большим ущербом для народного хозяйства. Вероятно, ни одно крупное строительство не должно начинаться без тщательного экологического анализа.

— Если говорить об Аральском море, то здесь дело не только в создании оро-

сительных систем, но и в том, что они скверно построены, большое количество воды по пути к потребителю впитывается в почву, испаряется. В результате велики потери воды. Мелиоративные работы надо вести с умом. Некоторые считают, чем больше расходуется воды на полив, тем лучше. Однако избыток влаги ведет к подъему грунтовых вод и к засолению. Получается, что ежегодно мы теряем столько же засоленных земель, сколько вводим новых орошаемых земель.

Следует отметить и еще две причины. Одна из них — все тот же «пресловутый вал», о котором говорилось на XXVII съезде нашей партии. Суть в том, что оценка результатов труда мелиораторов проводилась по количеству воды, поданной на поля. А за перевыполнение плана по «валу» — премия. Гибель плодородия почв при этом никак не учитывалась:

А вторая — отсутствие цен на воду. Если бы стоимость этого уникального природного блага влияла на величину себестоимости сельхозпродукции, то был бы достигнут двойной результат: и экономия дефицитной воды, и сохранение почв, не говоря уж о качестве продуктов.

Еще пример — высокогорное озеро Севан. Была разработана идея использования воды этого озера для приведения в действие турбин электростанций. Для этого было предложено построить на реке Раздан каскад гидроэлектростанций. Успели построить только одну — как началась война. Но вода продолжала вытекать из озера. Остальные гидростанции были построены уже после войны. Уровень воды в озере продолжал понижаться, и это отрицательно сказалось на окружающей природе, рыбном хозяйстве, климате. Уровень воды в озере упал на 19 м. Начали искать выход из положения. Потратили 120 млн. руб. и соорудили 49-километровый туннель Арпа-Севан. Но построили его в расчете на то, чтобы задержать дальнейшее падение уровня воды. А надо уровень поднять по крайней мере на 6 м. Значит, теперь потребуются еще дополнительные мероприятия по повышению уровня Севана. Кроме того, выявляются крупные недостатки, допущенные при сооружении туннеля. Эти недостатки надо исправить, и чем скорее, тем лучше, вследствие чего и цена туннеля значительно возрастет.

Можно напомнить много случаев, когда вмешательство человека в природу с са-

мыми лучшими намерениями приводило к непредсказуемым и очень неприятным последствиям. На Кавказе решили сделать более привлекательным один из парков и для этого поселили в нем белок. Белки начали быстро размножаться и разорять птичьи гнезда. В результате исчезли птицы, которые выклевывали насекомых, наносявших большой ущерб деревьям. Эти насекомые стали быстро размножаться, и парк оказался под угрозой гибели.

Определенная перестройка сознания происходит на наших глазах. В 60-е гг. обсуждался проект сооружения гидроэлектростанции в нижнем течении реки Оби. Если бы ГЭС была построена, это привело бы к затоплению территории в десятки миллионов гектаров и нанесло очень сильный удар по растительному и животному миру. Позднее в этом районе были открыты крупнейшие месторождения нефти и газа. Строительство ГЭС помешало бы их эксплуатации. Как известно, проект был отклонен после продолжительных дискуссий. Но любопытно, что тогда за проект были в основном гидротехники и экономисты, против же выступали экологи.

Сегодня ситуация меняется. Когда началось обсуждение возможности переброски части стока сибирских рек в районы Средней Азии и Казахстана, наиболее серьезные возражения выдвинули именно экономисты, которые научились оценивать не только очевидные затраты и проблематичные выгоды, но и ущерб, наносимый окружающей среде.

**— Научно-технический прогресс ведет к перестройке всего народного хозяйства. Что такое научно-технический прогресс в природопользовании?**

— Важнейшая задача, которую научно-технический прогресс ставит перед нашей промышленностью — переход к безотходному и малоотходному производству. Я убежден, что любое производство может быть малоотходным. Но пока многие руководители предприятий думают только о выполнении плана, о количестве выпускаемой продукции иногда в ущерб качеству, а не о рациональном природопользовании и охране окружающей среды. Скажем, лесная промышленность выполняет свой план и свозит срубленную древесину к нижним складам, к железной дороге. Но вагонов нередко подается недостаточно. Древесина гниет, а рубка леса

продолжается, потому что те, кто за это отвечает, получают за выполнение плана премии. Но ведь именно потому, что наше хозяйство плановое, все можно согласовать. Если лес нельзя вывезти, следует уменьшить объем заготовок. Казалось бы ясно, увы...

НТП в деле охраны природы — это, прежде всего, рациональное использование природных ресурсов. Не «топить ассигнациями», а использовать нефть главным образом для производства необходимых химических продуктов и как моторное топливо, а не как топливо для ТЭС. Не сжигать нефтепродукты (мазут) в котельных, а сжигать суспензию размельченного угля. У нас уже строится первый трубопровод, по которому будет подаваться такая суспензия. Надо использовать попутный газ. Но если проехать ночью по Башкирии, повсюду огоньки. Жгут попутный газ. Это недопустимо.

Комбинированное производство тепла и электричества на ТЭЦ ежегодно экономит для страны около 50 млн. тут. В электроэнергетике берегает топливо замена устаревших блоков с низким давлением пара на более совершенные с единичной мощностью 500—800 тыс. кВт и выше. Очень многое дает снижение потерь в линиях электропередачи.

Капитальные вложения, необходимые для экономии топливно-энергетических ресурсов, в 2—4 раза ниже капитальных вложений на прирост добычи и транспорт топлива. Снизить хотя бы на один процент затраты на сырье, топливо, материалы и энергию в промышленности, значит в течение года сэкономить для страны около 5,5 млрд. руб. С другой стороны, если за счет экономии уменьшить потребности народного хозяйства в добыче топлива, можно получить средства для миллиардных капитальных вложений в строительство новых шахт.

И вообще, ориентиры развития угольной промышленности нуждаются в корректировке. Нам ведь нужен уголь, а не пустая порода, а в последнее время нередко в добываемом угле слишком много (до 50 %) породы. Очевидно, надо навести порядок в оценке работы шахт. Очень хорошая вещь — хозрасчет. Я за хозрасчет. Но только он должен быть комплексным, охватывающим все стороны деятельности предприятия. Нужно развивать атомную энергетику, позволяющую экономить жидкое и твердое топливо. Уже сейчас себестоимость электроэнергии на отдельных

АЭС ниже, чем на тепловых станциях. АЭС не выбрасывают золы, окислов серы и азота. Конечно, и здесь есть свои сложности. Но особое социально-экономическое и экологическое значение имеет обеспечение безопасной эксплуатации действующих атомных станций, строгий контроль за соблюдением регламентов работы реакторных установок и другого оборудования. События на Чернобыльской АЭС еще раз показали, что человеческий фактор обладает как могучей силой созидания, так, к сожалению, и разрушения. Причины аварии, названные Политбюро ЦК КПСС — безответственность и халатность, недисциплинированность отдельных лиц, привели к значительному урону народному хозяйству, оцениваемому почти в 2 млрд. руб. Но научно-технический прогресс, как процесс созидания и применения новейшей техники и технологии, не остановишь. А развивать экологическое сознание крайне необходимо.

— Тигран Сергеевич! Вы сказали, что в настоящее время охрана природы на уровне предприятий — дело для них невыгодное. Вероятно, что-то не ладится с экономическими оценками этой деятельности?

— Да, верно. Природоохранная деятельность должна приобрести все права на

своё существование посредством вовлечения ее результатов в основные оценочные показатели хозяйственной деятельности. Какие основные проблемы требуют своей разработки? Это — скорейшее решение задачи стоимостной оценки природных ресурсов. Предприятия, использующие худшие природные ресурсы, вынуждены тратить больше средств на охрану природы. Это снижает их прибыль, ставит в худшие условия по сравнению с предприятиями, использующими высококачественные ресурсы. Значит, надо регулировать цены с учетом не только потребительских свойств ресурсов, но и их экологичности. Затем — необходимо решить вопрос о плате за сбросы, выбросы, складирование отходов. Причем, чем опаснее эти выбросы для населения, природы, тем выше должна быть плата.

Такого рода платежи следует увязать с прибылью. В условиях самоокупаемости и самофинансирования отрицательное влияние выбросов на величину прибыли через платежи в бюджет будет хорошим стимулом для поиска более совершенных технологий, для бесперебойной работы очистных сооружений.

На нашей кафедре развивается еще один вариант решения этой проблемы: отчисления в бюджет из прибыли предприятий, которые пользуются особым чистым воздухом, водой. Возьмем Байкальский ЦБК, строительство которого обосновы-

### ВИЗИТНАЯ КАРТОЧКА ЗЕВСА

Автоматизированная система регистрации грозовых разрядов, достигающих земной поверхности, разрабатывается в Англии. Она позволит своевременно принимать необходимые меры по защите сетей электроснабжения, ежегодные потери от повреждения которых в результате грозы оцениваются в 1 млн. фунтов стерл.

В новой системе используются три группы антенн,

размещенных в графствах Восточная Англия, Девоншир и Чаршир. С их помощью за несколько сотен километров определяются мощность электромагнитного импульса и пеленг созидающего его грозового разряда. Полученные данные передаются в исследовательский центр, где ЭВМ анализирует их и сразу же с точностью до 3 км определяет координаты грозового разряда в любой точке на территории Англии или Уэльса.

Система способна регистрировать до 40 грозовых разрядов в секунду и автоматически воспроизводить их на карте страны. Периодическая смена цвета отмеченных разрядов позволяет прослеживать траекторию и направление движения грозы.

На основе накопленной информации предполагается составить карты с районами наиболее интенсивной грозовой деятельности.

«New Scientist»,  
1986, v. 111, № 1519

валось потребностью в особо чистой воде. Или заводы радиоэлектронной промышленности, которые требуют себе площадки под строительство в лесах 1-й зоны, так как нуждаются в особо чистом воздухе. Плата за выбросы (сбросы), как и плата за особые условия, — все это поможет создать равные условия для различных предприятий и рабочих коллективов.

Специального решения требует и создание вневедомственного высококомпетентного контроля за соблюдением регламентов работы как основного, так и очистного оборудования. Известно, что наибольший ущерб рыбному хозяйству, например, наносят залповые или аварийные сбросы токсичных веществ. Штрафы, вероятно, должны в таких случаях налагаться не только на отдельных лиц, но и изыматься из прибыли.

Платежи, о которых я говорил, как и штрафы должны использоваться для нескольких целей. Прежде всего, для премирования коллективов, отличающихся высокими показателями деятельности по охране природы. Затем — проведение мероприятий по восстановлению земель, лесов, видового состава животных и т. п. на тех территориях, где расположены данные промышленные предприятия.

Я назвал только некоторые основные направления совершенствования механизма природоохранной деятельности. Их развитие требует не только хорошего теорети-

ческого обоснования, но и проверки на практике. А то получится как с Временной типовой методикой оценки эффективности природоохранных затрат 1983 г. Однинадцать лет разрабатывали, а при расчете ущербов по содержащимся в ней приложениям получаются абсурдные выводы. Эта методика одна из тех, которые были определены на июньском (1986 г.) пленуме ЦК КПСС как противоречие перестройке и которые требуется решительно усовершенствовать.

— Охрана природы — это, прежде всего, территориальная проблема. Какую роль в охране природы могут играть Советы народных депутатов и опросы общественного мнения?

— Я думаю, что очень большую. И в районных, и в областных Советах должны быть люди, занимающиеся вопросами природопользования. Но главное, чтобы дело не ограничивалось обсуждением существующего положения и констатацией растущего загрязнения окружающей среды. Нужно ведь и власть проявить и вмешаться, где требуется. И опросы общественного мнения тоже нужны. Потому что обеспечить эффективную охрану природы без активного участия всего населения просто невозможно.

## И СОЛНЦЕ, И ВЕТЕР

Экспериментальный энергокомплекс, состоящий из солнечных и ветровых установок, которые будут обеспечивать электрической энергией девять жилых домов, строится в Англии.

На крыше каждого дома планируется разместить солнечные батареи, а кроме того, все дома будет обслуживать ветрогенератор с лопастями диаметром 9 м, смонтированный на башне

высотой 18 м. Общая мощность батарей и генератора составит 30 кВт. Постоянный электрический ток предполагается преобразовывать в переменный частотой 50 Гц и напряжением 240 В.

Энергообеспечение микрорайона будет практически полностью автономным, и лишь при слабом ветре и отсутствии солнца жилые дома будут автоматически подключаться к обычной электросети.

*The Financial Times*,  
1986, № 29927

## МИНИ-СВАРОЧНЫЙ АППАРАТ...

...размером с зажигалку создали специалисты западногерманской фирмы «Каргер». С помощью вентиля для подачи воздуха можно регулировать струю пламени и вести пайку и сварку до температуры 1300 °С. В рукоятку аппарата вмонтирован резервуар с бутаном, достаточным для работы в течение 80 мин. *«Neues Deutschland»*, 9—10.09.1986

# ТРЕВОЖНЫЙ РОПОТ ОКЕАНА

В. И. ЛАРИН

«Вся грязь планеты оказывается  
в конечном счете в океане».

Жак-Ив КУСТО



ПРОСМАТРИВАЯ ПУБЛИКАЦИИ  
ПО ПРОБЛЕМАМ, СВЯЗАННЫМ  
С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ОКЕАНА,  
ПРИХОДИШЬ К ЗАКЛЮЧЕНИЮ,  
ЧТО БЕЗ КРИТИЧЕСКОГО  
АНАЛИЗА ТАКОЕ ЧТЕНИЕ МОЖЕТ  
ПРИВЕСТИ К УДРУЧАЮЩИМ

ВЫВОДАМ О НЕИЗБЕЖНОСТИ  
ГИБЕЛИ ВСЕГО ЖИВОГО,  
ИЛИ, НАПРОТИВ, О СИЛЬНОМ  
ПРЕУВЕЛИЧЕНИИ ФАКТОВ  
ДЕГРАДАЦИИ ПРИРОДЫ,— ВСЕ  
ЗАВИСИТ ОТ ТЕМПЕРАМЕНТА  
И НАСТРОЕНИЯ ЧИТАЮЩЕГО.

## ОКЕАН В ОПАСНОСТИ!

В настоящее время сложилась ситуация, при которой любое преувеличение или приуменьшение в оценках состояния Океана наносит ощутимый вред. В качестве отрицательной реакции на сомнительную информацию у читателей может сформироваться представление об экологических проблемах как о неразрешимых, или, наоборот, как о маловажных. В любом случае будет нанесен вред формирующемуся экологическому мышлению каждой личности.

Только в том случае, если каждый человек задумается над возможным результатом безразличного отношения к природе, поймет основные проблемы и будет стараться разумнее, экономнее и бережнее использовать существующие ресурсы, возможен перелом в сложившейся ситуации, называемой иногда экологическим кризисом.

Для верного представления об экологических процессах, формирующих окружающую природу, необходимо понимание взаимосвязанности их между собой. Любые заметные изменения в экосфере влекут за собой вереницу часто непредсказуемых последствий, и раньше или позднее, но эти последствия непременно повлияют на состояние Океана.

Выступая в 1972 г. на конференции в Стокгольме, известный норвежский учёный и путешественник Тур Хейердал в докладе, посвященном актуальным проблемам загрязнения Океана, нашел удачные слова. Он сказал:

«Поскольку Океан не выходит из берегов, хотя все реки мира непрестанно наполняют его водой, мы бессознательно воспринимаем его как некий заколдованный котел, который, сколько ни лей, не наполнишь доверху. Мы забываем, что роль стока в океане играет испарение с его поверхности. Причем испаряется чистая вода, а яды и прочие отходы остаются. Много ли твердых и жидких отходов накапливается каждую минуту? Представим себе океан без воды — огромную сухую яму, в которую поступают одни только отходы, производимые человеком. Мы увидим бурные потоки, устремляющиеся в яму со всех сторон и заполняющие ее на наших глазах... Даже самый густой смог, даже самый черный заводской дым уносится ветром, но, какие высокие трубы мы ни сооружали бы, все в конечном счете попадает в море».

Специалисты считают, что ежегодно из недр Земли для нужд хозяйственной деятельности извлекается примерно 100 млрд. т сырья, но создать технологию, полностью использующую добывное сырье, мы пока не в состоянии. В результате лишь несколько процентов добывших материалов идут на нужды потребления, а основная их часть выбрасывается или уничтожается. Во всех отраслях хозяйственной деятельности образуется огромное количество отходов.

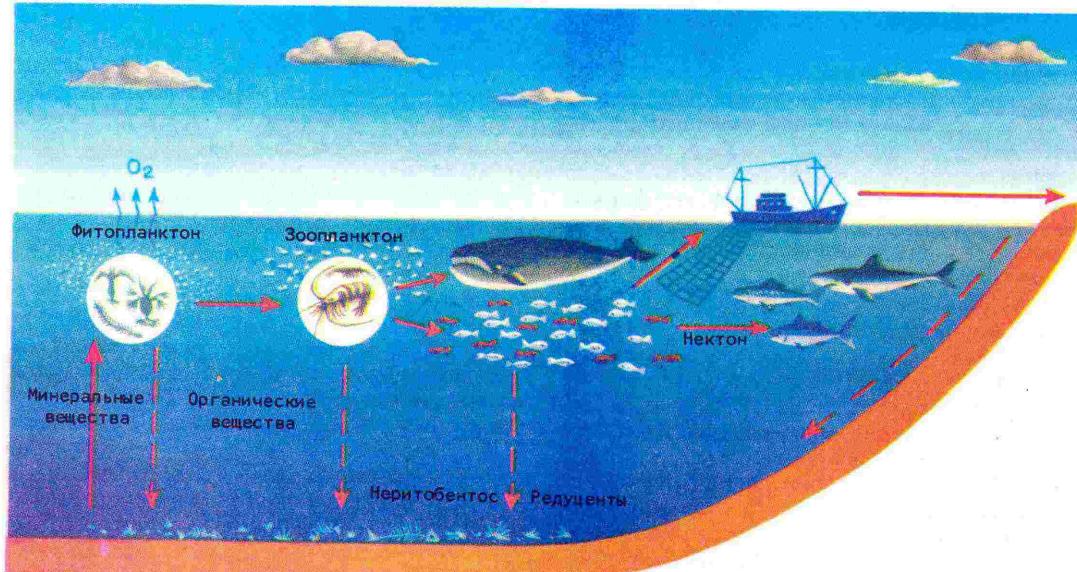
Жидкие отходы поступают в реки, а реки, играя роль продолжения канализации, выносят их в Океан. Твердые отходы производства, выбрасываемые предприятиями в атмосферу вместе с отходящими газами, оседают на землю или выпадают с осадками, попутно смывающими в реки отходы сельского хозяйства и транспорта. Попавшие в океан отходы частично оседают на дно, частично разрушаются под действием морской воды, и при этом они губят массу живых организмов.

Наиболее уязвимым элементом океанической биоты оказался планктон. Он сильнее всего страдает при разливах нефти, при сбросе в моря ядовитых отходов производства и коммунальных стоков. Это объясняется тем, что у группы организмов, объединяемых понятием «планктон», нет органов для активного движения. Они не могут быстро покинуть загрязненный район. Нефть и сточные отходы отправляют их.

Океан и атмосфера находятся в постоянном движении. Промышленные стоки, которые сегодня поступают в Океан у восточного побережья США, через месяц окажутся в промышленной зоне ФРГ, отходы через один-два дня могут выпасть с осадками на территорию Швеции. Серьезные опасения ученых разных стран вызвало обнаружение ДДТ в тканях пингвинов Антарктиды и ртути у китов, никогда не покидавших вод Южного океана. Это означает, что ветры и течения разносят по планете ядовитые вещества, которые представляют опасность для живых организмов.

Практически невозможно учесть все стоки, попадающие в Океан, но можно определить основные источники загрязнения и те пути, которые приводят вредные отходы в Океан.

Особенно часто встречаются публикации



Схематическое изображение экосистемы «Океан». Схема упрощена и лишь в общих чертах воспроизводит экосистему Мирового океана, ее задача — продемонстрировать, что океан является экосистемой. В действительности, трофические взаимодействия в океане очень сложны и разнообразны

о загрязнении вод морей и океанов нефтью. Это и понятно — нефтяная пленка хорошо заметна на поверхности воды, а потому сразу бросается в глаза.

Загрязнение воды нефтью и нефтепродуктами стремительно увеличивалось после войны вместе с ростом их добычи и перевозок. Вот свидетельство очевидца этого процесса:

«В 1947 г., когда бальсовый плот «Кон-Тики» прошел около восьми тысяч километров в Тихом океане, экипаж на всем пути не видел никаких следов человеческой деятельности, если не считать разбитого парусника на рифе. Океан был чист и прозрачен. И для нас было настоящим ударом, когда мы в 1969 г., дрейфуя на папирусной лодке «Ра», увидели, до какой степени загрязнен Атлантический океан. Мы обгоняли пластиковые сосуды, изделия из нейлона, пустые бутылки, консервные банки. Но особенно бросался в глаза мазут. У берегов Африки, посреди океана, в районе Вест-Индийских островов мы целыми днями наблюдали картины, которая больше всего напоминала акваторию крупного порта. До самого горизонта по-

верхность моря оскверняли черные комки мазута размерами с булавочную головку, с горошину, даже с картофелину. Годом позже, следуя примерно тем же маршрутом на «РА-2», мы проводили ежедневные наблюдения. Дрейф длился 57 дней, из них 43 дня мы вылавливали сетью комки мазута».

По оценкам специалистов, в настоящее время ежегодно в Океан поступает около 6 млн. т нефти и нефтепродуктов. Попадая в воду, нефть растекается тонким слоем по поверхности и медленно дрейфует под действием ветра и течений. В результате деятельности волн, микроорганизмов и химического разложения пленка постепенно разрушается. Летучие компоненты испаряются и затем выпадают обратно с осадками. Другая часть оседает на дно, на плавающие предметы и на прибрежную полосу. А основное количество, сбившись в комки, продолжает плавать.

Пока скопления таких комков невелики, они не представляют опасности, но накопление нефти в океане, видимо, опережает процессы биологического и химического распада. В результате гибнет океаническая биота, в первую очередь страдают прибрежные, шельфовые районы, загрязняется побережье.

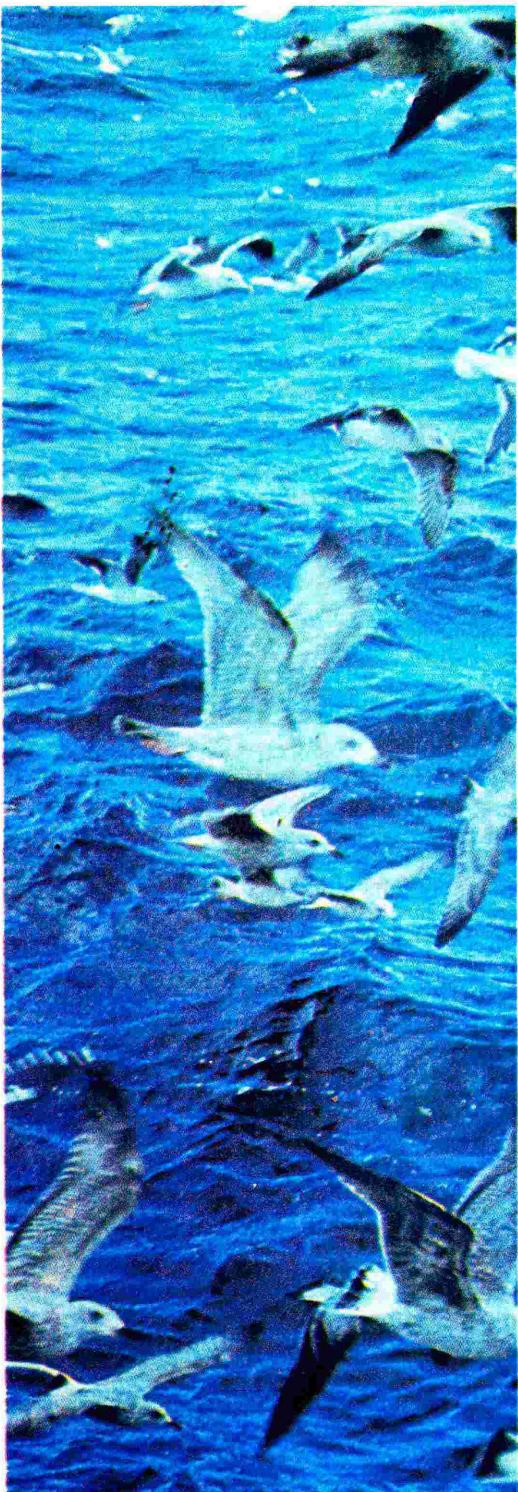
Особенно опасные разливы нефти происходят при авариях на шельфовых буровых вышках и при катастрофах танкеров. Подобное случается чаще всего у побережья. Из-за этого страдает прибрежная зона и гибнет все живое на шельфе.

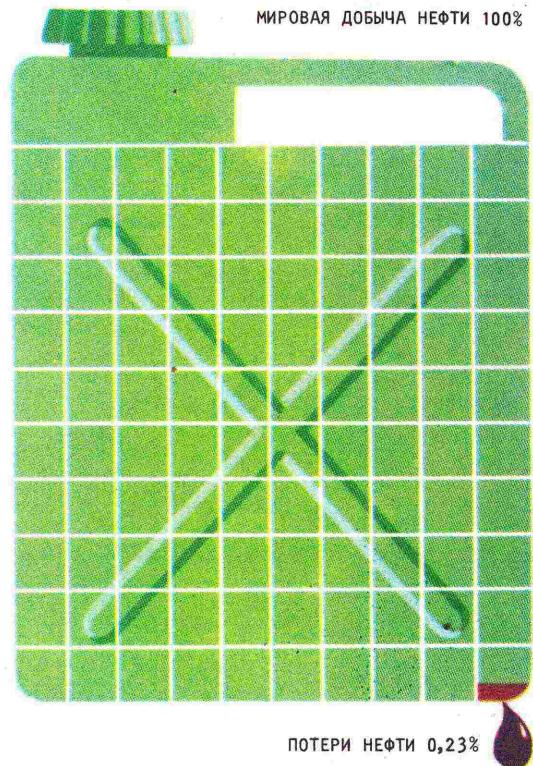
Крупные разливы нефти лучше заметны, поэтому именно о них чаще всего сообщает пресса. На самом деле таким путем в Океан попадает только 7 % нефти. Намного больше нефти и ее продуктов поступает в Океан при слиянии промывочных и балластных вод из танкеров в портах и припортовых акваториях. Это составляет более 40 % всей разливаемой нефти. Свыше 50 % нефти выносится в Океан с промышленными стоками и поступает с осадками из атмосферы.

Трудно сказать, что реальнее достижимо — уменьшение потерь нефти или совершенствование методов сбора разлившейся нефти и очистки сточных вод. Вероятно, аварий танкеров при существующем объеме перевозок нефти избежать не удастся. Значит, выход заключается в совершенствовании методов и средств сбора нефти с поверхности воды и в тщательной очистке сточных вод от нефтяной эмульсии. Такие средства существуют, однако они еще недостаточно широко применяются на практике. Многие порты оборудованы резервуарами для приема промывочных вод, и, несмотря на это, нередки случаи, когда воду с нефтяной эмульсией сливают за борт. Меры по сокращению нефтяного загрязнения разработаны, необходим только строгий контроль за их соблюдением всеми странами, участвующими в добыче, перевозках и переработке нефти.

Пожалуй, немного осталось рек, в устье которых можно пить воду без предварительной очистки, не опасаясь за здоровье. В настоящее время для санитарной охраны водоемов разработаны нормы предельно допустимой концентрации (ПДК) ядовитых веществ. Так, список веществ, контролируемых органами здравоохранения СССР, составлялся в 1979 г. 633 наименования. Причем, допустимое содержание различных примесей колеблется от десятков мг/л до десятитысячных долей мг/л. Это объясняется разной степенью их токсичности.

Неверно думать, что раньше вода была абсолютно чистой и не содержала токсичных примесей, а развитие промышленности привело к загрязнению всех водоемов ядовитыми соединениями. Значительная часть веществ, присутствующих сейчас в крупных водоемах, содержалась в них и ранее. Более того, эти вещества в микроскопических дозах необходимы организму человека, и их недостаток вызывает серьезные заболевания. Вопрос лишь в том, какое количество того или иного вещества





может попадать в организм человека, не вызывая расстройства жизнедеятельности. Над этим сейчас работают биологи и химики. Определить содержание веществ, являющиеся оптимальным, крайне трудно, поэтому вопрос пока не разработан до конца.

В период бурного развития промышленности очистке сточных вод уделяли неоправданно мало внимания. В результате в экономически развитых регионах многие водоемы лишились устойчивых экосистем и стали представлять опасность для здоровья людей.

Известны случаи, когда вследствие преступного бездействия руководителей промышленных предприятий в некоторых районах происходило отравление населения в результате пользования водой с высоким содержанием токсичных веществ или при употреблении в пищу морских животных, содержащих высокие концентрации этих веществ.

Печальным событием, получившим заметный резонанс в прессе, стало отравление рыбаков японского поселка Минамата, ловивших рыбу в заливе, в который сбрасывал неочищенные отходы химический

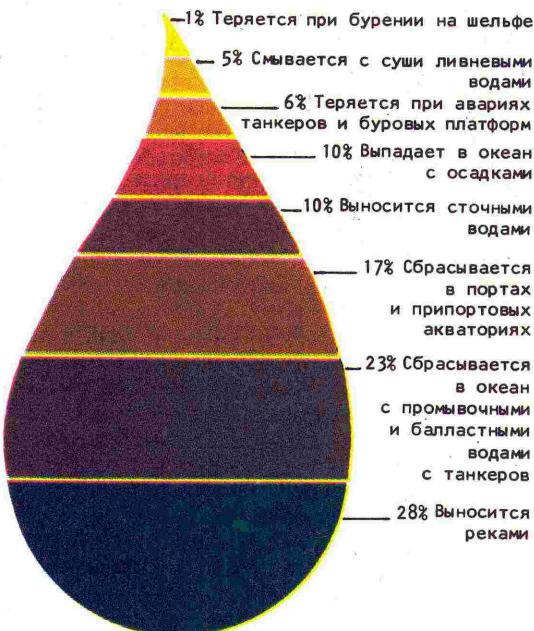
комбинат. Эти отходы имели высокое содержание ртути, а ртуть, как известно, относится к элементам, способным накапливаться в организме. В результате ее концентрация может достичь опасного уровня. Это приводит к тяжелым отравлениям, порой со смертельным исходом. Такое и произошло с рыбаками японского поселка.

В ходе кампании, начавшейся после этого случая, были выявлены многочисленные нарушения подобного рода как в Японии, так и во многих других экономически развитых странах. Кроме ртути в промышленных стоках, попадающих в водоемы неочищенными, было обнаружено присутствие почти всех металлов, в числе которых сильно токсичные — кадмий, свинец, молибден, кобальт, цинк.

Жесткий контроль, осуществляемый в настоящее время, привел к тому, что постоянный сброс неочищенных отходов в водоемы практически прекращен. Стоки очищаются на сооружениях биологической, физико-химической и механической очистки, извлеченные из них вещества перерабатываются, хотя известны случаи, когда в результате аварий на очистных сооружениях происходила утечка ядовитых отходов.

#### Нефть в океане.

#### Ежегодные потери нефти



Но здесь речь идет о крупных предприятиях. Ввиду производства большого количества продукции и, как следствие, большого количества отходов, их отношение к делу очистки стоков ответственнее, чем у небольших предприятий. Последние реже привлекают к себе внимание контролирующих органов. В результате — небольшая фабрика может сильнее загрязнить водоем, чем крупное предприятие. Еще не все хозяйственники поняли свою ответственность за здоровье населения и чистоту природы. Известно немало случаев, когда администрация значительно нарушает природоохранные нормативы, предпочитая выплачивать штрафы вместо установки дорогостоящего современного очистного оборудования.

Можно привести не один пример преступно необдуманного отношения к природе со стороны людей, стремившихся к достижению сиюминутных целей. До настоящего времени высказываются идеи глобального изменения состояния природы. Сейчас к подобным проектам правительственные организации относятся с осторожностью. Пришло понимание того, что кардинальные перемены существующего положения раньше или позднее отрицательно скажутся на состоянии окружающей человека природы.

Долгое время в качестве основного топлива использовались дрова. Это привело к заметному сокращению лесов во многих странах. Сейчас дрова в топливном балансе играют незначительную роль, но сведение лесов, преимущественно тропических, продолжается быстрыми темпами. На месте вырубок создаются плантации и промышленные предприятия, а древесина используется в качестве сырья. Сокращение лесов привело к падению уровня грунтовых вод и разрушению почвенного слоя.

Добыча торфа и осушение болот также привели к активизации почвенной эрозии. Это вызвало необходимость дополнительных инвестиций в сельское хозяйство. Особое внимание при этом уделяется химизации сельскохозяйственного производства. В почву ежегодно вносятся миллионы тонн химикатов. Часть их используется растениями, но значительное количество вымывается грунтовыми водами.

Использование химикатов неизбежно отрицательно влияет на экосистемы всех уровней, приводя иногда к гибели всего живого. Особенно сильно сказалось ис-

пользование ДДТ. Со значительным опозданием выяснились многочисленные отрицательные последствия употребления этого препарата: его высокая токсичность, способность, накапливаясь в живых организмах, вызывать необратимые расстройства жизнедеятельности.

Сейчас ДДТ запрещен для употребления в индустриально развитых странах, что не мешает им продавать этот препарат странам с низким уровнем развития сельскохозяйственного производства. При этом забывается, что где бы ни применялся ДДТ, ветрами и течениями он будет разнесен по планете.

Активная деятельность человечества вызывает глобальные последствия. Дело в том, что одно предприятие или одна страна не могут загрязнять почву, воду и атмосферу только в пределах своих государственных границ. В результате постоянного движения воды и воздуха, вредные загрязнители переносятся на территории других стран. Это вызывает необходимость юридического решения подобных вопросов на международном уровне.

Можно привести много примеров необдуманных и безответственных действий государств, из-за которых может пострадать население всей планеты. Так, в середине тридцатых годов XX века Германия утопила в мелководном Балтийском море 7 тыс. т мышьяка в бетонных контейнерах. В настоящее время у специалистов есть подозрение, что часть их повреждена. А этого количества мышьяка достаточно, чтобы отравить все население Земли.

До сих пор токсичные отходы промышленности и энергетики, заключенные в контейнеры, топят в Океане, причем преимущественно в глубоководных районах, в так называемых рифтовых зонах, которые являются наиболее тектонически активными участками дна Океана. В ходе тектонических процессов контейнеры с опасным грузом могут быть повреждены, и их содержимое будет разнесено по всему Океану.

## ОКЕАН И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ

Действия промышленников, старающихся всеми возможными средствами обезопасить отходы своего производства, понятны. Но необходимо найти такой путь

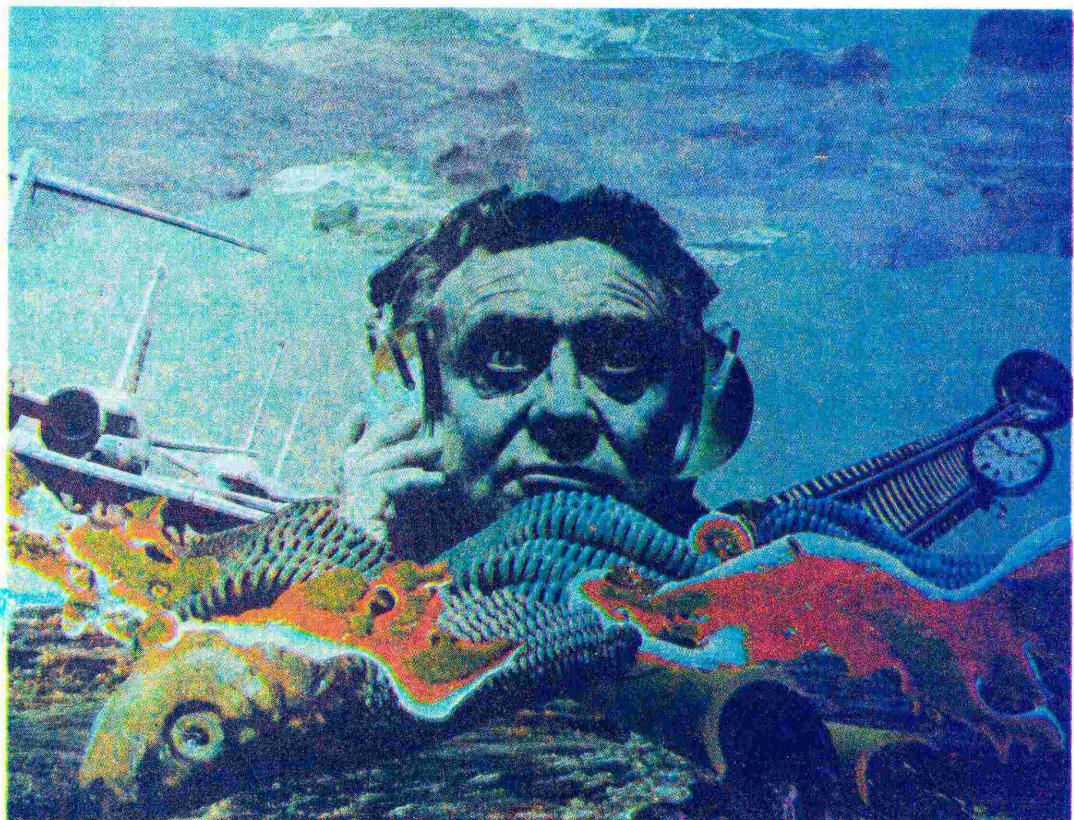
решения проблемы, чтобы в результате не страдала экосфера. Конечно, наиболее прогрессивный путь — создание безотходной технологии производства по образцу стабильной экосистемы, но для соответствующей перестройки производства требуется очень высокий уровень развития техники и технологий.

Шаги в этом направлении делаются. В качестве первых из них можно назвать внедрение систем оборотного и последовательного водоснабжения на предприятиях, внедрение технологий, максимально использующих сырье посредством его многократной переработки и практически полной утилизации, использование в качестве сырья отходов и веществ, извлеченных как из сточных вод, так и из отходящих газов, внедрение энерго- и материало-сберегающих технологий. Прошло время, когда на затраты по охране окружающей среды допустимо было идти только в случае получения прямой экономической выгоды.

Все разнообразнее становятся методы и способы вторжения человека в экосферу.

Усложняются взаимосвязи между отдельными частями мирового хозяйства, обширнее стал арсенал технических средств используемых обществом для преобразования окружающей природы. Техническое могущество людей стало таким, что впервые появилась реальная возможность свести к минимуму жизнь на планете. Полностью уничтожить все живое представляется маловероятным — слишком разнообразны проявления жизни, но лишить планету высших ее форм и отбросить экосферу на миллиарды лет назад человечество может уже в настоящее время.

Поэтому необходимы меры к сохранению стабильности экосферы. Все больше людей понимает это. Уже разрабатываются программы по сокращению ущерба, наносимого природе и по оптимизации взаимоотношений между человеком и средой его обитания. Но все программы будут иметь смысл только в том случае, если у людей будет уверенность, что накопленные запасы современного оружия, способного уничтожить разум на планете, не будут приведены в действие.



# ПОКА ДЫШУ- НАДЕЮСЬ...

Кандидат физико-математических наук

Э. П. ЗИМИН,  
И. Г. ТИХОНОВА

К 2000 году потребление кислорода из атмосферы  
энергетическими установками может вплотную  
приблизиться к уровню его воспроизведения за счет  
фотосинтеза растений.

## СЕРЬЕЗНЫЙ КОНКУРЕНТ

«Мы открыли какую-то чудовищную «ноздрю» в коре земного шара, втягивающую воздух с поверхности земли».

«Земной шар без атмосферы — это была бы катастрофа!»

«Люди станут задыхаться, растения погибнут вместе с людьми... Жизнь прекратится...»

Вы узнали эти строки из фантастической повести А. Беляева «Продавец воздуха», опубликованной еще в 1929 г.?

Спустя почти 60 лет нет смысла подвергать ревизии техническую осуществимость описанных в повести событий или дискутировать о перспективе столь мрачного исхода для человечества. Важно другое. Известный фантаст наглядно показал прямую зависимость всего живущего на Земле от состояния ее атмосферы.

В наше время существует мнение, что все основные, наиболее опасные воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду (и, конечно, на атмосферу) уже определены и достаточно хорошо изучены. Но почему тогда мы «не замечаем», что у человека, наряду с естественными (растения, животные) появился искусственный конкурент, «похищающий» атмосферный воздух (а главное, кислород) в больших количествах — многочисленные энергетические и технологические установки, эти рукотворные «ноздри» XX века?

Ответ может быть только один: твердая уверенность в «бездонности» воздушного океана, возобновляемости запасов кислорода в атмосфере.

Действительно, определенные основания для оптимизма есть. Достаточно вспомнить, что кислород — самый распростране-

ненный элемент на Земле. В прошлом (более 3 млрд. лет назад) атмосфера Земли была лишена кислорода. Первичным источником свободного кислорода, вероятно, стал процесс разложения молекул воды под действием ультрафиолетового излучения Солнца.

Появление на Земле большой массы растений привело к накоплению кислорода в атмосфере за счет фотосинтеза, при котором поглощение солнечного излучения растениями сопровождается выделением кислорода. Сейчас содержание кислорода в атмосфере равно 21 % (общая масса по подсчетам В. И. Вернадского составляет  $10^{15}$  т и поддерживается на этом уровне преимущественно за счет фотосинтеза растений).

По оценкам, ежегодно в результате фотосинтеза в атмосферу Земли поступает от 60 до 240 млрд. т

1985 г.



Потребление кислорода из атмосферы энергетическими установками и его воспроизведение за счет фотосинтеза растений

свободного кислорода. Почти весь кислород усваивается животными и растениями при дыхании. Лишь небольшая часть расходуется на окисление органических веществ (при гниении погибших растений и животных) и окисление минеральных веществ. Поступление кислорода и его потребление в естественных условиях поддерживается в равновесии.

Очевидно, что энергетические установки, «вдыхая» насыщенный кислородом атмосферный воздух и выбрасывая взамен углекислый газ, нарушают этот естественный баланс. Возможно (как считают некоторые ученые), повышенное содержание углекислого газа в атмосфере послужит толчком к увеличению фотосинтетической активности растений. А если этого не произойдет? Возникает вопрос: сумеем ли мы адаптироваться к изменившимся условиям жизни?

Найдется немало людей,

1995 г.



которые длительное время могут интенсивно работать, используя для дыхания воздух с сильно отличающимся от нормы содержанием кислорода. Например, альпинисты, летчики, космонавты. Участник советской гималайской экспедиции Владимир Балыбердин взошел на Эверест (высота 8848 м), не пользуясь кислородным прибором. Но такие исключения скорее подтверждают вывод: большинство людей может жить только в атмосфере, которая «досталась» им от предков.

Конечно, сегодня еще нет оснований говорить о серьезных экологических сдвигах в атмосфере, вызванных спецификой работы энергетических установок

вок. Но, не впадая в алармистские настроения, поставить и досконально изучить проблему экономного расходования воздуха для нужд энергетики — наша обязанность.

### РАВНОПРАВНЫЙ ПАРТНЕР

Итак, энергетические установки, и в том числе тепловые электрические

станции, регулярно в крупных масштабах потребляют кислород воздуха. В процессе сжигания органического топлива кислород служит окислителем и так же необходим для получения тепловой энергии, как и топливо. С полным основанием их можно считать равноправными партнерами.

Основными горючими компонентами органического топлива являются углерод и водород. При сжигании углерода на каждый его атом расходуется два атома кислорода. При сжигании водорода кислород расходуется более экономно — один атом окисляет два атома водорода. Если в зону горения поступит меньше кислорода, чем требуется для окис-

ления всех атомов углерода и водорода, то часть топлива сгорит не полностью и попадет в отходы вместе с золой и шлаком. Ясно, что с точки зрения достижения конечной цели — получения тепловой энергии — безразлично, что считать топливом, а что — окислителем.

В настоящее время ежегодное потребление орга-

ками к концу века может, практически, сравняться.

Конечно, приведенные оценки являются предельными. Но есть ли основания для их существенного снижения? Ведь кроме энергетики кислород круглосуточно «вдыхает» еще целая «армия» созданных нами потребителей (например, металлургические заводы). К тому же, крупные энергоустановки

вивающаяся промышленность, а затем созданный природой окислитель «взяла на вооружение» и энергетика.

А действительно ли атмосферный воздух хороший окислитель?

Казалось бы, возможен только положительный ответ. Ведь состав атмосферного воздуха и все его свойства заданы природой. Энергетические установки «привыкли» к такому окислителю. Под него разработаны все агрегаты и системы. Естественный отбор среди электростанций позволил «выжить» только тем «особям», которые «дышали» атмосферным воздухом. (Жаль, что при этом не выявились «особи», вырабатывающие кислород, подобно растениям).

И все-таки пора однозначно объявить атмосферный воздух плохим окислителем. Он имеет относительно низкую температуру, в нем слишком мало кислорода и очень много азота.

Особенно неблагоприятно оказывается присутствие азота. Мы транспортируем его сначала вместе с кислородом, затем в составе продуктов сгорания по тракту тепловой электростанции, греем, чистим и охлаждаем перед выбросом в атмосферу, а он платит за это черной неблагодарностью: порождает оксиды азота — вредные выбросы электростанций, в окружающую среду.

А если перейти на чистый кислород? С технической точки зрения это заманчиво. Во-первых, из окислителя полностью устраняется балласт (азот),



нического топлива (в тоннах условного топлива, эквивалентного углю с теплотой сгорания 7000 ккал/кг) составляет около 10 млрд. т. Чтобы такое количество топлива превратить в полезную энергию, нужно израсходовать 27 млрд. т кислорода. Ожидается, что к 2000 г. потребление топлива возрастет приблизительно до 18 млрд. т. Значит и потребление кислорода увеличится до 48 млрд. т.

Напомним, что минимальный уровень воспроизводства кислорода за счет фотосинтеза растений оценивается в 60 млрд. т в год. Очевидно, что поступление кислорода в атмосферу и его потребление энергетическими установ-

и промышленные предприятия размещаются, в основном, в густонаселенных районах, вдали от больших лесных массивов.

Так может быть есть смысл уже сегодня подумать о путях сокращения числа искусственных потребителей атмосферного кислорода, снизить уровень его потребления энергетическими установками?

### ВОЗДУХ ИЛИ КИСЛОРОД, ИЛИ...?

С незапамятных времен атмосферный воздух широко использовался человеком в быту в качестве естественного окислителя при сжигании органических топлив (в первую очередь — дров). Позже по этому пути пошла раз-

что означает снижение удельных выбросов дымовых газов в атмосферу и габаритов оборудования. Во-вторых, повышается температура продуктов сгорания. Это позволяет существенно повысить к. п. д. тепловых электростанций за счет использования цепочки преобразователей энергии, которую замыкает обычная паротурбинная установка.

К преобразователям такого типа относятся (в порядке увеличения средней температуры рабочего диапазона) термоэлектрические, термоэмиссионные и магнитогидродинамические преобразователи. Каждый из них по к. п. д. уступает паротурбинной

удельный расход топлива.

Последнее обстоятельство — один из наиболее весомых аргументов в пользу комбинированных тепловых электростанций с магнитогидродинамическим преобразователем при ориентации на использование дорогостоящего органического топлива.

В то же время существенное повышение температуры в камере сгорания при использовании кислорода в качестве окислителя дает возможность эффективно сжигать низкосортные твердые топлива (с низкой теплотой сгорания и высоким содержанием минеральной части) и удалять шлаки в жидком виде.

Выход основной массы балласта твердого топлива в виде жидкого шлака дает возможность получать продукты сгорания с

тика обойтись без потребления атмосферного воздуха? Для этого нужно отказаться от традиционного способа производства тепла и электроэнергии за счет сжигания органического топлива. Ведь у человечества есть и другие источники энергии: солнечное излучение, геотермальная энергия и тепловые ресурсы Мирового океана, энергия ветра, волн и морских приливов.

Мощным источником является атомная энергия и энергия, выделяющаяся при термоядерном синтезе. Причем, как атомные, так и будущие термоядерные электростанции в атмосферном воздухе не нуждаются.

### Структура комбинированной ТЭС



установке, но общий к. п. д. комбинированной тепловой электростанции превышает к. п. д. обычной ТЭС.

Например, комбинированная электростанция, включающая магнитогидродинамический преобразователь, может иметь к. п. д. до 60 % (на самых совершенных ТЭС он не превышает 40 %). Столь существенное повышение к. п. д. приводит к снижению удельного расхода окислителя на 20 %. Одновременно снижается

пониженным содержанием летучей золы. Это, в свою очередь, снижает абразивный износ поверхностей нагрева в парогенераторе и облегчает очистку дымовых газов перед выбросом их в атмосферу. В конечном счете, повышается производительность тепловой электростанции, а следовательно, снижается удельный расход окислителя.

И все-таки, дышать — привилегия живых организмов. Может ли энерге-

тический концептуальный проект обойтись без потребления атмосферного воздуха? Для этого нужно отказаться от традиционного способа производства тепла и электроэнергии за счет сжигания органического топлива. Ведь у человечества есть и другие источники энергии: солнечное излучение, геотермальная энергия и тепловые ресурсы Мирового океана, энергия ветра, волн и морских приливов.

Мощным источником является атомная энергия и энергия, выделяющаяся при термоядерном синтезе. Причем, как атомные, так и будущие термоядерные электростанции в атмосферном воздухе не нуждаются.

# Тойчум ли нас в XXI веке?



Этот вопрос автор адресует союзным министерствам, ведущим работы в Бейском районе Хакасской автономной области:

энергетики, цветной металлургии, промстройматериалов, путей сообщения, строительства предприятий тяжелой индустрии, геологии.

А также министерствам РСФСР:  
водного хозяйства,  
автомобильных дорог.

Эдвард МАКСИМОВСКИЙ

## СУТЬ ПРОБЛЕМЫ

Бейский район расположен на южном крыле Саянского территориально-производственного комплекса (ТПК). Прежде захолустный район, истинная сибирская глубинка, вобрал одну из крупнейших в мире Саяно-Шушенскую гидроэлектростанцию, алюминиевый завод (ему предстоит стать гигантом в следующей пятилетке — сейчас действует первая очередь), комбинат по добыче и переработке мрамора.

65 тысяч рабочих и служащих. Их семьи живут, конечно, не в старых байских селах. Для них отстроен город Саяногорск. В исполнение городского совета уверены, что двухсоттысячный житель появится еще до начала следующего века.

В Саяны пришел девятый вал индустрии. Это знаменитое сибирское ускорение, которое подняло к вершинам нашей экономики Ангарск, Братск, Нижневартовск, Уренгой, КАТЭК — центры нового этапа освоения Сибири. Его особенность в том, что на сравнительно небольших территориях берется курс на комплексное освоение основных видов природных ресурсов, для чего создаются группы связанных между собой предприятий. Со временем, очевидно, уже в первой «декаде» XXI века, ТПК будут контролировать не менее половины основных производственных фондов Сибири и Дальнего Востока, а значит, определять качество жизни, по меньшей мере, половины населения этих регионов.

Да, промышленность мощно приходит в новые районы, но для кого они новые, а для кого старые, давно обжитые. На землях двух ТПК, развиваемых в Красноярском крае — КАТЭКе и Саянском, издавна поселились люди, создали развитое сельское хозяйство, стабильный уклад жизни. Обещания получить миллиарды тонн угля, миллионы киловатт часов энергии кого угодно способны заворожить, кроме... местных жителей. Сообщения о трудовых победах в этих ТПК, насыщенные большими числами, воспринимались как победные сводки с поля боя. А полем боя стала плодородная земля, луга, пастбища. Однако вопрос не в том, сколь крупные площади отданы промышленности и градостроительству, а сделано ли это обоснованно.

На этот счет в Абакане, Саяногорске и Бее можно услышать едва ли не прямо противоположные мнения. Далеко не просто складываются отношения новоселов и старожилов — могучей индустрии с ее сотнями миллионов рублей ежегодного освоения и экстенсивного сельского хозяйства с тощеньким кошельком.

## АНАЛИЗ СИТУАЦИИ

Село передает свою землю горожанам и их заводам. Происходит это по трем основным причинам.

**Первая.** Отвод земель под строительные площадки, можно сказать, в вечное пользование. В этом случае строители, дорожники и т. д. должны снять верхний плодородный слой и употребить его в интересах Продовольственной программы в другом месте.

**Вторая.** Отчуждение земли во временное пользование с последующим возвращением ее селу в том же виде.

**Третья.** Создание подсобных хозяйств предприятий.

По всем трем позициям у землеустроителя Байского района Григория Афанасьевича Гончарука есть претензии к новым владельцам земли.

## ВОЗМУЩЕНИЕ ГОНЧАРУКА

Носит с собой Григорий Афанасьевич потертое удостоверение в ледериновом переплете, заглянув в которое можно прочитать, что обладатель сего — государственный контролер за использованием земли.

Сегодня Гончарук самый нежеланный гость на предприятиях Байского района. Злые языки утверждают, что директор алюминиевого завода Стрига буквально зеленеет при имени Гончарука. На то они, конечно, и злые языки, чтобы преувеличивать деловые отношения государственных мужей, но у самого Гончарука на этот счет нет особых иллюзий.

— Трудно быть землеустроителем в этом районе, — говорит Гончарук. — Землю рвут на части. Появится новое предприятие — землю давай, отводи площади для подсобного хозяйства. А у нас и без того нагрузка скота на землю выше, чем в других районах Хакасии. Надо бы улучшать пастбища, но для этого нет средств. В урожайные годы мы еще как-то живем — это если дожди перепадают. Как чуть засуха, едем в Алтайский край, Кемеровскую или Омскую область за соломой, сеном. Гоняем транспорт, бьем его, пережигаем горючее. Ставить вопрос о снижении району плана по животноводству — подход негосударственный, а как быть, если землю отхватывают у нас то слова, то справа?...

— Но ведь задолго до изъятия земель проекты согласовываются и утверждаются в местном совете, без его согласия никто не вправе «отхватывать» землю...

— Когда рассматривался проект алю-

миниевого завода, о зеленой защитной зоне даже речи не было. А теперь и она всплыла и еще десятки других вспомогательных объектов — станции, дороги, карьеры... Вот уж действительно — отдашь палец, потеряешь руку... Так что мы оказываемся перед лицом свершившихся фактов — не останавливать же строительство гиганта цветной металлургии! Нам говорят: таковы интересы промышленности. А почему промышленники не вникают в интересы сельского хозяйства? Мы-то для кого работаем? Вот подъездной путь к алюминиевому пущен прямо через летний лагерь животноводов совхоза «Новоенисейский». Теперь не только часть земли вышла из оборота, но и нарушено нормальное функционирование крупного хозяйства.

## РАЗГОВОР В РАПО

Председатель совета Бейского РАПО Александр Иванович Трейзе до недавнего времени был директором совхоза «Новоенисейский». Именно на бывших угодьях этого хозяйства поставлен алюминиевый завод, его подсобное хозяйство. В ту же сторону движется город, подминая своими кварталами овечьи пастбища.

Трейзе, так же, как и Гончарука, живо беспокоит судьба земли. Будучи человеком экономически грамотным, он понимает, что сам по себе процесс формирования южного крыла ТПК имеет объективный характер, что делается это в интересах всего народного хозяйства, а лучшего места для размещения таких предприятий, пожалуй, и не сыщешь: все рядом — вода, энергия, минеральные ресурсы, лес, нерудные материалы.

Способно ли в такой ситуации сельское хозяйство сохранить ранее достигнутый уровень производства? Что думает по этому поводу председатель совета РАПО?

— Надо интенсивно использовать оставшиеся земли, — говорит Александр Иванович. — За счет мелиорации, коренного улучшения плодородного слоя. Силы, которыми располагает сельский район, недостаточны, чтобы физическую убыль площадей возместить ростом урожайности. А до 2000-го года только под город уйдет до 20 тыс. гектаров. Это целый совхоз. А проблема кадров для предприятий. Где брать рабочих? Часть

даст оргнабор, молодежный призыв. Хватит ли для всех предприятий? Нет, не хватит, особенно если учесть, что здесь особенно высокая текучесть кадров — по отдельным категориям работников до 50%! На что же тогда рассчитывают ведомства, создавая новые рабочие места? На что же тогда рассчитывают Госплан и Госкомтруд, давая согласие на размещение новых заводов? На свободные трудовые ресурсы на местах. Это маленькая хитрость ведомств — рассчитывать на чужие, а именно сельские трудовые ресурсы, которые, из-за разности социально-бытовых потенциалов неизбежно начинают перетекать в город из села.

Так было на КАТЭКе, те же процессы набирают силу в Бейском районе Хакасии. По словам Трейзе, третья часть трудоспособного сельского населения уже «приспособилась» в Саяногорске. Нехватка рабочих рук — с этим еще не сталкивался местный агропром.

## СКОЛЬКО СТОИТ ТО, ЧТО НИЧЕГО НЕ СТОИТ?

Ничего не стоит, таков ответ на этот вопрос, взятый отнюдь не из сборника загадок и шарад. Как ведомства обращаются с землей, переданной им во временное пользование с последующей рекультивацией или для развития подсобных хозяйств? По первому вопросу считаю полезным привести рассказ красноярского журналиста А. Щербакова:

— В Хакасии, неподалеку от Аскиза, есть странные водоемы среди возделанных полей. Они чем-то напоминают пруды. Только их никто не выкалывал. Это заброшенные карьеры. Здешний участок производственных предприятий Минтрансстроя СССР выбрал эти карьеры еще в 1969 г., да так и оставил. Вода из соседней речки просочилась, заполнила их до краев. Превратить хотя бы те синь-озера в рыболовные, но даже этого никто не сделал. Районные власти не раз обращались к руководителям участка: взяли от земли, что нужно, теперь верните нам ее в рабочем состоянии. Ставили вопрос на сессии областного Совета, обращались за помощью в Красноярский крайисполком, министерство. Тщетно. «Нечем, техники нет», — оправдывались поначалу строители, а потом и вовсе перебазировались за пределы края. Не с кого и спросить.

Этот пример бесхозяйственности и, прямо скажем, безответственного отношения к земле, к сожалению, не единичен.

Руководитель проекта генерального плана Саянского алюминиевого завода выкладывает на стол солидные папки. Вот документы об отчуждении более трехсот гектаров под промплощадку, вот — под коммуникации. А это — проект рекультивации, справка-обязательство восстановить все порушенное. Необходимые средства заложены в смете. И работы начаты «по науке». Снят плодородный слой, уложен на хранение в отведенном месте. Пятидесяти гектарам уже сегодня можно вернуть былое плодородие. Но почему же мощный СаАЗ не спешит?

— Стройка в разгаре. Многие объекты еще возводятся. Надо ли спешить? — отвечает руководитель проекта. — Целесообразнее начать восстановление после полного завершения строительства.

Вроде бы логично. Если смотреть с точки зрения промышленности. Но куда выгоднее сразу восстановить и ввести землю в оборот. Тогда она станет работать, приносить продукцию. Ведь и в Основах земельного законодательства подчеркнуто: приведение земельных участков в пригодное состояние производится в ходе работ, и лишь при невозможности этого — после их завершения в сроки, которые устанавливаются органами, предоставляющими в пользование земельные участки. То есть Советами. Так должно было быть, но возобладали ведомственные интересы.

Деньги в смете есть, но не используются, как сообщает Щербаков. Более того, в том же Бейском районе были случаи, когда средства, предназначенные для рекультивации, передавались совхозам. Те брали, хоть шерсти клок, вместе с разрушенной почвой. Деньги появлялись, но чаще всего пропадали зря — у совхозов не хватало силенок и разворотливости, чтобы потратить их с толком. Круг замыкался. Самое удивительное, что никто ничего не терял. Электрометаллурги не теряли — они просто отдавали средства на восстановление земли, заложенные в смету, средства, полученные на эти цели от государства. Совхоз, взваливший на себя лишнюю обузу, тоже не очень страдал, на разрушенные земли план не дается.

Так что же, земля ничего не стоит,

ее ценность ни в чем нельзя определить — пока на нее не спущен план? Как же, есть цена. Как мне сообщили в Бейском исполкоме, стоимость восстановления пастбищ и сенокосов определена по 3840 рублей за гектар, а пашни и того больше — 6390 рублей! Вот какая точность. А если земля погублена предприятием, нельзя ли, чтобы не из государственных средств оно расплачивалось?

Такая попытка была. Однажды пытались бейские радетели земли судиться с алюминиевым заводом. Водители машин, доставлявших сюда грузы, нашли более короткий, чем по шоссе, путь. Испортили 50 гектаров нивы. Были оформлены материалы в суд, на том дело и кончилось. Мы за водителей не отвечаем, был ответ, ловите их сами, сами штрафуйте, если сможете.

Я специально объехал по кругу тысячи гектаров сельхозугодий, примыкающих к промплощадке алюминиевого. Чего только не насмотрелся! Прямо в поле свалены асфальт, гравий, цементный раствор. Кое-где по ложбинкам ходили дети, собирали дикую клубнику. Выпадет ли им такое удовольствие через два-три лета?

Что толку назначать цены на землю, если за ее разорение никто не платит и платить не собирается?

## ПОЧЕМ КАРПЫ?

В столовой комбината «Саянмрамор» меня угождали продукцией собственного подсобного хозяйства. Есть теплица, два пруда, куда запущены карпы, пелядь. Мальков поначалу доставляли на самолете из Удмуртии. Теперь создали свой рыбный инкубатор. О продовольственной программе комбината его управляющий Н. Рыбаков рассказывает с удовольствием, подробно. Чувствуется, что это дело для него представляет немалый интерес. Только вот когда разговор зашел о себестоимости продукции, Николай Романович поскучнел и, сославшись на неотложные дела, разговор прервал.

Впрочем, я и не настаивал, поскольку уже получил все необходимые пояснения по этому поводу в Саяногорском горисполкоме: «себестоимость рыбы очень высокая, намного дороже мяса».

Давайте порассуждаем. Если производство какой-то продукции экономически крайне невыгодно, что же побуждает к ее выпуску? Показуха? — Мол, и мы имеем свое подсобное хозяйство, выпол-

няем решения? А может быть, не считаясь ни с какими расходами, надо стремиться обеспечить прибавку к столу рабочих и служащих — тем самым проявляя о них заботу? Анализируя такие случаи, а их множество, очень важно определить грань между общественно необходимой заботой о людях и растратированием общественных средств, которые те же самые люди создают. Куда комбинат «Саянмрамор» относит убытки подсобного хозяйства? Частично они учитываются в общепроизводственных расходах, говорили в исполнкоме. Следовательно, за карпов из комбинатской столовой, а также за огурцы и помидоры, рассчитываются покупатели саянского мрамора.

Вот почему Рыбаков отмахнулся от дальнейшего разговора — комбинат не несет убытки от убыточного подсобного хозяйства. А потому и разговаривать не о чем. Впрочем, переводить это хозяйство на самоокупаемость тоже было бы бессмысленно — оно прогорело бы в первый же год. Здесь нужны не экономические санкции, а организационные решения. О них разговор впереди.

Свое подсобное хозяйство завел алюминиевый завод. Несколько лет шло освоение земли. Дело суматошное, морочное. Сельским хозяйством занялись люди от сельского хозяйства далекие, все на пустом месте, все заново. Получили 18 млн. руб. на это строительство, в соседних совхозах толькоахнули, узнав о величине суммы. Такие деньги и не снились селу. В коня ли корм? Пчел завели на заводе, через год погубили — нет опыта. А откуда его взять, если между совхозами и подсобными хозяйствами неодолимые ведомственные барьеры?

Потому и идут карпы по цене осетров. Мораль: сапогам нужен сапожник, а пирогам — пирожник.

## В ПОИСКАХ НОВЫХ РЕШЕНИЙ

Да, развитие подсобных хозяйств предприятий ныне поощряется. Но можно ли согласиться с тем, что в этих хозяйствах себестоимость продуктов в 2—3 и более раз выше, чем в совхозах.

— Те же 18 млн. руб., израсходованные на реконструкцию старого совхоза, удвоили и утроили бы выход продукции, словом, заменили бы два-три таких подсобных хозяйства, — считает председа-

тель Бейского райисполкома Марков.

Но завод не вправе передавать деньги селу, равно как село не вправе брать деньги у завода. А взяв деньги, допустим, все равно не сможет поделиться своей продукцией с коллективом завода, потому что совхоз продает свою продукцию государству. Да, завод находится в том же государстве, но снабжение его работников ведется через торговые организации в пределах выделенных лимитов — не заводу, а населенному пункту. Вот если бы совхоз, пользуясь финансами завода, строго определенную часть продукции отдавал его коллективу, это было бы другое дело.

Но другого дела не будет, потому что между сельским хозяйством и промышленностью, по сути, нет экономических отношений.

Вспоминается разговор в Бее, в котором участвовал и первый секретарь райкома партии Животов и председатель райисполкома Марков. Мои собеседники осторожно взвешивая слова, скромно поругивали промышленников за разбазаривание плодородной силы земли, но так и не высказали каких-либо предложений. «Да, надо искать новые формы кооперации города и села» — соглашались они. Но получалось так, что кто-то другой, в каком-то другом районе обязан искать и находить, предлагать им — руководителям района.

Да, согласен, не все может быть решено в Бее. Но мыслить, искать решения, будить общественное мнение можно на любом посту, в любой точке страны. Почему исполнком райсовета, конституционный хозяин этой земли, занял выжидательную позицию?

«Хорошо, если бы наш район был объявлен пригородным», — сказали мне здесь. Что ж, это действительно помогло бы снять ряд проблем, но за счет дополнительного привлечения материальных ресурсов, а не за счет менее дорогостоящей, но экономически более эффективной перестройки устаревших отношений между соседствующими промышленностью и сельским хозяйством.

Именно в таких местах бурного развития промышленности, где все, по сути, создается заново, сама жизнь подсказывает необходимость создания коопераций нового типа, которые используя материальные ресурсы отраслей и кадры сельского хозяйства, могли бы, не снижая достигнутого уровня госпоставок, обеспе-

чивать продовольствием и трудовые кол- лективы в строгом соответствии с их реальным вкладом. Известно, что один рубль, вложенный в реконструкцию, оказывается тяжелее двух с полтиной рублей, израсходованных на новое строительство. И это при наличии стабильного крестьянского коллектива, которым располагает совхоз, а не подсобного хозяйства завода, где процессы стабилизации, обучения затягиваются на многие годы.

Да, не все решается в Бее. Так и хочется написать, что создание продовольственной базы Саянского ТПК является в первую очередь заботой самого ТПК, органа его управления. Но у этого ТПК, как, впрочем, и у любого другого, нет единого органа управления. С точки зрения экономики, ТПК не является единым объектом управления, планирования и финансирования. Само его название — территориально-производственный комплекс — скорее всего отражает мечту о взаимовыгодной интеграции подразделений множества ведомств и министерств, которые совместно разрабатывают определенную территорию. Вопрос о свойствах такой интеграции ставился на XXVII съезде КПСС. Его окончательное решение в масштабах страны еще впереди. Однако инициатива местных органов власти в деле ликвидации ведомственной разобщенности уже подкреплена Постановлением ЦК КПСС, Президиума Верховного Совета СССР и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему повышению роли и усилению ответственности Советов народных депутатов за ускорение социально-экономического развития в свете решений XXVII съезда КПСС». Теме

нашего разговора прямо соответствует пункт 8:

«Для более эффективного использования средств, выделяемых министерствами и ведомствами на строительство объектов производственной инфраструктуры, преодоления в этих вопросах ведомственной разобщенности предоставить право... исполнительным комитетам краевых и областных Советов народных депутатов объединять намечаемые к строительству на их территории производственные объекты, независимо от их ведомственной подчиненности, в промышленные узлы и совместно с Государственным комитетом по делам строительства или соответствующими комитетами по делам строительства союзных республик утверждать схемы генеральных планов указанных узлов и головных застройщиков».

Эта цитата прямо обращена к Хакасскому облисполку — ведь именно столица автономной области город Абакан считается центральной «площадью» Саянского ТПК. Выполнение этого пункта постановления открывает путь к концентрации материальных ресурсов.

Когда земля кормит человека, он о ней думает и заботится. Бережное отношение к основному богатству страны не может быть делом только подвижников. Более того, наличие этого подвижничества показывает, насколько разошлись коренные интересы города и села на юге Хакасии. Поймут ли нас в XXI веке, если получат в наследство лунные кратеры на месте угольных карьеров, как под Абаканом, асфальто-бетонные бородавки на месте бывших клубничных полян, разбитый в пыль чернозем?

Хакасская автономная область.

## ИНФОРМАЦИЯ

### «ЭКОНОМИЧНОЕ» СТЕКЛО

По оценкам американских специалистов, через оконные стекла в жилых и рабочих помещениях происхо-

дят потери энергии и ежегодно пропадают 30 млрд. долл.

Чтобы снизить эти потери, разработано специальное стекло. Между двумя его пластинами размещается пять тонких пленок, через которые пропускается слабый электрический ток. Такая электрохромная пленка — в зависимости от

направления и величины тока — изменяет прозрачность стекла от максимальной до минимальной или высокоотражающей. Например, в холодные солнечные дни стекло можно сделать прозрачным для света и тепла, в жаркие — только для света.

«Science Digest», 1986, v. 93, № 10

Кандидат военных наук  
В. П. ЧЕРВОНОБАБ

# Трагедия „Челленджера“: дефекты подготовки

28 января 1986 г. через 73 секунды после старта взорвался американский космический корабль многоразового использования «Челленджер».

Это трагическое событие нанесло сильный удар по программе «Шаттл», ведь строительство нового космоплана займет по крайней мере три года и обойдется в 2,8 млрд. долл. Изучение обстоятельств катастрофы выявило ряд дефектов в организации и технической подготовке полета.

Старт «Челленджера» был назначен на 20 января 1986 г. с мыса Канаверал. Его перенесли на пять дней из-за задержки с вылетом другого космоплана «Колумбия». Но и 25 января «Челленджеру» не суждено было подняться над Землей. Помехой стали пыльные бури в районе Дакара, в Сенегале — месте, предусмотренном на случай вынужденной посадки.

В воскресенье 26 января ожидался дождь, и снова пришлось ждать.

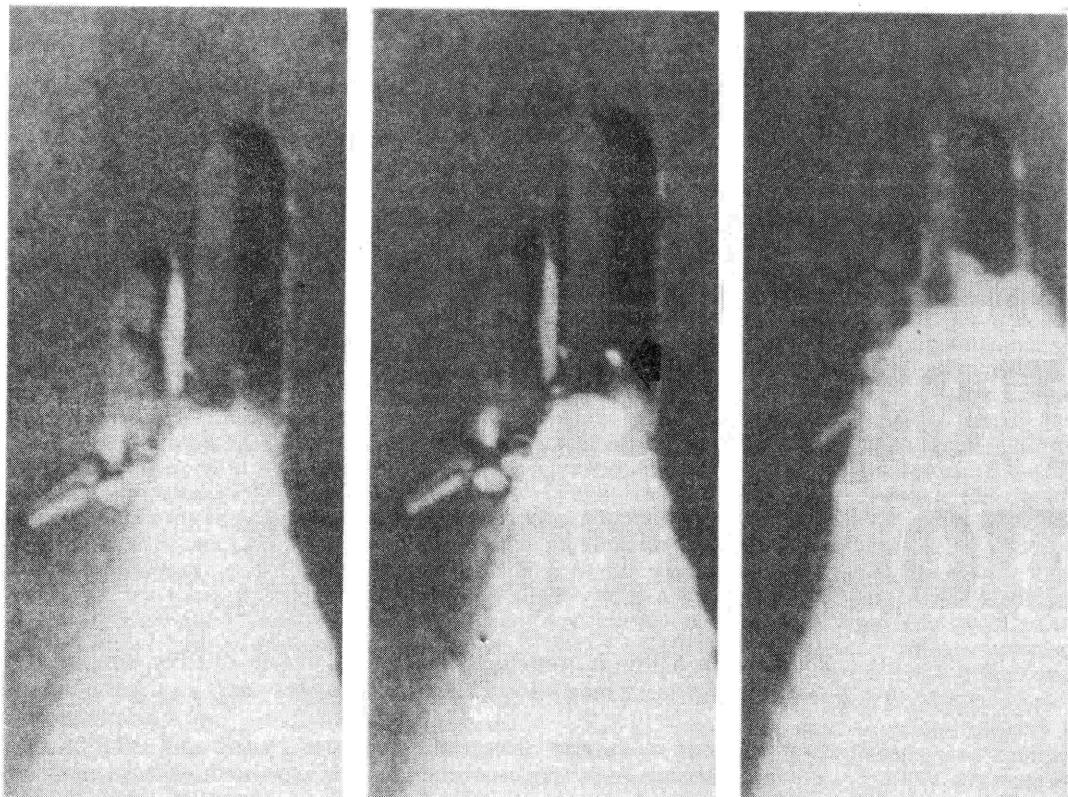
В понедельник из-за мелких технических неполадок полет задерживался на полтора часа. Внезапно усилился ветер. Его скорость достигала 56 км/ч. Космическое путешествие не началось и в этот день.

28 января к моменту старта — 11 ч 38 мин по местному времени — астронавты провели в «Челленджере» в не очень удобном положении, лежа на спине, несколько часов. Дальнейшая задерж-

ка могла сказаться на их самочувствии. Однако на этот раз, кажется, ничто не мешало полету. Дул слабый ветер. Температура была 3,3 °C (по критериям, принятым для программы «Шаттл», старт может состояться при температуре воздуха от — 0,5 °C до +35 °C).

Включение главных двигателей «Челленджера», получающих свое горючее — жидкий водород и жидкий кислород — из подвесного топливного бака, произошло точно за 6,6 с до запуска обоих твердотопливных ускорителей. Подвесной топливный бак длиной 47 м и диаметром 8,25 м имеет два резервуара. В одном содержится 573 400 л жидкого кислорода, хранящегося при температуре —183 °C, а в другом — 154 1000 л жидкого водорода при температуре —253 °C.

Несколько слов о твердотопливных ускорителях, ставших причиной аварии. Каждый имеет 45,5 м в длину, 3,7 м в диаметре, весит 590 т и развивает тя-



ту 13 790 кН. Цилиндрические секции ускорителей, наполненные твердым топливом, имеют толщину стенок 12,5 мм. Важно отметить, что до включения ускорителей бортовой компьютер при малейших признаках неисправности может отменить старт (как это произошло, например, 26 июня 1984 г., когда главный двигатель «Дискавери» был отключен за 4 с до включения ускорителей). Но если ускорители начали работать, то назад, как говорится, дороги нет.

В момент старта «Челленджера» все данные, подававшиеся на 518 телевизоров, строго соответствовали расчетным. Три главных двигателя космоплана функционировали нормально, и ничто не предвещало никаких осложнений.

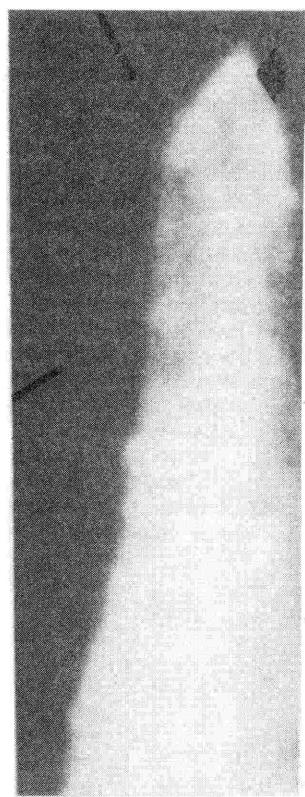
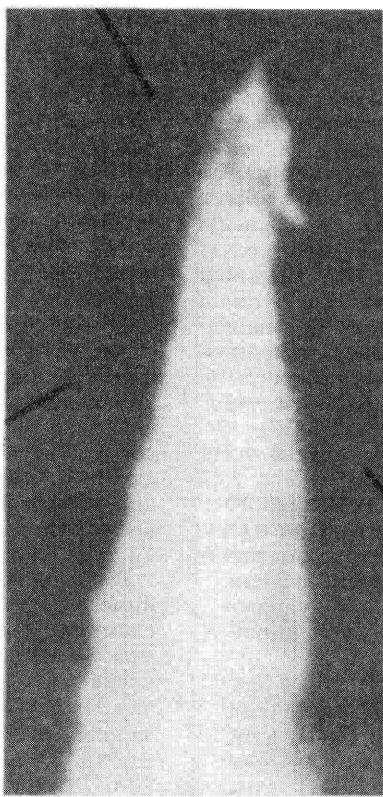
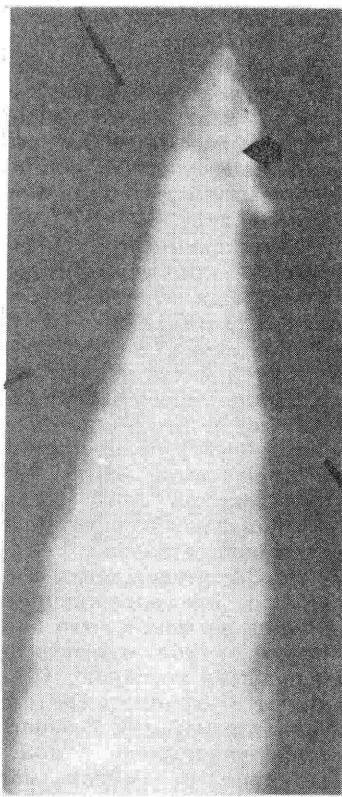
На мониторах в контрольном центре НАСА можно было видеть телевизионное изображение «Челленджера» только с левой стороны. Первым признаком надвигавшейся беды стала яркая вспышка между корпусом космического корабля и подвесным топливным баком. Это случилось на 73-й секунде полета, а спустя тысячные доли секунды космоплан исчез

в гигантском огненном шаре, из которого вырвались оба твердотопливных ускорителя и самостоятельно продолжили свой полет. Они были взорваны по команде с Земли через 110 с после старта.

Трагическая развязка наступила на 14 км полета при скорости космоплана 550 м/с. Взорвался подвесной бак с горючим. Это было ясно специалистам уже из «живой» телевизионной передачи. Однако долгое время оставалось загадкой, каким образом произошло преждевременное смешение кислорода и водорода и образовался гремучий газ.

Анализ фотографий взрыва и фильмов, снимавшихся более чем 100 камерами, показал, что дефект был в правом твердотопливном ускорителе. На снимках, сделанных через 59 с после старта, видно яркое пламя, вырывающееся из его нижней части. Теперь предстояло выяснить главное: каким образом случилось то, что считалось невозможным? Как могла возникнуть трещина в стенке ускорителя?

То, чего не показали мониторы в день полета, пришлось дополнить телеметрической информацией, которую «Челлендж-



жер» посыпал на наземные станции (например, каждые 40 миллисекунд отправлялись характеристики работы главных двигателей). С помощью этих данных удалось восстановить следующую картину полета: (отсчет времени идет с момента включения твердотопливных ускорителей):

—6,6 с	Включены главные двигатели.
0,0	Включены твердотопливные ускорители. Тяга главных двигателей достигла 100 %. «Челленджер» начинает подниматься.
0,0587	У нижнего стыка правого твердотопливного ускорителя появляется облачко дыма, которое растет в течение 3,375 с.
0,531	У нижнего стыка правого твердотопливного ускорителя появляется облачко дыма, которое растет в течение 3,375 с.
12,39	Черное облачко дыма исчезает. «Челленджер» совершает маневры в поперечной плоскости.

58,762

\*

59,249

60,004

60,497

64,664

66,764

Горячая газовая струя начинает выходить из нижнего стыка правого ускорителя.

Интенсивное пламя с температурой 3100 °С вырывается из нижнего стыка в правом ускорителе.

Давление в камере сгорания правого ускорителя впервые отклоняется от нормального значения. Боковое пламя усиливается.

Форма реактивной струи правого ускорителя начинает отклоняться от нормальной. Явные изменения в форме реактивной струи. Вероятно, пламя прожгло стенку в резервуаре для жидкого водорода.

Давление в резервуаре для жидкого водорода

	начинает понижаться (потеря горючего). Возможно, в последующие 5,5 с пламя разрушило перемычку, соединяющую кормовую часть правого ускорителя с подвесным топливным баком.
72,201	Кормовая часть правого ускорителя отрывается от подвесного топливного бака и резко ударяет по корпусу космоплана. Корабль отклоняется от курса вправо на $0,227^\circ$ , а полсекунды спустя на $0,254^\circ$ влево.
72,964	Носовая часть правого ускорителя ударяет по верхней части подвесного топливного бака между резервуарами для водорода и кислорода.
73,044	В камере сгорания правого ускорителя давление на 0,0016 бара ниже, чем в камере левого ускорителя.
73,137	Газовое облако около подвесного топливного бака указывает на вытекание кислорода. Из расширяющейся дыры в нижней части бака выходит водород.
73,191	Вспышка огня между корпусом космоплана и подвесным топливным баком (кислород вступил в реакцию с водородом).
73,35	Взрыв подвесного топливного бака.
73,631	Последняя передача информации с борта «Челленджера».

Итак, внимание специалистов, занимавшихся изучением причин гибели «Челленджера», было сосредоточено на правом твердотопливном ускорителе. Постепенноросла уверенность в том, что причиной катастрофы стали дефекты в уплотняющих резиновых кольцах на стыке секций ускорителя. Вывод этот не явился неожиданным для экспертов, так как не-

которые из них уже в течение ряда лет выражали сомнения по поводу надежности уплотнителей. Об этом свидетельствовали и результаты испытаний, проведенных еще в 1982 г., а также опыт полетов других космических кораблей. Было также известно, что защитные свойства резиновых колец ухудшаются при низкой температуре.

Специалисты, возражавшие против запуска «Челленджера» при температуре воздуха  $3,3^\circ\text{C}$ , утверждали, что ночью уплотнители могли охладиться до  $-1,7^\circ\text{C}$ . Более того, так как стыки между секциями ускорителей находятся вблизи холодного подвесного топливного бака, температура уплотнителей могла понизиться до  $-7^\circ\text{C}$ . Однако существует предписание относительно допустимой минимальной температуры воздуха при старте космоплана, но нет никаких ограничений на температуру резиновых колец.

Руководители НАСА утверждают, что ничего не знали о предупреждениях специалистов. Вполне возможно, что они просто хотят снять с себя ответственность за произошедшую трагедию. Сейчас НАСА обвиняют в экономии средств за счет соблюдения требований безопасности. Говорят, что торопились с полетом, чтобы президент Р. Рейган мог упомянуть о запуске космоплана в своем выступлении 28 января.

Трагедия «Челленджера» вскрыла дефекты в работе НАСА и организации американской программы космических полетов, но главные ее уроки не в этом. Можно предположить, что будут улучшены твердотопливные ускорители и приняты эффективные меры для обеспечения безопасности полетов. И все-таки рассчитывать на абсолютно надежную технику не приходится. Все предвидеть нельзя. При определенных обстоятельствах могут отказать и самые совершенные аппараты. Ну а что если сторонники «звездных войн» добьются своего и на орбиту отправятся космические корабли с атомным оружием на борту? Тогда уже нельзя будет застраховаться от аварии. Только рисковать в этом случае будут уже не семь астронавтов, а все человечество. Техническая ошибка может спровоцировать ядерный конфликт и привести к мировой катастрофе.

(По материалам  
иностранный прессы)

## МОТОДЕЛЬТАПЛАН

БЕРЕГА МАНТИЙНЫЕ,  
РЕКИ НЕФТЬЯНЫЕ...

Как образовалась нефть? От ответа на этот вопрос зависит многое — например, успешность поиска новых месторождений. В геологической науке сейчас преобладает органическая теория происхождения нефти, согласно которой нефть — продукт преобразования захороненного в земной коре органического вещества. Однако с повестки дня не сходят и гипотезы о неорганическом ее происхождении.

Т. Гоулд (Корнеллский университет, США) предполагает, что нефть — не продукт разложения фауны минувших геологических эпох, а компонент земной мантии неорганического происхождения. Образуется она на глубине около 300 км и под воздействием геологических и механических сил поднимается к поверхности.

Поскольку по степени распространенности в Солнечной системе углеводороды занимают четвертое место, они могли скопиться внутри земного шара сразу после конденсации первичного газового облака и образования планет.

Шведское правительство при поддержке Американского научно-исследовательского института газа намерено вложить

Если вы захотите почувствовать себя Икаром и взлететь на дельтаплане, вам придется не только искать подходящую возвышенность для старта, но и зачастую проделать долгий путь, чтобы до нее добраться.

Житель Швейцарии Андре Лекутр уложил дельтаплан. Он соорудил обтекаемый фюзеляж, который крепится к любому виду крыла «дельта» и снабдил конструкцию мотором. Теперь можно взлетать навстречу восходящим потокам воздуха с равнинной поверхности. После взлета винт и шасси складываются, и аппарат уподобляется классическому дельтаплану с той разницей, что в любой момент можно включить мотор. Зимой аппарат можно поставить на лыжи. Для подъема на высоту до 500 м требуется от 0,5 до 1 л горючего. Воздух, нагретый мотором, можно использовать для отопления кабины.

«*Science et Vie*»,  
1986, № 827



14 млн. долл. в проект бурения скважины на глубину 4500 м в районе озера Сильян в центральной Швеции. (Считают, что озеро образовалось 360 млн. лет назад при падении громадного метеорита, который проломил поверхностный слой коры и вызвал перемещение глубинных слоев газа). В экспериментальных скважинах, пробуренных на глубину 450—600 м, уже обнаружены следы углеводородов.

«*Time*» 9.09.1985

# ОСНОВОПОЛОЖНИК ПОЗИЦИОННОЙ ШКОЛЫ

Международный гроссмейстер  
А. С. СУЭТИН

Формально Вильгельм Стейниц (1836—1900 гг.) был чемпионом мира восемь лет. (Ведь первый официальный матч на первенство мира был проведен в 1886 г. — более 100 лет назад). Но в действительности это едва ли не самый долголетний чемпион. В 1866 г., после преждевременного ухода со сцены П. Морфи, был проведен матч между А. Андерсоном и В. Стейничем, победитель которого признавался сильнейшим шахматистом мира. Этот матч выиграл Стейниц (+8, —6). Таким образом, в течение 28 лет Стейниц (до проигрыша в 1894 г. Эм. Ласкеру) был фактически обладателем высшего титула.

Стейниц стал основоположником позиционной школы шахмат, которая доминировала на протяжении многих десятилетий. Это целая научная система, исходившая из положения, что шахматная партия развивается закономерно, подчиняясь определенным принципам. Так, атака может быть успешной, только если атакующий имеет определенное преимущество, которое достигается накоплением мелких, незначительных с виду выгод. В то же время при наличии преимущества шахматист,

как утверждал Стейниц, обязан атаковать.

Именно Стейниц впервые стал уделять первостепенное внимание принципам защиты. В качестве важнейшего из них он выдвинул экономию средств в обороне.

Теория Стейница базируется на получении небольших, но длительных выгод. Отсюда подчеркнутое внимание к пешечным слабостям, на которые до него всерьез не обращали внимания.

Исходя из бережного отношения к материалу, Стейниц осуждал многие гамбиты. Напротив, именно с его легкой руки стали интенсивно развиваться закрытые начала (1. d4).

Вместе с тем, на практике, когда дело доходило до жестокой схватки, Стейниц демонстрировал большое комбинационное искусство. Иначе и быть не могло. Чемпионом мира в любую эпоху не мог стать односторонний шахматист.

В качестве примера приведем его партию, отмеченную богатым комбинационным содержанием.

**Стейниц — Барделебен, Итальянская партия. Гастингс, 1895 г.**

1. e4 e5; 2. Kf3 Kc6; 3. Cc4 Cc5; 4. c3 Kf6; 5. d4 ed; 6. cd Cb4+; 7. Kc3.

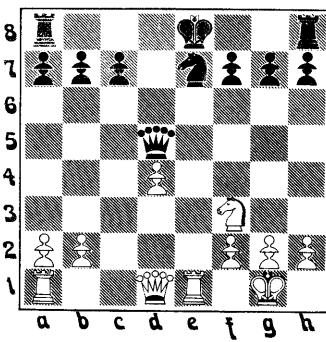
Так называемая атака Греко, разработка которой относится к XVII веку.

7. ...d5.

Основной вариант возникает в случае 7. ...K:e4; 8. 0—0 C:c3. (После 8. ...K:c3; 9. bc C:c3?; 10. Fb3! C:a1?; 11. Cf7+ Kpf8; 12. Cg5 Ke7; 13. Ke5, в связи с угрозой 14. Cg6 или 14. Ch5, атака белых неотразима).

9. d5!? с острой игрой, где у черных хорошие ресурсы обороны. Неискушенным в теории советую внимательно рассмотреть эти варианты.

8. edK:d5; 9. 0—0 Ce6; 10. Cg5 Ce7; 11. Cd5 Cd5; 12. K:d5 F:d5; 13. Ce7 K:e7; 14. Le1.

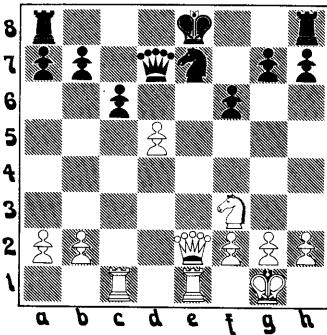


Несмотря на размен нескольких фигур, у черных сохранились известные трудности. Дело в том, что их король застрял в центре, и это дает белым

основание организовать на него атаку.

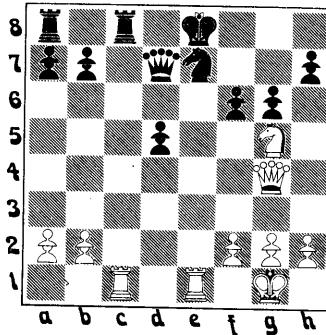
14. ...f6; 15. Фe2 Фd7; 16. Лас1 с6.

Лучше было 16. ...Крf7. 17. d5!



Жертвуя пешку, белые усиливают инициативу, вводя в активную игру коня.

17. ...cd; 18. Kd4 Крf7; 19. Кe6 Лhс8; 20. Фg4 g6; 21. Кg5 + Кре8.



22. Л:e7 +!

Блестящий комбинационный удар. Нельзя ни 22. ...Ф:e7 из-за 23. Л:c8 +, ни 22. ...Кр:e7; 23. Лe1 + Кpd6; 24. Фb4 + Кrc7; 25. Кe6 + Кrb8; 26. Фf4 + и белые выигрывают. Тем не менее, борьба далеко не окончена.

22. ...Крf8.

А вот сейчас создается впечатление, что трудности уже у белых. Ведь

грозит мат: 23. ...Л:c1 + и т. д. Но такие комбинации требуют самого точного расчета, и Стейниц, играя 22. Л:e7 +, предвидел следующий эффектный финал:

23. Лf7 +! Кpg8; 24. Лg7 +. Черные сдались.

Могло последовать: 24. ...Кph8 (24. ...Крf8; 25. К:h7 +) 25. Л:h7 + Кpg8; 26. Лg7 + Кph8; 27. Фh4 + Кр:g7; 28. Фh7 + Кpf8; 29. Фh8 + Кре7; 30. Фg7 + Кре8; 31. Фg8 + Кре7; 32. Фf7 + Кpd8; 33. Фf8 + Фе8; 34. Кf7 + Кpd7; 35. Фd6 ×!

Постарайтесь проследить за этим вариантом, не передвигая фигуры, и тогда вы поймете, что когда дело доходило до жаркой схватки, в Стейнице пробуждался волшебный дар комбинационного творчества.

## ИНФОРМАЦИЯ

### ГАЗЕТА ОБЪЕМОМ В ... 200 СТРАНИЦ

Недавно в Венгрии ежедневно стала «выходить» видеогазета, для приема которой в стране выпущено 25 тыс. телевизионных приемников.

Видеогазета обладает большой оперативностью, чем печатные издания, доставляемые в отдаленные районы с опозданием; позволяет сообщить о переменах погоды; знакомит с ассортиментом имеющихся в продаже товаров. Видеогазета — незаменимый источник информации для глухоне-

мых, а для желающих учиться, не выходя из дома, экран телевизора становится учебником.

«Венгерские новости», № 6, 1986

### СОВЕТСКИЙ ГАЗ ДЛЯ ЧССР

Шесть стран — членов СЭВ, среди которых и Чехословакская Социалистическая Республика, принимают участие в строительстве газопровода «Прогресс». Трубопровод протяженностью 4600 км соединит Ямбургское месторождение природного газа с чехословацкой газокомпрессорной станцией Велке-Калушане. Затем пройдет по системе чехословацких транзитных

газопроводов общей протяженностью 3800 км.

В сооружении энергетических объектов на территории нашей страны в Тульской области и в Казахстане примут участие чехословацкие специалисты. С их помощью также будут расширены базы технического обслуживания в Ужгороде и Камышине.

Первые миллиарды кубометров природного газа Чехословакия получит уже через три года. Сотрудничество братских стран социализма в строительстве газопровода «Прогресс» даст им преимущественное право на получение газа в течение 20 лет.

«Чехословакия», № 6, 1986

Андрей КУЖЕЛА

# ВНАЧАЛЕ БЫЛО ДЕЛО

«Чем дальше эксперимент от теории,  
тем ближе он к Нобелевской премии»

Фредерик Жолио-Кюри



Рисунок А. Валимина

Теперь считается само собой разумеющимся, что Открытие сделали я и Шурулбрекект. Персоне Вовчика почти не уделяют внимания, хотя в действительности именно ему принадлежит основная заслуга в этом деле. Вовчика не принимают всерьез. Конечно, ему не достает солидности, однако это не повод, чтобы обходить молчанием причастность Вовчика к Открытию. Вообще же, если судить по справедливости, собственно Открытие сделал он один, а мы с Шурулбрекектом только использовали полученные результаты и появившиеся новые возможности. Вовчик до сих пор не признался, как ему удалось до всего додуматься; по-моему, он молчит из упрямства, поэтому науке придется подождать, пока он подрастет — надеюсь, со вре-

менем он станет посговорчивей и хоть что-нибудь объяснит.

В тот день мне надо было немного поразмыслить. Утром я сел за стол, положил перед собой калькулятор, лист бумаги и авторучку. Почему-то Вовчика не повели в детский сад. Он пришел ко мне с доской подмышкой и, улыбаясь, спросил:

— Можно я сделаю закидушку?

Судя по заготовленной заранее доске и какому-то чертежику, у мальчика пробуждалось стремление к техническому творчеству.

— Что такое закидушка? — спросил я.

— Это вроде бумеранга, — пояснил он.

— Можно, — сказал я одобрительно и снова уткнулся в калькулятор. Но мне так и не удалось сосредоточиться: Вов-

чик принялся пилить, стучать и строгать с необыкновенным азартом. В конце концов, у меня разболелась голова, и я направился к нему с решительным намерением обезвредить технологию изготовления закидушек.

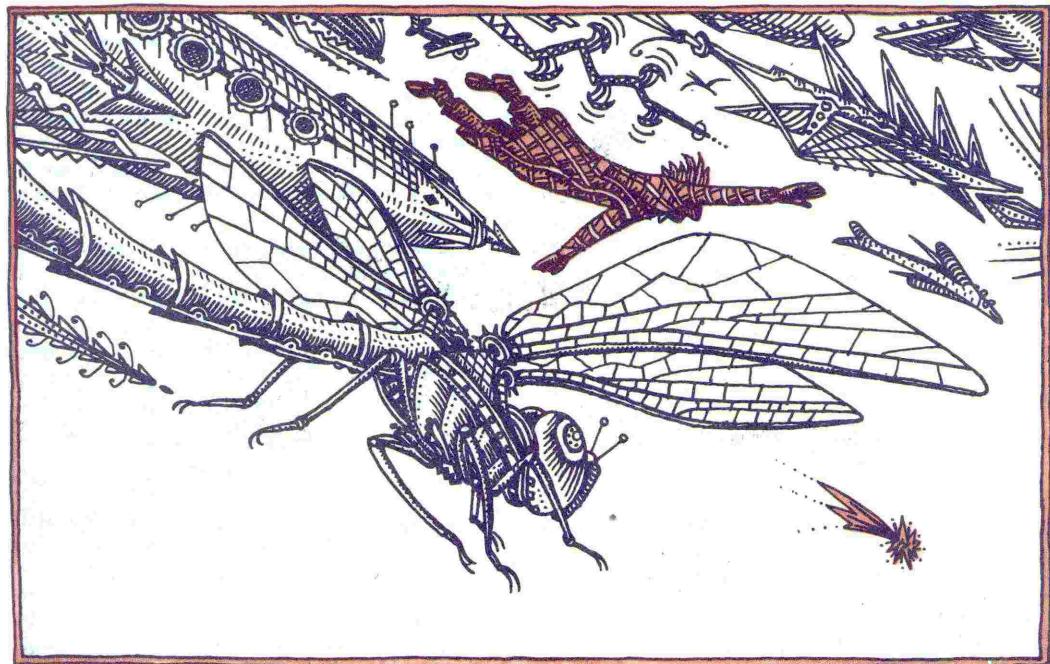
— Вот — сказал он, радостно сияя, и показал кривоватое изделие. Я скептически хмыкнул.

— Пойдем! — сказал он и повел меня на балкон.

Как я и предполагал, бumerанг не вер-

однако, я был страшно недоволен происшедшем. Схватив чертову закидушку, я зашвырнул ее обратно в окно.

Поздно вечером стекло форточки треснуло, и бumerанг упал на подоконник... Я решил строго поговорить с Вовчиком о его дружках, но Вовчик уже был уложен спать. Поэтому я ограничился тем, что сдержанно прокричал в темный двор угрозу расквитаться со зломуышленником и выбросил подальше эту дурацкую деревяшку.



нулся. Вовчик умудрился зашвырнуть его так далеко, что он вообще исчез из виду. Тогда я не придал этому значения.

— Не горюй,— сказал я огорченному Вовчику.— Сделаем новый, когда у меня будет время.

Следующим утром Вовчика повели в детский сад, а я снова сел за стол и поставил перед собой чашечку кофе, чтобы уж на этот раз поразмыслить как следует. Не успел я достаточно глубоко задуматься, как чашка разлетелась вдребезги, кофе оказался на моих бумагах, а сам я в испуге вскочил из кресла. На столе лежал бumerанг. Вероятно, кто-то из приятелей Вовчика нашел его и подбросил к нам через форточку. Конечно, Вовчик обрадовался бы,

Утром меня разбудил звук гулкого удара и хрустальный звон: бumerанг лежал у шкафа посреди осколков любимой вазы жены. «Должно быть, это очень ловкий сорванец, если он так точно попадает в форточку» — удивился я и даже защелкал зубами от вспыхнувшего во мне стремления угостить неизвестного парочки подзатыльников. Когда я поднял бumerанг, то заметил нацарапанные на нем буквы. «Прекрати безобразничать, мерзавец, или я разыщу тебя и оборву тебе уши, так и знай» — гласило послание. У меня возникло подозрение, что история с бumerангом не так уж проста. Я сел за стол, чтобы поразмыслить. Когда у меня появилась догадка на счет того, куда улетал бumerанг Вовчика, я вдруг понял, что Открытие уже произо-

шло, и мне остается лишь констатировать его как факт.

Вечером, когда Вовчика вели из детского сада, он прихватил по дороге большую доску, заявив, что она понадобится ему для новой закидушки.

— Эта закидушка будет такая же, как первая, только в пять раз больше,— решительно сообщил он.

— Погоди-ка, сынок... — остановил я его, предчувствуя, что эксперименты могут привести к глобальным последствиям.— Нам нужен бумеранг, который будет больше первого, по крайней мере, раз вдвадцать, и вот тогда мы...

Но мы не успели сделать нужную закидушку: нас опередил Шурулбрекект.

Через неделю в небе над нашим двором раздался свист, и прямо на газон приземлился небывалый удивительный огромный бумеранг — точно такой, как мы замышляли с Вовчиком. Из бумеранга вышел улыбающийся Шурулбрекект, снял шляпу и сказал: «Сердечный привет людям сопредельного пространства-времени!»

Так произошло Открытие. Мы вступили в контакт с параллельным миром. Шурулбрекект рассказал, что прилетающий

бумеранг перебил все стекла в его квартире. Поэтому сначала Шурулбрекект считал, что это шалит тамошняя детвора. Он выкидывал бумеранг обратно в окно, и тут бумеранг попадал прямехонько в наше измерение. Шурулбрекект оказался добрым малым: он извинился за свое обещание оборвать мне уши и подарил же новую вазу. Еще он сказал, что нетрудно было сделать большой бумеранг по образцу того, который прилетал к нему в сопредельное пространство — главным было понять, что происходит. Но, по моему, самым важным для Открытия было создать первоначальный образец, и если бы не Вовчик, то вполне возможно, что способ перехода в иные пространственно-временные измерения не был бы известен до сих пор.

Сегодня Вовчик принес домой кусок стальной проволоки, три гайки и ржавый электроутюг.

— Можно сделать небольшой фазоколотунчик? — невинно спросил он.

— Делай, сынок, — разрешил я, но сердце у меня екнуло. И теперь я не сожу с Вовчика глаз, поскольку будущий фазоколотунчик, похоже, гораздо более серьезная вещь, нежели закидушка!

# ВОЗВРАЩЕНИЕ

Андрей СУЛЬДИН

Такси Семенов отпустил в начале своей улицы. Эти последние полкилометра до дома Вячеслав Иванович любил пройти пешком: когда идешь — хорошо думается и вспоминается.

Да... Еще долго он будет помнить и опасности прошедшего рейса, и неожиданное спасение, и радость возвращения на родную Землю.

От космодрома Сосновый бор, принимавшего теперь только тяжелые и дальние звездолеты, Семенов на рейсовом самолете всего за час долетел до Москвы. На аэродроме он поймал такси и помчался домой. Вячеслав Иванович торопился: по традиции жена Таня не приехала на космодром — ждала дома.

Стоп. Острая, как боль, мысль промелькнула в голове. Тыфу ты, напасть какая! Забыл!! Ничего не привез жене из рейса... Закрутился с делами и забыл. А

до дома осталось две-три минуты хода. И надо что-то быстро решать. Потому что Татьяна наверняка видела по телевизору посадку звездолета и уже томится у окна, всматриваясь в прохожих.

Вячеслав Иванович женился давно и был счастлив. Поэтому он любил делать Тане подарки: из каждого рейса обязательно привозил что-нибудь, хотя в космосе у него не было ни одной свободной минуты.

— Придется немного обмануть жену, — подумал он. — Нехорошо быть лжецом, но ведь во имя семейного счастья!

Что было примечательного в последнем рейсе? Корабль, как корабль, космос, как космос. Правда, внепланово садились на планету у Светофора. В той системе три разноцветных звезды — красная, желтая и зеленая, — и ослепительно желтый песок, который не меняет своего

цвета даже тогда, когда восходят одновременно над планетой все три светила. Песок, один песок до самого горизонта. Песок?... А что? Это — мысль.

Семенов дошел до детской площадки и увидел песочницу, в которой увлеченно играли малыши.

Он сел на лавочку, положил рядом дорожную сумку, расстегнул ее и извлек походную универсальную аптечку — обязательную принадлежность экипировки каждого космонавта.

Так, пустая пробирка для образцов есть. Это хорошо.

Вячеслав Иванович подошел к песочнице, наполнил склянку, достал из аптечки плазменный пастеризатор, накалил конец пробирки и аккуратным движением заварил его. Получилось, вроде, не плохо. Герметично. А то вдруг там какие-нибудь межзвездные бактерии?

Татьяна, как он и ожидал, сидела у окна. В прихожей они долго целовались.

— Вот и хорошо.... Живой.... — повторяла Таня и гладила мужа по щеке.

— А что со мной сделается? — вопрошал он добродушно.

— Ладно, ладно, потом будешь рассказывать. А теперь давай быстренько мой руки и за стол.

— Да, Танюшка, как домой попадаю — забываю обо всем на свете. Я ж тебе привез кое-что.

Семенов полез в сумку и извлек склянку с песком.

— Это песок с планеты трех солнц — от системы Светофор. Вообще-то он желтый, но когда одновременно восходят три звезды, песок этот играет всеми цветами радуги.

— Ой, какая прелесть,— восхлинула Татьяна, приняла пробирку, чинно сделала реверанс и аккуратно поставила ее в стеклянный шкафчик, где стояли подарки из других миров, привезенные мужем. Здесь была и ветка татьянника из созвездия Водолея, очень похожая на сирень соседского сада, и крупный изумруд от Бетельгейзе, смахивающий на осколок обычной бутылки, и кусочек гранита из созвездия Гончих псов — точь в точь булыжник с мостовой.

Татьяна всегда бережно протирала эти подарки с небес. И никогда не подавала виду, что знает все с самого начала. Она тоже обладала чувством юмора и очень любила добрую шутку.

Но больше всего она любила своего мужа.

## ИНФОРМАЦИЯ

НЕТ ХУДА  
БЕЗ ДОБРА...

Обычно кавитация — зло: она разрушает лопатки турбин, судовые винты и т. п. Между тем, оказалось, что она может приносить пользу.

Ученые Азербайджанского научно-исследовательского института энергетики им. И. Г. Есьмана совместно с инженерами Али-Байрамлинской ГРЭС впервые в практике энергопроизводства использовали явление кавитации для интенсификации горения. Были изготовлены так называемые акустические форсунки (АФЭ), в которых под воздействием кавитации улучшается процесс распыления мазута, что создает благоприятные условия для смешивания топлива с воздухом и лучшего его сжигания. Это, в свою очередь, способствует большей выработке электроэнергии при меньшем расходе топлива, повышению надежности и долговечности энергоустановок.

Интересно отметить, что при применении форсунок АФЭ в промышленном эксперименте за полгода не происходило коксования головок форсунок — явления, типичного при эксплуатации механических форсунок. За это время на Али-Байрамлинской ГРЭС экономлено 1514 тут.

Сейчас на ГРЭС после перевода всех котлоагрегатов на АФЭ удельный расход топлива уменьшился на 0,15 г на каждый кВт·ч.

«Вышки»,  
4.10 1986

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**  
академик  
**В. А. КИРИЛЛИН**

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

Ответственный секретарь  
**Е. И. БАЛАНОВ**

Летчик-космонавт СССР  
кандидат психологических наук  
**Г. Т. БЕРЕГОВОЙ**

Член-корреспондент АН СССР  
**Л. М. БИБЕРМАН**

Академик  
**Е. П. ВЕЛИХОВ**

Кандидат экономических наук  
**Д. Б. ВОЛЬФБЕРГ**

Кандидат экономических наук  
**А. Г. ГАДЖИЕВ**

Академик  
**К. С. ДЕМИРЧЯН**

Заместитель главного редактора  
**А. Б. ДИХТИЯРЬ**

Член-корреспондент АН СССР  
**И. Я. ЕМЕЛЬЯНОВ**

Академик  
**В. А. ЛЕГАСОВ**

Доктор физико-математических наук  
**Л. В. ЛЕСКОВ**

Кандидат филологических наук  
**Е. С. ЛИХТЕНШТЕЙН**

**Академик**  
**А. А. ЛОГУНОВ**

Первый заместитель министра  
энергетики и электрификации СССР  
**А. Н. МАКУХИН**

Заместитель главного редактора  
кандидат физико-математических наук  
**С. П. МАЛЫШЕНКО**

Член-корреспондент АН СССР  
**А. А. САРКИСОВ**

Доктор экономических наук  
**Ю. В. СИНЯК**

Академик  
**М. А. СТЫРИКОВИЧ**

Член-корреспондент АН СССР  
**Л. Н. СУМАРОКОВ**

Доктор технических наук  
**В. В. СЫЧЕВ**

Редактор отдела  
кандидат военных наук  
**В. П. ЧЕРВОНОБАБ**

Академик  
**А. Е. ШЕЙНДЛИН**

Главный художник  
**С. Б. ШЕХОВ**

Доктор технических наук  
**Э. Э. ШПИЛЬРАЙН**

Редактор отдела  
**Р. Л. ЩЕРБАКОВ**

Художественный редактор  
**М. А. Сепетчян**  
Заведующая редакцией  
**Т. А. Шильдкрет**

Номер готовили  
редакторы:  
**А. А. Вавилов**  
**И. Г. Вирко**  
**Ю. А. Дворядкин**  
**Л. Ю. Камочкина**  
**С. Н. Пширков**  
**Е. М. Самсонова**  
**В. П. Червонобаб**  
**Н. П. Шапова**  
**Р. Л. Щербаков**

Корректоры:  
**Т. С. Жиздркова**  
**В. Г. Овсянникова**

На второй стр. обложки —  
Январь на Алтае  
фото В. Ускова

Над номером работали  
художники:  
**А. Балдин**  
**О. Грачев**  
**С. Казаков**  
**В. Кривда**  
**О. Левенок**  
**И. Максимов**  
**С. Стихин**

В номере использованы  
фотографии:  
**И. Фаткина**  
**А. Ходакова**

Обложка художника  
**А. Пацхверии**

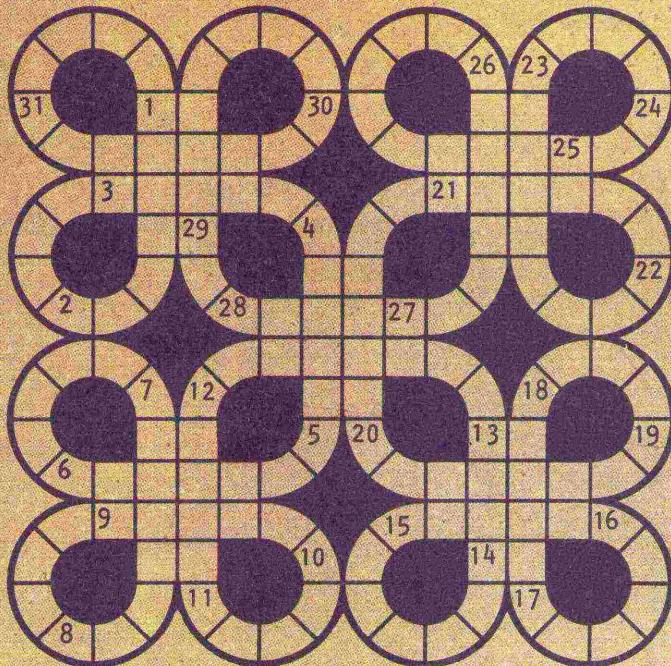
Адрес редакции:  
111250, Москва, Е-250,  
Красноказарменная ул., 17а,  
тел.: 362-07-82, 273-57-88

Ордена Трудового  
Красного Знамени  
издательство «Наука»  
Москва

Сдано в набор 24.12.86.  
Подписано к печати 24.12.86.  
Т-23447.  
Формат 70×100<sup>1</sup>/16.  
Офсетная печать.  
Усл. печ. л. 5,2.  
Усл. кр.-отт. 507 тыс.  
Уч.-изд. л. 6,1.  
Бум. л. 2.  
Тираж 30 000 экз.  
Заказ 3362.  
Ордена Трудового  
Красного Знамени  
Чеховский  
полиграфический комбинат  
ВО «Союзполиграфпром»  
Государственного  
комитета СССР  
по делам издательств,  
полиграфии  
и книжной торговли.  
142300, г. Чехов  
Московской области

Пн	1	5 12 19 26 6 13 20 27 7 14 21 28 <b>1</b> 8 15 22 29 2 9 16 23 30 3 10 17 24 31 <b>4</b> 11 18 25
Вт	2	2 9 16 25 3 10 17 24 4 11 18 25 5 12 19 26 6 13 20 27 7 14 21 28 <b>1</b> 8 15 22
Ср	3	2 9 16 23 30 3 10 17 24 31 4 11 18 25 5 12 19 26 6 13 20 27 7 14 21 28 <b>1</b> 8 15 22 29
Чт	4	6 13 20 27 7 14 21 28 <b>1</b> 8 15 22 29 2 9 16 23 30 3 10 17 24 4 11 18 25 5 12 19 26
Пт	5	4 11 18 25 5 12 19 26 6 13 20 27 7 14 21 28 <b>1</b> 8 15 22 29 2 9 16 23 30 3 10 17 24 31
Сб	6	1 8 15 22 29 2 9 16 23 30 3 10 17 24 4 11 18 25 5 12 19 26 6 13 20 27 7 14 21 28
Вс	7	6 13 20 27 7 14 21 28 <b>1</b> 8 15 22 29 2 9 16 23 30 3 10 17 24 31 4 11 18 25 5 12 19 26
Пн	8	3 10 17 24 31 4 11 18 25 5 12 19 26 6 13 20 27 7 14 21 28 <b>1</b> 8 15 22 29 2 9 16 23 30
Вт	9	7 14 21 28 <b>1</b> 8 15 22 29 2 9 16 23 30 3 10 17 24 4 11 18 25 5 12 19 26 6 13 20 27
Ср	10	5 12 19 26 6 13 20 27 <b>7</b> 14 21 28 <b>1</b> 8 15 22 29 2 9 16 23 30 3 10 17 24 31 <b>4</b> 11 18 25
Чт	11	2 9 16 23 30 3 10 17 24 4 11 18 25 5 12 19 26 6 13 20 27 <b>7</b> 14 21 28 <b>1</b> 8 15 22 29
Пт	12	7 14 21 28 <b>1</b> 8 15 22 29 2 9 16 23 30 3 10 17 24 31 4 11 18 25 5 12 19 26 6 13 20 27
Сб		
Вс		





1. Советский ученый, один из пионеров отечественного гидроэнергетического строительства, академик. 2. Народный архитектор СССР, главный архитектор Каховской и Братской ГЭС. 3. Клапан, через который автоматически удаляется воздух, скапливающийся в высших точках водопроводных и отопительных линий. 4. Подвижная конструкция для регулирования расхода воды. 5. Аппарат, в котором сжигается и воспроизводится ядерное топливо. 6. Процесс, происходящий при ядерных реакциях. 7. Поршневая или турбинная машина для охлаждения газа. 8. Радиолокационная станция. 9. Объем жидкости, протекающей через сечение потока в единицу времени. 10. Английский физик, один из создателей квантовой механики. 11. Группа ГЭС, расположенных на одной реке. 12. Теория эволюции. 13. Советский ученый, крупный радиотехник. 14. Одна из основных деталей двигателя внутреннего сгорания. 15. Шотландский инженер в физик, предложивший теоретический цикл парового двигателя. 16. Характеристика ориентации орбиты небесного тела. 17. Термин для обозначения любых атомов, отличающихся составом ядра. 18. Гидротехническое сооружение. 19. Человек, изучающий методы определения химического состава веществ. 20. Устройство для поддержания в рабочем объеме постоянной (ниже 120К) температуры. 21. Двигатель, преобразующий в механическую работу кинетическую энергию. 22. Американский астронавт. 23. Созвездие Южного полушария. 24. Единица площади в системе английских мер. 25. Крупная радиостанция. 26. Механизм, служащий для изменения скорости вращения. 27. Деталь электродвигателей, турбин. 28. Внесистемная единица поглощенной дозы ионизирующих излучений. 29. Одна из старейших советских гидроэлектростанций. 30. Русский ученый, один из пионеров экологии в России. 31. Американская орбитально-посадочная станция для исследования Марса.

