

ТЕХНИКА

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ



1987/5

ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ

И. Карачарская
В НЕБЕСАХ,
В ОБЛАКАХ,
НА ЗЕМЛЕ

*Практика
восьмидесятых...*

*Техника
за рубежом*

*Неожиданно,
интересно*



ЗНАНИЕ

НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

Новое
в жизни,
науке,
техника

ТЕХНИКА

№ 5

Издается
ежемесячно
с 1961 г.

ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ

В ЭТОМ НОМЕРЕ

И. Е. Карачарская,

кандидат экономических наук

В НЕБЕСАХ, В ОБЛАКАХ, НА ЗЕМЛЕ

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

ТЕХНИКА ЗА РУБЕЖОМ

ПРАКТИКА ВОСЬМИДЕСЯТЫХ

НЕОЖИДАННО, ИНТЕРЕСНО

Издательство «Знание» Москва 1987

РЕДКОЛЛЕГИЯ

К. В. Фролов,
академик (председатель)

А. И. Аристов,
кандидат технических наук

Ю. Н. Астахов,
кандидат технических наук

Б. М. Базров,
доктор технических наук, профессор

Г. В. Веников,
кандидат технических наук

Л. И. Волчкевич,
доктор технических наук, профессор

Ю. Т. Гринь,
доктор физико-математических наук

В. А. Данилычев,
доктор физико-математических наук, профессор

В. Я. Зайцев,
доктор технических наук, профессор

Е. П. Попов,
член-корреспондент АН СССР

Р. А. Чаянов,
начальник отдела ГКНТ

К. Ю. Чириков,
кандидат технических наук

Г. Д. Шнырев,
доктор технических наук

И. Карачарская

В НЕБЕСАХ, В ОБЛАКАХ, НА ЗЕМЛЕ

Хочешь познать себя — изучай других. Это мудрое житейское правило можно отнести и к наукам о Земле. Ведь изучая только земной материал, невозможно полностью расшифровать историю нашей планеты. И здесь нет никакого парадокса: на Земле не существует пород старше 3,8 млрд. лет. В книге земной истории попросту не хватает первых страниц. То ли рассыпались они от времени в прах, то ли сожжены были в пламени древнейших катаклизмов. Сейчас это не так уж важно. Важно другое: не зная, что было написано на этих страницах, мы не можем узнать о тонкостях строения нашей планеты. А без знания прошлого, в свою очередь, трудно и строить прогнозы на будущее. И ученых не могут, например, не волновать причины, по которым на Луне внутренняя магматическая и тектоническая жизнь продолжалась 2,8—4,6 млрд. лет, а последние миллиарды лет никак не проявляла себя. При этом ведь известно, что на Земле эта внутренняя активность планеты дает знать о себе до настоящего времени и, как показывают исследования, будет продолжаться еще достаточно долго.

Понимание причин разной продолжительности активной жизни планет — вопрос совсем не праздный, поскольку развитие земной биосферы прямо связано с проявлением вулканической деятельности и тектонических движений. Ведь планеты, как и любые другие саморегулирующиеся системы, рождаются, живут, развиваются, но рано или поздно все же умирают.

Зависит это от многих причин, но ученые сегодня начинают все яснее сознавать, что у планет есть своеобразный генетический код, который вкладывается при рождении и формировании каждого планетного тела. Он зависит и от характера первичного вещества, из которого рождается планета, и от его массы, размера, и от расстояния до Солнца, и от многих других факторов.

Поэтому крайне важно понять механизм рождения планет. А это невозможно без изучения всей Солнечной системы. Вот почему ученые ведут с помощью кос-

мических аппаратов планомерное и целенаправленное изучение планет, уделяя при этом особое внимание планетам «земной» группы — Марсу и Венере.

Ученые давно ищут ответ на вопрос об источнике энергии, вызывающей разогрев планетных недр вплоть до их частичного плавления, — для этого, как известно, необходима температура свыше тысячи градусов. До начала космических исследований мнения сходились на том, что причина кроется в накоплении тепла, выделяемого при распаде естественных радиоактивных элементов. Такое явление вполне реально, но накопление тепла в недрах шло постепенно и могло вызвать плавление мантий небесных тел лишь спустя примерно миллиард лет после их образования. Когда же на Землю был доставлен грунт с Луны, изучение первых же образцов показало, что составляющие его породы образовались из магматического расплава — расплава! — 4,6—4,0 млрд. лет назад, еще на конечной стадии формирования Луны как небесного тела. Тепла радиоактивного распада на этой стадии по расчетам было явно мало, чтобы обеспечить плавление мантии.

Далее. Изучая Землю, ученые столкнулись с сочетанием процессов сжатия молодых небесных тел и ударно-взрывного воздействия на их поверхность интенсивной метеоритной бомбардировки, характерной для завершающих стадий их формирования. Последующее изучение Марса показало, что сочетание этих явлений не случайно на Земле, а типично для формирования всех планет.

Вот еще один важнейший результат изучения планет «земной» группы: учеными установлено, что на Земле и на других планетах синхронно появились базальтовые расплавы, наложившиеся на ранее сформировав-

За радиолокационную съемку поверхности планеты Венера с космических аппаратов «Венера-15» и «Венера-16» Ленинская премия 1986 г. присуждена Ю. Н. Александрову, А. И. Сидоренко, В. А. Гришмановскому, Н. В. Жерихину, Г. А. Соколову, Р. С. Кремневу.

За разработку и создание бортового космического комплекса «Венера-15» и «Венера-16» для радиолокационного картографирования планеты Венера Государственная премия СССР 1986 г. присуждена Э. Л. Акимову, А. Ф. Богомолу, М. Н. Мешкову, Г. А. Подопригоре, В. Д. Старикову, О. Н. Ржиге, А. П. Милованову, А. Н. Дятлову, Е. Г. Кукую, В. В. Нагорных, В. П. Никифорову, А. С. Селиванову.

шуюся, так сказать, материковую кору. При этом чем небесное тело больше по размерам, тем меньше сохраняется материковая кора и тем больше перекрывает ее базальт.

Если отнести обнаруженную закономерность к Земле и к Венере, то оказывается, что материковая кора должна отсутствовать полностью, перекрытая базальтами еще 3,8—3,0 млрд. лет назад. С Землей это явно не так. А с Венерой? Этот вопрос один из многих и многих.

Утренняя звезда, как издавна называли Венеру, испокон веков интересовала человека. Первое крупное открытие было сделано еще М. В. Ломоносовым, обнаружившим существование у этой планеты мощной атмосферы. Именно она и стала в дальнейшем крупным препятствием для изучения Венеры и, в частности, ее поверхности: непрозрачный облачный слой исключил возможность использования оптических приборов. Поэтому вплоть до недавнего времени о строении поверхностей других планет — скажем, Марса и Меркурия, было известно гораздо больше. Венера же по-прежнему оставалась практически неизведанной.

Новые возможности исследования утренней звезды открылись с началом использования в астрономии радиолокационных методов. Уже первые наблюдения Венеры с Земли позволили проникнуть сквозь мощный слой облаков, оценить отражающие свойства поверхности, измерить период вращения планеты, который оказался, кстати, неожиданно большим — 243 земных суток. Повысить точность измерений с помощью радиолокации на столь значительном расстоянии оказалось невозможно. Дальнейший прогресс исследований Венеры требовал приблизиться к ней. Сделать это сумели с помощью космических аппаратов.

Для локального (местного) изучения поверхности многое дали панорамы, переданные со спускаемых аппаратов советских станций «Венера-9, -10» и «Венера-13, -14». Здесь уместно будет вспомнить, что писала нью-йоркская газета «Таймс» после того, как советские ученые доложили на Хьюстонской международной конференции по изучению Луны и планет результаты, добытые межпланетными станциями «Венера-13» и «Венера-14»: «Успешная работа советских станций была «гвоздем» программы на недавней 13-й конференции по во-

просам исследования Луны и планет. Когда фотографии поверхности Венеры были показаны 560 ученым (большинство которых были американцами), по залу разнеслись «охи» и «ахи»... Как сказал физик из университета штата Миннесота Роберт Пепин, «в этом была немалая доля зависти». Но было также и восхищение».

После советских станций на орбиту вокруг Венеры был выведен американский спутник «Пионер—Венера», оснащенный радиовысотомером, с помощью этого прибора измерялся рельеф поверхности и были выявлены структуры континентального масштаба, такие, как Земля Иштар, Земля Афродиты, область Бета, т. е. довольно крупные объекты на поверхности.

Однако основные геологические структуры — горные хребты, кратеры, рифтовые долины — остались недоступны для изучения. Неудача, казалось, кроется в самом принципе работы радиолокатора. Напомним его.

Радиопередатчик, установленный на борту космического аппарата, посылает луч-радиопульс вниз, к поверхности планеты. Радиозохо — отраженная волна, пройдя сквозь облака, попадает на ту же антенну, но работающую уже в режиме приема. Естественно, что сигнал вернется тем скорее, чем меньший путь придется пройти ему к поверхности и обратно. Скорость радиоволны известна и одинакова во всей Вселенной — 300 тыс. км/с. Поэтому, зная время запаздывания отраженного сигнала, нетрудно вычислить его путь. Значит, можно построить и гипсометрические (от греческого «гипсос» — высота) карты, т. е. карты высоты.

Однако локатор, пролетающий над поверхностью Венеры на высоте 1000 км, может различать детали рельефа размером менее километра лишь в том случае, если его приемопередающая антенна будет иметь диаметр 60—80 м. Запустить станцию с такой антенной практически невозможно. Обычно антенны бортовых локаторов не превышают метра в диаметре. Поэтому ширина луча, ощупывающего планету, довольно велика: на поверхности она занимает площадь круга с диаметром около 100 км, почти как Онежское озеро. А детали внутри этого пятна в принципе неразличимы.

Вот почему первая карта Венеры, несмотря на восхищение участников Хьюстонской конференции, была

довольно приблизительной. Ее необходимо было уточнить.

Новый этап в исследовании Венеры начался с запуском советских станций «Венера-15» и «Венера-16». С их помощью впервые была предпринята попытка глобальной съемки поверхности с высоким разрешением, достаточным для выявления большинства геологических структур и анализа их с точки зрения геоморфологии с тем, чтобы перейти, наконец, от догадок к прямому изучению поверхности планеты, ее происхождения и эволюции. Этот этап стал логическим результатом усилий двух интенсивных направлений науки и техники — прямых полетов к планетам, начало которых связано с работами академиков М. В. Келдыша, С. П. Королева и В. А. Котельникова, и радиолокационных исследований планет, опыт которых был накоплен к тому времени немалый.

В отличие от предыдущих космических разведчиков планет «Венера-15» и «Венера-16» были оборудованы не только радиолокационными высотомерами, предназначенными для воссоздания рельефа поверхности, но и радиолокаторами бокового обзора.

На первый взгляд может показаться, что такой локатор делает то же, что и обычный, — также посылает к поверхности радиосигнал и принимает его отражение. К тому же антенна его смотрит не прямо, а повернута относительно вертикали на 10° . Радиолуч, падающий под углом, казалось бы, должен прощупывать поверхность хуже, чем вертикальный, так как повернутая антенна создает пятно большей площади. Но работая в паре с высотомером, локатор бокового обзора дает качественно новый эффект.

Для радиолуча, так же как для луча светового, угол падения равен углу отражения. Косо упавший на наклонную плоскость, например на склон горы, луч отразится таким образом, что либо забежит несколько вперед по сравнению с вертикально отраженным лучом, либо окажется позади него. Говоря точнее, он опередит вертикальный луч, если упадет на ближайший к локатору склон, и опоздает, если отразится от противоположного. А это значит, что радиосигналы, отраженные от различных участков поверхности, будут отличаться по времени запаздывания в зависимости от того, на-

сколько и каким образом отличается рельеф местности от равнинного.

Кроме того, при наклонном зондировании проявляется эффект Доплера — меняется частота отраженного сигнала. Если передатчик приближается к отражающему участку, частота сигнала повышается, если удаляется, она становится ниже. И наконец, из-за разницы в самом рельефе отражающей поверхности эхо-сигналы различаются по мощности: обращенный к локатору склон, как нетрудно понять, отражает сильнее, чем противоположный.

Разумеется, локатор бокового обзора принимает сигнал гораздо более сложный, чем обычный локатор-высотомер. Но сложность эта как раз и отражает сложность рельефа поверхности планеты. И если справиться с расшифровкой такого сигнала, можно получить значительно более точную картину.

«Венера-15» и «Венера-16» были выведены на полярные эллиптические орбиты с периодом обращения 24 ч. Такой период был выбран для синхронизации передачи и обработки сигнала с земным временем. При прохождении космических аппаратов над Северным полушарием ежедневно снималась полоса поверхности шириной 120 км и длиной 7500 км, вытянутая вдоль трассы полета. За 24 ч Венера поворачивалась, и на следующем витке полета снималась новая полоса поверхности, частично перекрывавшая предыдущую. Информация для воссоздания сплошного изображения Северного полушария накапливалась за полный оборот планеты вокруг своей оси, т. е. за восемь месяцев работы станций.

Ясно, что перерывы в съемках помешали бы создать цельную, полную картину, поэтому и пришлось создать качественно новую в практике космических исследований систему из двух космических аппаратов. Управление было организовано таким образом, чтобы в случае необходимости один аппарат был в состоянии снять участок поверхности, пропущенный почему-либо другим.

Для передачи данных съемки на Землю была создана уникальная линия связи, обеспечившая требуемую дальность вплоть до расстояния 260 млн. км и позволившая в 30 раз по сравнению с обычными повысить скорость передачи данных.

Для приема информации на Земле использовались

две антенны: одна из них диаметром 70 м в Центре космической связи в Евпатории, другая диаметром 64 м на Медвежьих озерах под Москвой. Дублирование приема повышало надежность в условиях восьмимесячной работы.

Для математической обработки сигналов космических разведчиков ученые создали специальный вычислительный центр, оснащенный средствами ввода, обработки, вывода, отображения и оперативного контроля информации. Уникальное оборудование центра позволяло вести вычисления с быстродействием около 100 млн. операций в секунду. Эта фантастическая скорость обработки информации дала возможность синтезировать изображение в ходе выполнения эксперимента, обрабатывая принятые антеннами сигналы мощностью 10–20 Вт. Для сравнения скажем, что это, пожалуй, то же, что в Москве разглядеть огонек спички, зажженной в Томске.

Результаты эксперимента превосходили все ожидания: разрешающая способность новой системы радиолокационного обзора позволила различить на поверхности Венеры детали размером всего 1—2 км. С такой четкостью было получено радиолокационное изображение обширной территории Северного полушария планеты, на которой легко «читаются» все основные этапы ее развития за период свыше миллиарда лет.

Не так давно генеральная ассамблея Международного астрономического союза присвоила наименования 260 открытым на Венере образованиям поверхности. Многие из них получили имена, связанные с историей и фольклором нашего государства. И в этом большая заслуга пионерных исследований советских ученых и специалистов.

ЗАБОТА О ЛЮДЯХ, ЗАБОТА О ПРОГРЕССЕ

Объединение ВЭФ по праву называют флагманом индустрии Латвийской республики. Только в рижских его цехах трудится более десяти тысяч человек. Территория ВЭФа — это целый город со своими проспектами и переулками, магазинами, скверами, главной площадью.

Для страны ВЭФ — это не столько производитель бытовой радиоаппаратуры, сколько одно из крупнейших и передовых предприятий в самой современной отрасли

индустрии. Основная продукция объединения — техника связи: автоматические телефонные и телеграфные станции, телефонные аппараты. Если внешне телефон меняется мало, разве что на смену диску номеронабирателя приходят кнопки, то организация связи, устройство и возможности коммутационных станций стали сегодня совершенно иными. Современная электросвязь сближается с вычислительной техникой, которая, в свою очередь, нуждается в услугах связи для передачи данных от ЭВМ.

Телефонные станции «Кварц» и «Квант», которые изготавливают на ВЭФе, называются квазиэлектронными: линии коммутируются здесь при помощи герметизированных контактов — герконов — под управлением центральной микро-ЭВМ. Кстати, с управляющих ЭВМ для автоматических телефонных станций и родились вэфовские микрокомпьютеры — одни из первых в стране. Сейчас на базе квазиэлектронных станций создается Единая автоматизированная система связи всего Союза.

Зная все это, справедливо было бы, наверное, предположить, что содержание работы, удостоенной Государственной премии СССР, связано с дальнейшим улучшением продукции ВЭФа, предназначенной для связи, или имеет отношение к радиопродукции завода, но это не так. Премия присуждена за создание на ВЭФе... столовой. Впрочем, в данном случае это слово не совсем подходящее. На обычную столовую это предприятие питания похоже так же мало, как первый телефонный аппарат с торчащей из корпуса ручкой похож на самый современный — автоматический, с электронной памятью на десятки номеров.

Войдя в столовую, рабочие и служащие ВЭФа видят в первую очередь зеленые экраны дисплеев. Это ТЗР — терминалы заказа-расчета. В полном соответствии со своим названием ТЗР выполняют все функции официанта: предлагают посетителям меню, принимают заказ, рассчитываются. Меню здесь каждый день новое (кста-

За создание и внедрение автоматизированных комплексов для организации общественного питания на промышленных предприятиях Государственной премии СССР 1986 г. удостоены А. И. Андерсон, А. П. Глазов, Ю. Ж. Дзенис, И. П. Паберз, А. А. Кривченков, И. К. Пога, Д. М. Рекис, В. А. Трукшин, Ю. К. Червинский, А. А. Козловская, А. А. Демидюк, А.-Б. А. Озолина.

ти, его также разрабатывает ЭВМ). Название блюд высвечивается на экранах на двух языках — латышском и русском; набирая номера блюд на цифровой клавиатуре, вы можете заказать себе от одного до четырех блюд. Стоимость обеда можно оплатить монетами в любом наборе, как в автомате для продажи железнодорожных билетов, или же она учитывается при выплате зарплат — для этого достаточно вставить в щель на передней панели ТЗР кредитную карточку с магнитным кодом. Вот и все. Остается дождаться, пока терминал известит вас о том, что заказанный обед приближается к выходу транспортера, и — приятного вам аппетита! Можете брать свой поднос.

Если приглядеться к подносу, то справедливее будет сказать, что это металлический каркас, в котором жестко закреплены четыре одинаковые тарелки-пιάлы. Из них одинаково удобно есть и компот, и салат, и гуляш. Садимся за стол. Обратите внимание и столы, и стулья без ножек держатся на одной продольной балке. Казалось бы, мелочь, а насколько проще уборка зала!

Автоматизированы на комбинате питания не только составление меню, заказ и расчет. Автоматы моют посуду, готовят и закладывают продукты. Другими словами, столовая, или, точнее, комбинат питания, ВЭФа — это гибкая автоматизированная производственная система. Из созданных на заводе — она первая. И руководители объединения не случайно решили, что именно здесь она нужна в первую очередь.

Как уже сказано, на ВЭФе работают более десяти тысяч человек. Вкусное и разнообразное питание, полноценный отдых в обеденный перерыв, отсутствие забот о покупке продуктов — из этого рождается у каждого работающего запас хорошего настроения, который так необходим у станка или конвейера, за пультом ЭВМ и у чертежной доски. Но, как это ни важно, значение нового комбината питания ВЭФа намного шире.

Почти каждому в объединении приходится учиться. Например, от регулировщика магнитофонов на ВЭФе требуют не только знания своей операции, но и смежных, требуют, чтобы он научился разбираться в радиотехнике, знал не только магнитофоны, но еще и радиоприемники.

Зачем такая универсальность — понять нетрудно, если заглянуть в планы ВЭФа на будущее. Сейчас, на-

пример, здесь продолжают разработку новой модели магнитолы на интегральных схемах, объединяющих сотни и тысячи деталей. В такой магнитоле не будет традиционного вэфовского барабана переключения диапазонов, его функции будет выполнять электроника. Значительно снизятся масса, габариты, стоимость, возраст эксплуатационные качества, надежность.

При переходе на новую модель обычно неизбежны трудности, но на ВЭФе особых трудностей не ожидают: работников в сборочных цехах и в цехах регулировки переучивать, скорее всего, не придется. Для того и «заставляют» каждого на заводе знать больше, чем нужно ему сегодня, чтобы завод мог идти вперед.

Потому же нужна ВЭФу и столовая-автомат.

Поначалу люди в нерешительности толпились у дисплеев, боялись нажать на клавишу. Сегодня привыкли, перестали задумываться, что перед ними сложнейшая техника. Преодолели психологический барьер. Завтра, когда компьютеры придут на рабочие места, их встретят уже как старых знакомых. Так что новый комбинат питания — это еще и учебный класс для всего завода.

Проделанная работа важна не только для ВЭФа, ведь проблемы, решаемые с помощью автоматизированного комплекса питания — и социальные, и производственные, — важны сегодня для каждого предприятия. И латвийские, специалисты, впервые решив многие и многие вопросы, накопили опыт, которым смогут воспользоваться теперь и другие.

КВАНТОВЫЕ КРИСТАЛЛЫ — МОДЕЛИ ЗВЕЗД

«Кристаллы — твердые тела, атомы и молекулы которых образуют упорядоченную структуру (кристаллическую решетку)»...

Это определение, взятое из Энциклопедического словаря, в полной мере подходит и к квантовым кристаллам, о которых пойдет речь, но к ним неприменимы понятия, характеризующие другие кристаллы, — будь то кристаллы полупроводников или, скажем, органические. Например, слово «прочность» здесь полностью теряет смысл. Созданы эти кристаллы, как можно догадаться по их названию, по законам квантовой механики.

Квантовые законы, имеющие отношение к описанию этой работы, лучше всего заметны на поведении элек-

тронов. Время от времени, как известно, электроны способны покидать свои места в атомах и становиться свободными. С помощью классических законов физики объяснить это явление можно не всегда. И для иллюстрации проще всего воспользоваться моделью

Представим себе шарик, который катится по плоскости. На пути шарика горка. Энергия шарика заведомо меньше той, что необходима для преодоления препятствия. Сумеет он перевалить через вершину? Классическая физика дает ответ отрицательный: в гору шарик не закатится.

Но дело так обстоит только с шариком. Электрон, который часто заменяют шариком при построении физических моделей, даже обладая энергией, недостаточной для преодоления потенциального барьера (горки), сможет оказаться по другую его сторону, т. е. если говорить о реальных процессах, сумеет оторваться от ядра атома.

Это явление было замечено давно, но лишь после того как был открыт дуализм частиц — двойственность их природы, — странности поведения электронов получили объяснение. Ведь электрон, как стало ясно, — это не только частица, не только ничтожно малый шарик, подчиняющийся законам ньютоновской механики. Он еще и волна. И как волна, он существует в пространстве словно бы размазанным, текучим... Сквозь потенциальный барьер он может проникнуть с некоторой вероятностью, словно бы по туннелю. Поэтому, наверное, свойство элементарных частиц преодолевать потенциальные барьеры, превышающие их энергию, называли туннельным эффектом.

До сих пор речь шла об элементарных частицах. А применим ли туннельный эффект к целым атомам твердого вещества, то есть не к отдельным частицам, а к их коллективам?

В 1934 г. академик П. Л. Капица обнаружил некоторые странности жидкого гелия. Как известно, при понижении температуры все газы ведут себя примерно одинаково. Тепловое движение их молекул и атомов

За цикл работ «Туннельный перенос вещества и квантовая кристаллизация», опубликованных в 1972—1984 гг., Ленинской премии 1986 г. удостоены А. Ф. Андреев, К. О. Кишишев, А. Я. Паршин, Ю. М. Каган, Л. А. Максимов, В. А. Михеев.

уменьшается, и они переходят сначала в жидкое состояние, а потом и вовсе замерзают. В эксперименте П. Л. Капицы поначалу так же вел себя и гелий. При температуре около 4 К он, как и предполагал исследователь, ожижился, но когда температура снизилась до 2,2 К, вместо того чтобы затвердеть, гелий приобрел сверхтекучесть — способность без сопротивления проникать сквозь самые узкие щели и тончайшие капилляры. Классическая статистическая физика, описывающая свойства систем, состоящих из большого количества частиц, оказалась бессильна объяснить это явление.

Применение законов квантовой механики позволило академику Л. Д. Ландау создать в 1941 г. феноменологическую теорию сверхтекучести. По его представлениям при столь низкой температуре не всем атомам гелия хватает квантов тепловой энергии (как известно, тепловая энергия, как и любая другая, передается чрезвычайно малыми порциями — квантами, этой своеобразной «разменной монетой» микромира). Те кванты, что остались обделенными теплом, как бы оказались при температуре абсолютного нуля. При абсолютном нуле любое вещество полностью теряет физические свойства, в том числе и вязкость.

Эти атомы жидкого гелия и приобрели способность двигаться сквозь капилляры ничтожно малого диаметра без всякого сопротивления. А так как вынуждающего к этому движению внешнего давления не было, стало ясно, что это не просто атомы, а атомы-волны. Получалось, туннельный перенос атомов жидкого вещества — реальность. Ну а как твердое? Могут ли «туннелироваться» и его атомы?

На этот вопрос проще всего было ответить, как казалось, превратив жидкий гелий в твердое вещество, т. е. заморозив его. За эту проблему взялись сотрудники Института физических проблем им. С. И. Вавилова, АН СССР, Института атомной энергии им. И. В. Курчатова и Физико-технического института низких температур Академии наук Украинской ССР.

Температуру гелия понизили до 1,5 К, но в лед он не превратился. Чтобы снизить температуру еще, нужен был новый подход. Процесс охлаждения решили сделать многоступенчатым. Здесь стоит заметить, что у жидкого гелия чрезвычайно малая теплоемкость. Для испарения одного лишь его литра необходимо в 1200

раз меньше тепла, нежели для испарения такого же количества воды. Потому и экспериментировать с охлажденным до сверхнизких температур гелием очень и очень трудно. Для таких работ требуется специальное помещение, экранирующее электромагнитные волны радио- и телевизионных передатчиков, способные передать гелию свою энергию и тем самым его нагреть; для установки охлаждения нужен специальный виброгасящий фундамент. Даже звуки разговоров, как ни мала энергия, которую они несут, могут значительно повысить температуру охлажденного гелия, что и замечали в экспериментах.

Новая установка обеспечивала достаточно низкую, по подсчетам физиков, температуру, но гелий упорно не превращался в лед. Пришлось использовать способ, которым можно получить водяной лед даже при температуре кипения воды — поднять давление. В ампулу сквозь капилляр стали подкачивать жидкий гелий (здесь, к слову сказать, сверхтекучесть его сыграла на руку ученым). И при давлении около 25 ат в ампуле — ее содержимое было видно сквозь специальное окошко установки — возник зыбкий кристалл.

Часть работы была сделана: кристалл получили. Но ответа ждал главный вопрос — о свойствах его атомов. Кристалл мог оказаться гелиевым льдом, атомы которого туннелироваться не способны. Выяснить свойства атомов физики решили с помощью ядерного магнитного резонанса. Чтобы напомнить суть этого метода исследований, продолжим аналогию с шариком и горкой. Однако на этот раз пускай речь пойдет об очень высокой обыкновенной земной горе, а шарик используем как маятник. Подвесим его мысленно на нитке и начнем подниматься. Добравшись до вершины, мы заметим, что частота колебаний маятника здесь ниже, чем у подножия горы. Это нетрудно объяснить: чем выше от земной поверхности, тем меньше сила тяжести, определяющая массу шарика и период его колебаний.

Примерно так же изменяется в магнитном поле частота собственных колебаний ядер атомов. В эксперименте магнитное поле сфокусировали так, что в одной части кристалла оно оказалось сильнее, а на кристалл направили слабое поле, частота колебаний которого соответствовала собственной частоте ядер. При совпадении двух частот — резонанса часть энергии генератора

неминуемо передается атомам, уходит на их раскачку. Это дополнительное потребление энергии можно измерить. А измерив, можно сделать выводы о состоянии атомов.

Решение это, впрочем, успех исследований не гарантировало. Ведь атомы все одинаковы. Как отличить один от другого? Для этого физики решили вырастить кристалл из смеси различных изотопов гелия — гелия-3 и гелия-4, резонансная частота атомов которых различна.

В новом эксперименте генератор настроили в резонанс по максимуму потерь. По прошествии некоторого времени потери стали меньше. Это означало, что часть атомов переместилась из одной части кристалла в другую, где напряженность магнитного поля выше, и следовательно, они перестали потреблять высокочастотную энергию. Затем потери возросли — атомы возвращались, затем снова уменьшались...

Получалось, атомы все же перемещаются по объему кристалла. Предположение о его квантовой структуре обрело под собой почву. Но тем не менее не все загадки были разгаданы. К примеру, наблюдения показывали, что, несмотря на виброзащитный фундамент, который должен бы глушить все механические колебания, граница соприкосновения кристалла с жидким гелием в пробирке остается зыбкой, как граница контакта двух жидкостей. Кристалл, по-видимому, продолжал чувствовать вибрации, которые не смог бы зафиксировать ни один измерительный прибор. Но раз так, справедливо было усомниться в его кристаллической структуре. Ведь нет в природе кристаллов с поверхностью, по которой идут волны.

Дальнейшие исследования показали, что структура — безусловно кристаллическая, а волны на ее поверхности — это не встречавшиеся никогда ранее волны плавления и кристаллизации.

Попробуйте представить, уважаемый читатель, что вы нажали на крышку своего рабочего стола и ваша ладонь провалилась бы без всякого сопротивления, а в другом месте на столе вырос бы горб. Если бы стол состоял из квантовокристаллического вещества, способного сохраняться при столь привычной для нас и необычайно высокой для кристаллов гелия температуре, в этом не было бы ничего необычного. Энергия нажа-

тия мгновенно расплавилась бы поверхность стола, а в другом его месте исчезнувшая его часть появилась бы в виде нароста с точно такой же кристаллической структурой.

Скорости плавления и кристаллизации у квантовых кристаллов чрезвычайно велики — в миллиарды раз выше, чем у обычных кристаллов. А для возбуждения кристаллизационных волн практически не нужны усилия. Это также доказали экспериментально, и здесь стоит еще раз подивиться мастерству и изобретательности физиков, их умению разглядеть тончайшее явление с помощью простых, казалось бы, даже очевидных средств.

В стенку ампулы впаяли две тонкие металлические полоски — своеобразные обкладки конденсатора. К ним подвели переменное электрическое напряжение. Возникающее в зазоре электрическое поле, как предположили исследователи, должно было создавать силы, периодически затягивающие гелий в зазор. Измерить их величину из-за малости практически было невозможно, но на поверхности кристалла образовались хорошо заметные волны.

Чем же интересно сегодня обнаруженное учеными явление туннельного переноса вещества? На этот вопрос можно дать сразу несколько ответов.

Прежде всего нужно отметить здесь редкое единство теории и эксперимента на уровне, предопределившем мировой уровень аналогичных исследований. Стоит далее сказать, что, хотя исследования касались на первый взгляд лишь явлений микромира, обнаруженные квантовые эффекты имеют непосредственное отношение к явлениям макромира. И этому можно привести подтверждения. Речь идет о так называемых нейтронных звездах.

Возможность существования сверхплотных небесных тел из ядерного вещества, т. е. нейтронов и протонов, в 1932 году доказал Л. Д. Ландау. Такие космические объекты образуются после истощения в звездах запасов топлива, поддерживающих термоядерную реакцию. По мере его расходования происходит сжатие невероятной силы, ведущее потом к взрыву. После взрыва, который земной наблюдатель воспринимает как рождение Сверхновой, возникает объект с колоссальной плотностью вещества, которую специалисты оценивают в

10^{14} г/см³. Состоят эти объекты в основном из нейтронной жидкости с малой примесью протонов и электронов. Угловая скорость вращения этих тел очень велика. Как считал Л. Д. Ландау, они должны вращаться с периодом около секунды и при этом испускать электромагнитное излучение в диапазоне от гамма-квантов до радиоволн в виде узкого луча.

В 1959 г. академик А. Б. Мигдал показал, что нейтронная жидкость в таких объектах должна обладать сверхтекучестью, а в 1967 г. был зарегистрирован первый космический импульсный источник радиоизлучения, посылающий сигналы с интервалом примерно в секунду. Первая нейтронная звезда была открыта.

Дальнейшие исследования физики нейтронных звезд показали, что в их веществе происходят квантовые процессы, сходные с процессами в гелии при сверхнизких температурах. И экспериментируя с пробиркой, в которой гелий охлажден, можно имитировать особенности вращения нейтронных звезд, распад сверхплотного состояния ядерной материи.

Создание квантовых кристаллов открывает новые перспективы и перед учеными сугубо земных профессий. Дело в том, что обычные земные кристаллы растут настолько долго, что в распоряжении ученых пока нет ни одного «взрослого», завершившего свое развитие. Так что квантовые кристаллы, скорость роста которых, как сказано, в миллиарды раз выше, чем у их обычных сородичей, могут подсказать ученым, какими же должны быть кристаллы.

А невероятная чувствительность квантовых кристаллов к вибрациям поможет построить сверхчувствительные датчики колебаний, столь необходимые, например, для регистрации гравитационных волн, поисками которых заняты сегодня физики.

БЕЗ ОТХОДОВ, НО С ДОХОДАМИ

...Чтобы реализовать этот проект, потребовалось бы изъять у сельского хозяйства 2000 га плодородной земли, снести 19 населенных пунктов и перенести участок железной дороги Москва—Симферополь.. Прибавьте сюда еще 36 млн. руб. капиталовложений, и станет ясно, какими потерями для народного хозяйства могло обернуться строительство двух водохранилищ для Пер-

вомайского производственного объединения «Химпром».

Слово «потери» может, конечно, показаться неуместным. Затрат требует любая хозяйственная деятельность. Уже упомянутая железная дорога в свое время тоже потребовала отчуждения земель. Неизбежно оно при строительстве жилых зданий, заводов, предприятий самого сельского хозяйства. А без воды трудно представить себе работу любого завода, любой фабрики, занимаются ли они выпуском обуви, тканей или металла.

Первомайскому производственному объединению «Химпром», которое производит хлор, каустическую соду, моющие средства, синтетические смолы и химические средства защиты растений, вода — этот универсальный растворитель, созданный самой природой, — необходима не меньше, а то и больше, чем любому другому промышленному предприятию. По важности можно сравнить ее с сырьем для продукции. И затраты на строительство водохранилищ, необходимых для нормального водоснабжения «Химпрома», несомненно окупались бы продукцией предприятия, без которой немислима работа многих и многих отраслей промышленности.

Это соображение могло стать решающим при обсуждении проекта. Но кроме перечисленных потерь, грозили и те, которые невозможно ни измерить в цифрах, ни восполнить.

Необратимо загрязнить окружающую среду по силам даже самому, казалось бы, невинному производству, например парфюмерной фабрике или мясокомбинату. Что же говорить о мощнейшем химическом производстве, в котором одним из основных химических продуктов является хлор, известный своей химической агрессивностью. Конечно, сегодня трудно найти предприятие, где не очищали бы отходы промышленности, но, как показывает серьезнейший анализ, несмотря на то что расход сырья на единицу продукции становится все меньше, общий объем выбросов в окружающую среду

За разработку и промышленное внедрение новой замкнутой ресурсосберегающей системы производственного водоснабжения и переработки отходов Первомайского промышленного узла Государственной премии СССР 1986 г. удостоены Ф. П. Гуцал, М. И. Гарькавый, В. Н. Юдин, В. А. Павлов, А. Г. Ратманов, А. П. Машини, В. Н. Евстратов, М. И. Киевский, В. Г. Смирнов, К. Е. Махорин, А. М. Глухоманюк, В. Л. Подберезный.

возрастает. И самые совершенные очистные сооружения не в силах полностью изолировать их от окружающей среды.

На Первомайском производственном объединении «Химпром» очистные сооружения были объектом самого пристального внимания, но кто мог поручиться, что вредные отходы не проникнут в гидросферу? Ведь в мировой практике не бывало случая, чтобы мощное химическое производство, потребляющее в сутки до 900 м³ воды, не «обменивалось» бы ей с окружающей средой.

Так что можно представить сложность задачи, которую поставили перед собой специалисты объединения «Химпром», Всесоюзного института проектирования средств защиты растений, Института газа АН УССР и Свердловского научно-исследовательского института химического машиностроения, которые взялись за разработку замкнутой системы водоснабжения. В процессе разработки было сделано 17 изобретений. Для производства хлора и каустической соды, например, пришлось создать не имеющую аналогов установку многократного выпаривания сточных вод, а воду, неминуемо испаряющуюся из системы, специалисты решили конденсировать конденсатом из выпарных аппаратов. Это дало возможность уменьшить потребление свежей воды и сэкономить примерно 1000 т соляной кислоты в год.

При производстве поливинилхлорида удалось наладить возврат сточных вод в замкнутую систему. Но вот вопрос: куда девать тонны извлеченного из нее полимера? Первомайские химики предложили использовать его для того, чтобы пластифицировать дорожные покрытия, что и было сделано. Стоки от производства хлорокси меди специалисты сегодня превращают в лекарственное вещество — хлористый кальций. А в производстве синтетических моющих средств сточные воды научились возвращать после очистки на начальную стадию, причем в общую систему они даже не попадают.

Стоит упомянуть еще, что сооружения полной биологической очистки эксплуатируются на Первомайском производственном объединении «Химпром» с 1973 г., а шесть лет спустя в эксплуатацию ввели и систему глубокой доочистки этих вод, в результате которой, кроме чистой воды, образуется еще и сырье для производства азотных удобрений.

И тем не менее как ни совершенна система замкнуто-

го водооборота, но все же она не идеальна (как не идеальна ни одна система в технике); часть воды из нее испаряется, система требует постоянной подпитки. Где же брать дополнительно воду?

Специалисты нашли решение неожиданное, даже остроумное. Пополнять систему они решили... сточными водами промышленных предприятий ближайших населенных пунктов, т. е. возложили на свою систему задачу охраны окружающей среды не только от собственных, но и от других отходов.

И все-таки не только о природе нужно вести речь. Важна и экономика. И здесь первомайцам также есть чем гордиться. Практически на всех этапах очистки сточных вод удается возвращать в производство ценное сырье. Опыт эксплуатации замкнутой ресурсосберегающей системы — не случайно названа она ресурсосберегающей! — производственного водоснабжения и переработки отходов производства это подтверждает. Из отходов, обреченных было на безвозвратное исчезновение, на «Химпроме» ежегодно производят до 30 000 т химической продукции на сумму около 4,5 млн. руб.

Ряд решений, найденных впервые на Первомайском производственном объединении «Химпром», предусмотрено распространить и на другие предприятия, чтобы и там смогли избежать потерь, казавшихся ранее неизбежными.

НА БЛАГО НАУКИ, НА БЛАГО МИРА

Раз в 76 лет приближается комета Галлея к Солнцу. Для галактики этот срок — мгновение. Много-много раз за ее существование комета посещала нашу Солнечную систему, но только в наши дни человечество накопило такой научный и технический потенциал, который позволяет увидеть ее вблизи и понять наконец, что такое комета. А вопрос этот интересовал ученых давно, и о природе комет высказывалось немало предположений.

Классическое представление о строении комет таково: приблизительно 4 миллиарда лет назад на окраинах газопылевого облака, из которого, как считают ученые, сформировалась Солнечная система, зародились и эти космические странницы — 100 млрд. своеобразных снежных айсбергов размером от 1 до 10 км, состоящих

из замерзшей воды, метана, углекислого газа и частиц пыли. Сейчас они сгруппированы за орбитой Плутона.

Время от времени гравитационные поля планет-гигантов заставляют кометы срывать с орбит и отправляться навстречу Солнцу. По мере приближения к нему снежная поверхность кометы начинает испаряться. Освободившийся газ несет с собой и пыль. Постепенно вокруг ядра кометы образуется кома — облако из пыли и газа диаметром в сотни тысяч километров, ярко светящееся в лучах солнца (это свечение, кстати, и не дает рассмотреть ядро кометы), а позади кометы вырастает хвост длиной в сотни миллионов километров.

В 60-х годах нашего века академик Б. П. Константинов высказал предположение о том, что кометы — это осколки антимиров, залетевшие случайно в окрестности Солнца. Несмотря на всю фантастичность, эта гипотеза безупречно объясняет образование комы и хвоста у кометы. Если допустить, что астероид из антивещества существует, то по мере сближения с Солнцем он будет встречать все более плотный поток протонов. Реакция аннигиляции — взаимодействия вещества и антивещества — будет нарастать, шириться, захватывая все больший объем. У кометы появится свечение, яркий длинный хвост. Микровзрывы создадут реактивную силу, тормозящую комету. Часть ее энергии погасится, и в результате сила тяготения Солнца заставит комету стать ее спутником.

Были и другие гипотезы.

К началу подготовки проекта опыт космических полетов был у ученых достаточно велик для того, чтобы с достаточной точностью выполнить баллистические расчеты полета зонда. Но как известно, космические исследования — дело все же очень и очень непростое. Достаточно сказать, что если комета пройдет неподалеку от какого-либо астероида, траектория ее движения может измениться. Как бы точно ни был проложен курс, зонд-разведчик может промахнуться.

Здесь нужно сказать, что и проект, и сам космический аппарат были названы одинаково — «Вега». Та-

Государственная премия СССР за создание научного комплекса проекта «Вега» для исследования кометы Галлея присуждена Ю. М. Алиеву, К. И. Грингаузу, А. В. Дьячкову, А. Н. Писаревскому, Л. С. Чесалину, Е. М. Семенову, Б. С. Новикову, В. С. Полякову, С. И. Анисимову, А. Б. Измаилову, Г. И. Цукановой, Я. С. Яцкиву,

кое название было дано не случайно: его образовали от сложения первых двух букв слов Венера и Галлей.

Из этого запуска ученые собирались извлечь максимальную пользу. В полет должен был отправиться сложный научный комплекс из трех частей, каждая из которых в процессе осуществления проекта должна была действовать независимо от других. При подлете к Венере космическая станция «Вега-1», а затем стартовавший несколько позже ее дублер «Вега-2», как предполагалось, сбросят спускаемые аппараты, каждый из которых совершит посадку на поверхность планеты.

Другой автономный комплекс представлял собой аэростатный зонд, или, иначе говоря, воздушный шар. В процессе спуска он должен был отделиться и после ряда маневров выйти на высоту около 50 км и совершать свободный дрейф в атмосфере Венеры. Внутри гондолы, подвешенной к аэростату, разместили комплект аппаратуры для разного рода измерений и передачи полученной информации на Землю. Наконец, освободившийся от капсулы со спускаемым аппаратом и зондом, третий комплекс аппаратуры должен был полететь дальше, к комете Галлея, использовав гравитационное поле Венеры как своеобразный трамплин, на котором можно получить дополнительный, точно рассчитанный импульс для дальнейшего движения.

Приближение кометы Галлея не оставляло равнодушными и ученых других стран. После стартов «Веги-1» и «Веги-2» в июле 1985 г. был запущен зонд «Джотто», сконструированный учеными и инженерами в соответствии с проектом Европейского космического агентства. Приборная оснащенность «Джотто» — ее считают по массе измерительной аппаратуры — была вдвое меньше, чем у зонда «Вега», но этот аппарат должен был ближе пролететь к ядру кометы — на расстоянии всего 1000 км («Вега» же, как предполагали, пролетит мимо кометы на расстоянии 10 тыс. км).

Соединенные Штаты Америки не смогли запустить свой аппарат в космос — не хватило средств. Американские ученые решили поставить некоторые научные приборы на европейский аппарат.

Тем, кто занимался кометой Галлея, пришлось столкнуться со множеством больших и малых проблем, с которыми справиться нужно было в строго определенные сроки: старт экспедиции нельзя было откладывать ни

на один день, так как другого столь благоприятного момента пришлось бы ждать очень долго.

С помощью аэростатного зондирования ученые надеялись получить ответы на ряд вопросов, касающихся строения атмосферы Венеры, в частности, выяснить, почему на Венере столь сильные ветры, скорость которых достигает 360 км/ч.

Система ввода аэростатного зонда в действие довольно сложна. Отделившись от спускаемого аппарата, он тормозит свое движение в атмосфере при помощи парашютной системы. Стабилизирующий, а затем и основной парашют обеспечивают плавный спуск зонда до высоты около 50 км. Во время спуска на парашюте аэростатный контейнер автоматически разрезается специальным резаком на две половины. Нижняя, выполняющая роль балласта, опускается и вытаскивает из контейнера оболочку аэростата и гондолу. Затем по команде должен сработать пироклапан баллона со сжатым газом, и оболочка начнет наполняться. Как только она надуется полностью, трубопровод, по которому поступал газ, будет перекрыт, загерметизирован и обрезан, после чего парашют вместе с системой наполнения отделится от аэростата. Зонд начнет самостоятельный полет.

Система, как видите, очень непростая, и конечно, перед отправкой космической экспедиции к комете ее необходимо было неоднократно проверить в действии. В немалой степени помог сделать это опыт, накопленный в предыдущих межпланетных экспедициях. Например, когда готовилась экспедиция на Луну с доставкой туда первого лунохода, на Земле был создан специальный полигон с лунным рельефом, где были проведены ходовые испытания.

По такому же пути пошли специалисты и при подготовке экспедиции «Вега». Сначала конструкторы воссоздали венерианскую жару, давление и характерные для Венеры условия в специальных камерах, испытали в них отдельные узлы и детали. Затем настала пора натурных экспериментов.

На основании данных, доставленных на Землю во время работы предыдущих венерианских экспедиций, известно было, что на высотах порядка 50 км на Венере такое же атмосферное давление, как и на Земле. Поэтому заключительные испытания венерианского

аэростатного зонда удалось провести в земной атмосфере. Контейнер сбросили с летательного аппарата, и по команде программного устройства аэростат развернулся в полном соответствии с программой.

Как уже сказано, приняв и передав на Землю информацию от зонда и спускаемых аппаратов, станции должны были продолжить свой путь к комете Галлея. Им предстояло пролететь сквозь кому — пылевое облако кометы — с относительной скоростью около 80 км в секунду. При такой скорости пылевая среда в кометной атмосфере представляет собой серьезную опасность. Даже мелкие пылинки (не говоря уже о метеоритах), ударяясь об обшивку зонда, должны нагревать ее, как показывали расчеты, до 500 тыс. градусов, создавая давление до 100 млн. атм. И чтобы уцелеть, космический аппарат должен был иметь достаточно мощную броню. Создание ее, естественно, повлекло бы уменьшение массы, отведенной для научной аппаратуры. Поэтому ученые выбрали иной путь защиты зондов.

Вместо брони решено было создать облегченные многослойные экраны. При попадании пылевой частицы в первый экран, как предположили ученые, она, скорее всего, пробьет его, но при этом сама испарится. Второй экран останется неповрежденным. Вероятность попадания второй частицы в пробитое отверстие крайне мала, тем не менее в самых жизненно важных местах станции была установлена трехслойная защита. Инженеры отказались также от записи научной информации на запоминающие устройства, как это обычно делалось, и перешли на прямую трансляцию данных измерений на Землю. И это, как ни парадоксально, служило повышению надежности выполнения проекта: если суждено было аппарату получить повреждения на близком расстоянии от ядра, значительная часть информации оказалась бы уже принята на Земле.

Такой порядок работы станции, в свою очередь, заставил инженеров разработать систему, которая постоянно ориентировала бы остронаправленную антенну на Землю. А часть научной аппаратуры, предназначенной для изучения кометы оптическими методами, перенесли на поворотную платформу, специально разработанную для этой цели. Таким образом, на ядро кометы должны были постоянно быть нацелены спектрометры и телекамеры, снабженные микро-ЭВМ. С расстояния

10 тыс. километров последним предстояло различить детали ядра размером 180—200 м. Невиданная доселе разрешающая способности!

Кроме видеозаписи, на телекамеры возложили еще одну задачу — управление поворотной платформой, чтобы установленные на ней измерительные приборы не потеряли из поля зрения ядро кометы. А на случай, если полет внутри пылевого облака помешает работе оптической системе наведения, в конструкцию ввели еще систему стабилизации положения в пространстве с помощью гироскопа.

Так, шаг за шагом ученые и конструкторы решали задачи, возникавшие при подготовке проекта. Наконец, «Веги» стартовали, и с полной нагрузкой заработали вычислительные центры, еще и еще раз выверяя правильность траектории полета, подготавливая команды на коррекцию трассы, готовясь к сеансам связи. Только на территории Советского Союза прием научной информации осуществляли радиотелескопы Евпатории, Уссурийска, Медвежьих озер, Пущина, Сименза и Улан-Удэ. Всего же в приеме информации от космических разведчиков, направленных к редкой гостье, участвовало около 20 радиотелескопов всего мира.

Поначалу каждая группа исследователей решала свою задачу индивидуально, но постепенно специалисты разных стран установили между собой тесные научные и дружественные контакты. Проект «Вега», в котором вместе с советскими учеными и специалистами приняли участие представители Австрии, НРБ, ГДР, ВНР, ПНР, Франции, ЧССР и ФРГ, органично стал частью международной программы исследования кометы Галлея. Более того, в результате содружества родился еще один проект, получивший название «Локман». Суть его заключалась в том, что «Веги» передали на Землю информацию, которая была затем использована для более точного нацеливания аппарата «Джотто» на ядро кометы. По начальному плану советские ученые обязались передать обработанные данные через 48 ч после пролета «Веги-1». Западноевропейские ученые попросили сократить этот срок до 32 ч. В результате были изысканы возможности, и данные передали еще раньше — через 26 ч.

Благодаря этому автоматическая станция «Джотто» по своевременно скорректированной траектории прошла

вдвое ближе к ядру кометы — на расстоянии всего 500 км. Но вернемся к проекту «Вега».

«Вега-1» и «Вега-2» сделали и передали на Землю свыше 1000 цветных изображений, показав комету Галлея с разных точек, и первыми принесли неожиданную для ученых информацию. В частности, о том, что опасность повреждения аппаратов пылевыми частицами была преувеличена. Сквозь кому станции пролетели без особых повреждений, хотя частицы и бомбардировали панели солнечных батарей, — это зафиксировали приборы.

Вот еще одна неожиданность: оказалось, у ядра кометы нет четких границ, оно походит на кипящий котел. Некоторые ученые предположили даже, что вместо единого твердого ядра внутри пылевого облака может оказаться несколько обломков, однако это оказалось все же не так.

Японские аппараты, запущенные к комете по проекту «Планета А», позволили выяснить, что ядро у кометы существует, а нечеткость, размытость его — результат вращения. Скорость вращения, правда, невелика — всего один оборот за двое суток, но даже этого оказалось бы достаточно, чтобы осколки, существование которых заподозрили, разлетелись бы в стороны. Так что оставалось предположить: ядро все же цельное, как и предсказывала упомянутая в начале классическая гипотеза о строении комет.

Подтвердила эту гипотезу и информацию «Джотто», сфотографировавшего ядро с близкого расстояния. На снимках оно напоминает картофелину длиной 11 км и в поперечнике около 7 км. На ядре отчетливо видны кратеры и холмы.

Исследования принесли много новых данных о комете Галлея, которые еще предстоит осмыслить. Но есть и не менее важный итог этой работы: она показала пример содружества, мирного сотрудничества в космосе.

ПРОНИКАЯ В ТАЙНЫ ЖИВЫХ КЛЕТОК

У слова «мембрана» много значений. В теории упругости так называют закрепленную по контуру бесконечно тонкую пленку, модуль упругости которой в перпендикулярном направлении равен нулю. В технике мембрана — это тонкая пленка или пластина, в биоло-

гии — «белково-липидная структура молекулярных размеров, расположенная на поверхности клетки».

О мембранах биологических и пойдет разговор. Как уже сказано, они располагаются на поверхности клеток или служат перегородками между ними.

Все клетки, как известно, на 80% состоят из воды. И не будь мембран, люди и животные вряд ли отличались бы физической активностью от медуз. Утверждение это может показаться смелым, но в ряду высказываний специалистов оно не так уж вызывающе.

Как считают ученые, в основе развития наук о жизни на Земле лежат проблемы наследственности и взаимодействия животных и растений с внешним миром. Организмы потребляют энергию солнца, перерабатывают пищу, улавливают внешние воздействия... Все связи, внешние и внутренние, в живых организмах координируют именно биологические мембраны.

Как же они работают? Ответ на этот вопрос проясняет многие другие: например, как работают желудок, сердце, легкие, какая связь между работой сердца и желудка, как устроено цветовое зрение...

Как удалось установить, в мембранах молекулы липидов довольно плотно прилегают друг к другу в продольном направлении, а в поперечном их электрически заряженные частицы выставлены в окружающую водную среду. Хвосты же молекул обращены друг к другу. Двойной слой липидов и составляет основу биологической мембраны — эластичной пленки с толщиной всего десятков микрометров.

Как отмечают специалисты, из всех образных сравнений больше всего подходит к биологическим мембранам такое: мембрана — это плотина, поддерживающая высокую разницу градиентов концентраций. Откуда такая способность?

Все жизненные отделы клетки как бы упакованы в соответствующие мембранные мешочки. А материал стенок мембран, как установили ученые, содержат в себе белковые системы, способные отсекают поступающие извне вещества. Но при этом, конечно, химические вещества могут проникать сквозь мембраны. Ведь мембрана — не герметичный затвор, а плотина. Если концентрация вещества вокруг клетки выше, нежели внутри, то липиды мембраны могут растворить это вещество в себе, захватить и перенести его внутрь клетки могут спе-

циальные переносчики мембраны. Но в случае опасности механизм этот может сработать, и наоборот; клетка израсходует часть энергии, но ненужное вещество вытолкнет из себя, если даже снаружи его концентрация выше, чем внутри, или же затянет нужное вещество в себя, если даже снаружи его меньше, чем в самой клетке. Для этого как клеточные, так и внутриклеточные мембраны содержат в себе своеобразные биологические насосы, работающие с довольно высоким коэффициентом полезного действия.

Механизм работы этих насосов довольно интересен. Натриевый насос, например, выбрасывает ионы натрия в среду, где этих ионов довольно много, а взамен захватывает ионы калия и втягивает в клетку, если даже их много внутри. Аналогично работают и другие отделы клетки, гарантируя ей надежное снабжение.

Конечно, работать в полной изоляции друг от друга клетки не могут. Им нужно поддерживать связь. Функции связников выполняют клетки-рецепторы, которые благодаря устройству мембран способны реагировать на звук, давление, температуру, запах, т. е. эти клетки принимают информацию. Далее следует передать ее по назначению. И это тоже делают мембраны — мембраны нервных клеток и их отростков-аксонов, которым нервные клетки передают импульсы и где выделяются химические вещества, управляющие деятельностью очередной клетки-передатчика; эти вещества либо активизируют процесс передачи информации, либо тормозят его.

Перечисленные процессы невозможны без поступления энергии, а поставляют ее клеткам все те же мембраны. Процесс этот особенно интересует ученых. Ведь проблема добычи энергии — проблема жизненно важная для человечества. Поэтому процесс преобразования солнечной энергии клеточными мембранами растений в электрическую давно и тщательно изучают. Вот что удалось выяснить.

Для приема солнечной энергии растения использу-

За цикл работ «Принципы функционирования транспортных систем биологических и модельных мембран и создание селективных ионометрических устройств», опубликованных в 1967—1984 гг., Государственная премия СССР присуждена Н. Г. Абдулаеву, Ю. А. Чизмаджеву, В. С. Маркину, М. М. Шульцу, А. А. Льву, О. К. Стефановой.

ют мембранные частицы, называемые хлоропластами, внутри которых, как удалось установить, расположены белковые соединения, осуществляющие фотосинтез. Непосредственно лучистую энергию улавливают частицы зеленого пигмента хлорофилла. Поглощение им фотонов света сопровождается отрывом электронов, которые далее попадают в мембранные белки, где энергию возбуждения электронов аккумулирует АТФ — аденозинтрифосфорная кислота.

В клетках животных процесс извлечения энергии, полученной в результате окисления пищи, происходит иначе. Энергостанции клеток животных — это сложно устроенные мембранные частицы митохондрии. Именно в них, как считают ученые, происходит синтез АТФ.

Иногда можно услышать расхожее мнение о том, что все болезни происходят от нарушения нервной деятельности. Нет смысла с этим спорить. Но нельзя в то же время не прислушаться к мнению специалистов о том, что многие болезни так или иначе связаны с патологией клеточных мембран. Пока рано говорить, где причина, а где следствие, но эксперименты показывают: у больных стенок кровеносных сосудов или мембран клеток сердца, когда реальна опасность инфаркта, чрезмерное электрическое сопротивление, что связывают, кстати, с нарушением движения транспортных мембранных белков. Давно известно и то, что в клетках злокачественных опухолей нарушена липидная конструкция остова мембран. А недавно получено доказательство того, что и причина гипертонической болезни связана с нарушением строения мембран клеток.

Обнаруженным закономерностям строения мембран и их свойствам посвящены многие книги. Но не менее важен вопрос о том, какую практическую пользу приносят сегодня эти исследования.

Нередко случается так, что результаты фундаментальных исследований многие годы остаются в копилке знаний человечества, не приносят конкретной, сиюминутной пользы. В данном случае путь от открытий к практическому их применению оказался не только короток, но и «получил» множество разветвлений, каждое из которых имеет огромное значение. Расскажем о некоторых.

Пока человек здоров, он не замечает, что ритмично бьется сердце, ритмично работают легкие, насыщая

стички. Если пересчитать это на скорость вычислений обычной цифровой вычислительной машины, получится весьма неплохое быстродействие — миллион операций в секунду. Обычный же компьютер, как сказано, с нелинейными задачами справляется неважно и при большем быстродействии. И это — если волна движется со скоростью всего лишь в одну десятую миллиметра в секунду. А ведь движение может быть и быстрее — скорость распространения волны зависит от химических веществ.

Процессор для компьютера — один из двух самых важных узлов. Но что может он без памяти, в которой машина хранила бы программу вычислений и результаты промежуточных расчетов? Можно ли создать для органического процессора органическую память? Исследования ученых позволяют ответить на этот вопрос положительно. А героем этих исследований стал белок, обнаруженный у бактерий, живущих в соленых озерах.

Этот белок очень похож на родопсин — белок, входящий в состав сетчатки глаза. Родопсин играет основную роль в преобразовании зрительной информации в электрические импульсы, которые с высокой точностью несут в мозг информацию о размерах, форме и цвете окружающих нас предметов. Именно родопсину обязаны мы тем, что видим зеленый лес, оранжево-красное солнце, можем прочесть книгу или посмотреть кинофильм. Но зачем нужен подобный белок микроскопическим слепым организмам? Ученые установили: с его помощью бактерии превращают в необходимую для жизни химическую энергию свет солнца.

Не так давно этот белок за сходство с родопсином глаза его называли бактериородопсином сумели выделить в чистом виде. Исследования показали, что, как и родопсин, белок разлагается на свету и восстанавливается в темноте. Разлагаясь, меняет цвет, восстанавливаясь, возвращает исходную окраску. Это свойство бактериородопсина навело на мысль о создании на его основе нового фотоматериала, не содержащего дефицитного серебра.

Работы над созданием так называемой бессеребряной фотографии идут сегодня в различных направлениях. Есть попытки заменить серебро фотопленки другими металлами и соединениями, пробуют ученые фотографировать и с помощью магнитных материалов. Но

окончательно проблема еще не решена. Использование бактериородопсина с его высокой чувствительностью — чувствительностью глаза! — может оказаться, как считают ученые, вполне оправданным. Конечно, на первых порах бактериородопсин, полученный в лабораторных условиях, будет недешев. Но бактерии можно научить размножаться, и со временем производство светочувствительного белка можно поставить на промышленную основу, как произошло с производством инсулина.

Дальнейшие исследования открыли новые перспективы использования бактериородопсина для бессеребряной фотографии — исследователям удалось получить из обезвоженного особым образом бактериородопсина тонкие пленки, напоминающие светочувствительный слой обыкновенной серебряной фотопленки. Сравнение их оказалось не в пользу последней. Изображение на бактериородопсине можно записывать, стирать, записывать вновь и снова стирать, что невозможно на серебряной фотоэмульсии. Качество же изображения, зафиксированного на бактериородопсине, тоже во много раз выше. Каждая его частичка в пленке имеет размер всего 40 ангстрем — в сотни раз меньше, чем частицы фотоэмульсии. Изображение на них получается как бы плотнее, поэтому можно записать гораздо больше информации.

Здесь стоит напомнить, что изображение — это тоже информация, и в принципе неважно, как ее записывать — на ферритовые кольца, магнитную ленту или фотопластинку. Главное, плотность записи должна быть как можно выше. А в этом, выяснили ученые, с бактериородопсином не могут соперничать даже магнитные диски памяти, которые используют в современных компьютерах. Причем запись и перезапись информации на диск, покрытый белковой фотоэмульсией, можно осуществлять почти столь же быстро, как на магнитный, и она надежно будет храниться несколько месяцев. Для ЭВМ этот срок вполне достаточен.

Так, исследования оптических свойств бактериородопсина помогли найти перспективный материал для памяти вычислительных машин. Но это не все. Ведь, по сути, открыт еще и органический преобразователь света в электричество. Вместо того чтобы добывать полупроводниковые материалы, очищать их до высокой степени, человек получает возможность использовать

материал, который в любом количестве может предоставить живая природа. И уже сегодня начаты работы по созданию «живых» солнечных электростанций...

НАДЕЖНА И ЭКОНОМИЧНА

Схема, на которой изображены все электростанции и линии электропередач нашей страны, имеет высоту около 5 м и длину более 15 м. Обилие электростанций и линий электропередач легко объяснимо. Страна наша огромна, и природа распределила по ее территории энергоресурсы весьма неравномерно, щедро оделив ими, например, Сибирь, Приволжье и позабыв, скажем, о Средней Азии. Так что устранять эту несправедливость пришлось человеку, прокладывая новые и новые линии электропередач и объединяя их в единую систему.

Специалисты хорошо знают: чем сложнее система, тем ниже ее надежность. Это правило относится и к системам энергетическим. Свидетельством тому аварии энергосистем, в последние годы оставлявшие без энергии такие города, как Нью-Йорк, Париж, Стокгольм, Монреаль, Брюссель...

Если брать всю историю человечества, то можно сказать, что электрическая энергия лишь недавно поступила ему на службу, но тем не менее обойтись без электричества человек сегодня уже не в состоянии. И аварии, ведущие к перебоям в энергоснабжении, грозят неисчислимыми бедствиями. Останавливается электротранспорт, перевозящий в крупных городах сотни тысяч, а то и миллионы людей ежедневно, нарушается водоснабжение, останавливают работу фабрики и заводы, продукцию которых зачастую ждут тысячи других предприятий. Город, оставшийся без энергии, становится источником экономического хаоса, иногда распространяющегося и на всю страну.

В Советском Союзе крупных аварий не было более десяти лет. Это стало возможным благодаря тому, что управление работой всех электростанций страны централизовано. Его осуществляет Центр диспетчерского управления Единой энергосистемой.

Конечно, полностью исключить аварии пока не удалось, и вряд ли это станет возможно в обозримом будущем. Хотя и называют человека покорителем природы, стихия есть стихия. Сильные ураганы, сверхмощные

молнии, наводнения... В арсенале природы достаточно способов вызывать аварии. Но хотя и мало энергетикам радости, когда под натиском ветра валятся опоры линий электропередач или пробивает их изоляцию грозовой разряд, такие аварии не столь уже страшны. Куда опаснее аварии каскадные, когда узлы системы выходят из строя один за другим, как падают расставленные на столе костяшки домино.

Как говорит накопленный опыт, каскадные аварии происходят всегда ~~из-за~~ недостатка информации — о состоянии линий электропередач, причинах локальной аварии, состоянии агрегатов на электростанциях. Там что создание системы диспетчерского управления энергосистемой страны стало, по сути, созданием автоматизированной системы, способной собирать и с высокой скоростью обрабатывать информацию.

Сегодня диспетчер может запросить из памяти электронной вычислительной машины около тысячи параметров, характеризующих состояние дел на любой из девяти крупных энергосистем страны, скажем, Юга, Средней Волги, Сибири, а при необходимости — о работе любой самой маленькой электростанции, причем информация в памяти ЭВМ обновляется каждые десять секунд. В памяти компьютера хранится и график энергоснабжения различных регионов страны. Эта информация может быть сразу же использована для принятия решения в любой ситуации.

В диспетчерской для получения информации установлены семь дисплеев, или, как их еще называют, телеиндикаторов. На одном из них — сведения о мощности крупнейших станций, данные о потреблении энергии различными регионами, данные о нагрузках тепловых и атомных электростанций, о напряжении в сетях и о частоте тока.

За частотой тока установлен особо строгий контроль. Ведь потоки электроэнергии разных регионов можно

За разработку теории и методов управления режимами электроэнергетических систем и их применение в автоматизированных системах диспетчерского управления ЕЭЭС СССР Государственная премия СССР присуждена Ю. Н. Руденко, А. З. Гамму, М. Н. Рязанову, Н. И. Воропаю, Л. А. Крумму, Л. Г. Мамиконянцу, К. Г. Митюшкину, В. А. Семенову, В. Г. Орнову, С. А. Савалову, Ф. З. Фазылову, В. М. Горыштейну.

слить воедино лишь в том случае, если их частота совпадает с высокой точностью.

Параметрами, выведенными на первый дисплей, диспетчер пользуется постоянно в процессе работы. Другой телеиндикатор показывает таблицу с балансом мощности всей системы для каждого региона.

Еще два дисплея подключены непосредственно к управляющим ЭВМ, которые регулируют частоту и мощность в системе. Эти две машины управляют тремя крупнейшими электростанциями Волжско-Камского каскада, являющимися наиболее мобильным резервом диспетчера. Их энергия помогает поддерживать баланс мощности в системе.

Отсюда, с главного диспетчерского пульта, вычислительные машины передают команды на диспетчерские пульта низшего уровня, а они — в энергосистемы и на отдельные электростанции. Если характер режима неожиданно усложняется и диспетчеру не хватает опыта, а инструкцией сложившееся положение не предусмотрено, он обращается за помощью к вычислительной машине. Она пробует несколько вариантов решения на математической модели, которая заложена в память, и выбирает из них наиболее подходящий.

Если времени на ожидание у диспетчера нет, в работу вступает программа, получившая название «советчик диспетчера». Суть этой программы в том, что машина, проанализировав сложившуюся ситуацию, советует, например, каких потребителей можно отключить, на каких электростанциях поднять нагрузку, чтобы ввести режим в норму.

Когда ситуация в системе меняется очень быстро, скорость обновления информации можно повысить до 1—2 с вместо 10. В этом случае ЭВМ, которые обычно дублируют друг друга, начинают работать самостоятельно, контролируя порознь частоту и перетоки мощности электропередач между системами. В случае отклонения от заданных параметров они автоматически выправляют положение с помощью тех же электростанций Волжско-Камского каскада, которые имеют резерв мощности.

Пока в распоряжении диспетчера сосредоточена информация, в основном о производстве электроэнергии, но вскоре возможности автоматизированной системы будут расширены: появится и информация о крупных ее

потребителях — заводах, комбинатах. И это, как считают специалисты, послужит делу экономии энергоресурсов. Речь, конечно, не о том, чтобы тот или иной потребитель время от времени подвергался, так сказать, энергетическому штрафу. Точный контроль расхода электроэнергии поможет установить обратную связь, позволит узнать предприятию, сколько оно потребляет, и сопоставить с реальными нуждами, чтобы затем выявить причины потерь. И это тоже послужит на пользу надежному энергоснабжению страны.

МАГНИТНО-СПИНОВЫЕ ЭФФЕКТЫ В ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЯХ

В арсенале химиков немало надежных инструментов для воздействия на химические реакции. Их научились ускорять и замедлять с помощью тепла, света, давления, радиоактивного излучения. Недавно удалось синтезировать ряд полимеров из химических веществ, устойчиво признанных неполимеризуемыми. Сделать это сумели с помощью нового способа, получившего название «давление плюс сдвиг». При этом вне круга интересов химиков традиционно оставались вопросы влияния магнитных полей на химические превращения. И этому есть объяснение.

Энергия, которую могут сообщить дополнительно реакции даже самые сильные на сегодня магнитные поля, в сотни тысяч, а то и в миллионы раз меньше энергии теплового движения молекул вещества и в сотни миллионов раз меньше тех энергий, что необходимы для прохождения химических реакций. Эти цифры давали немало оснований пренебрегать влиянием как внешних магнитных полей, так и полей, присущих атомам самого вещества.

Ученых Института химической кинетики Сибирского отделения АН СССР и Института химической физики Академии наук СССР анализ скорости реакций химических радикалов заставил пересмотреть точку зрения на взаимодействие химической реакции с магнитным полем.

Химические радикалы, как известно, — это организаторы и проводники химических реакций. От того, какие радикалы образуются и в каких они участвуют реакциях, зависят направление и скорость последних, то,

какие вещества и в каких количествах образуются в конечном итоге. Нетрудно предположить, что одни и те же радикалы в одних и тех же реакциях ведут себя одинаково. И тем не менее, как показали исследования, при одном и том же химическом составе радикалы, содержащие ядра углерода ^{12}C и точно такие же, с точки зрения химии, но с ядрами ^{13}C , реагируют с различными скоростями. Подобные отличия обнаружили и у идентичных химических радикалов, содержащих ядра ^{16}O и ^{17}O .

Исследовав причины различного поведения радикалов, ученые пришли к выводу о том, что различия в химической активности обусловлены именно магнитными свойствами. Ведь изотопы с нечетными атомными массами из-за наличия так называемого неспаренного электрона (о нем будет сказано чуть позже) обладают магнитными свойствами. Это предположение было подтверждено и теоретически. Вот какой механизм влияния магнитных свойств на скорость и ход химических реакций удалось обнаружить ученым.

Исследователи отталкивались от общеизвестного факта: электроны и ядра атомов — это квантовые волчки, имеющие вращательные моменты с определенной ориентацией оси вращения, подобно гироскопам. В каждом радикале содержится множество квантовых волчков, но их вращательные моменты взаимно компенсируются. Лишь один электрон может обладать нескомпенсированным вращательным моментом — его и называют неспаренным электроном. При встрече двух радикалов направления вращательных моментов их квантовых волчков могут либо совпадать, либо быть взаимно противоположны. Третьего не дано. Если направления моментов противоположны, радикалы могут объединиться. Если же они совпадают — химическая связь не образуется и реакция невозможна. Однако это справедливо лишь для немагнитных ядер. Каждый электронный волчок — это еще и сверхминиатюрный магнит. Если подобный магнит есть и во встретившемся радикале, их поля так переориентируют молекулы, что взаимодействие станет возможным.

Получается, что благодаря электрон-ядерному магнитному взаимодействию происходит своеобразная сортировка радикалов: те, ядра которых обладают магнитными свойствами, образуют одни химические продукты,

а радикалы, которые не имеют магнитных ядер и, следовательно, лишены возможности объединяться между собой, образуют некие другие вещества. Таким образом, в полном смысле слова ничтожно малые магнитные поля атомов оказывают огромные влияния на ход химических реакций, разрешая одни и запрещая другие.

Это, в свою очередь, означает, что на ход химических реакций можно влиять и с помощью внешних магнитных полей. И здесь с полной уверенностью следует говорить о новых перспективах управления химическими реакциями, о рождении нового направления развития химической технологии.

В то же время открытие новых эффектов имеет значение и для смежных наук, в частности для геохимии и космохимии. Оно намечает пути решения проблем происхождения и химической эволюции природных тел — руд, минералов, нефти, метеоритов. Ведь химическая эволюция — это совокупность огромного числа химических реакций, среди которых, без сомнения, могли идти и такие, что сортировали магнитные и немагнитные ядра в течение миллионов лет. Анализируя теперь изотопные аномалии, т. е. дошедшие до нас следы этой сортировки, сегодня можно восстанавливать, реставрировать пути химической эволюции и судьбы вещества в природе.

Другое важное следствие магнитного изотопного эффекта — обнаруженное свойство радикальных химических элементов генерировать электромагнитные волны в радиочастотном диапазоне. Этой работе предшествовало создание химических лазеров, важность которых для науки и практики заставляет сказать о них чуть подробнее.

Обычному лазеру — газовому, твердотельному и т. п. — для работы, как известно, требуется электроэнергия. Производится она большей частью на тепловых электростанциях. Поэтому можно представить себе такую цепочку превращений химической энергии топлива в энергию излучения: прежде всего сжигают природный газ или уголь. Энергия горения превращает воду в пар.

За цикл работ «Магнитно-спиновые эффекты в химических реакциях», опубликованных в 1973—1984 гг., Ленинская премия присуждена Ю. Н. Молину, Р. З. Сагдееву, К. М. Салихову, А. Л. Бучаченко, Е. Л. Франкевичу.

Пар, в свою очередь, вращает турбину, турбина — электрогенератор, вырабатывающий электрический ток. Только в лазере электрическая энергия превращается наконец в энергию излучения.

На каждом из перечисленных преобразований неизбежны потери. Поэтому схема «химическая энергия — энергия излучения» издавна представлялась химикам и физикам образцом простоты и экономичности, к которому необходимо стремиться. К тому же расчеты показывали, что химические источники энергии обладают большей энергоемкостью, нежели любые другие, что дает основание надеяться на создание автономных лазеров, которые могли бы длительное время работать в самых разных условиях, а не только в стенах лабораторий или цехов, как лазеры стационарные.

Для создания химического лазера в первую очередь необходимо было выбрать активную среду. Фотоны света излучают и горящий в топке уголь, и заженная спичка. Да и любое пламя можно в принципе назвать плазмой. Но от плазмы, скажем, в газовом лазере ее существенно отличает то обстоятельство, что она не организована, хаотична. В лазере же электрический ток ионизирует и организует молекулы активной среды, возбуждает в них колебания одной частоты. Эта, так сказать, колебательная энергия всех молекул и придает лазерному излучению особые свойства — высокую стабильность частоты, когерентность. Колебательно возбужденные молекулы образуются практически в любой плазме, даже в пламени той же обыденной спички. Однако там их очень и очень мало; подавляющее большинство молекул все же движется хаотично. Так что на пламени спички или даже специальной пирамидки, которую, как помнит уважаемый читатель, использовал герой романа А. Толстого инженер Гарин, химический лазер не построить. Для генерации энергии нужна такая химическая реакция, что шла бы не только с большим выделением тепла, но и поставляла бы большое количество колебательно возбужденных молекул.

Исследовав различные химические реакции, ученые Института химической физики АН СССР и Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР остановились на реакциях, получивших название цепных. Отличительная их особенность в том, что они идут самопро-

извольно, однажды возникнув. Вот пример такой реакции.

Если разбить, к примеру, каким-либо образом хотя бы одну молекулу хлора в водородной среде на атомы (хлор существует обычно в природе в виде молекул, каждая из которых объединяет два атома), то они мгновенно вступят в реакцию с атомами водорода. В результате образуются колебательно заряженные молекулы и новые атомы хлора, также готовые вступить в реакцию.

Эту реакцию и попробовали использовать для генерации когерентного излучения. Для разложения хлора использовали ультрафиолетовое излучение. Лазер в эксперименте заработал. Однако когда сопоставили энергию полученного на его выходе излучения и ту, что была затрачена на накачку (энергия, потребленная ультрафиолетовой лампой), оказалось, что коэффициент полезного действия чрезвычайно низок. Лишь сотые доли затраченной мощности вернулись в виде излучения.

Как показали исследования, эффективность лазера была мала из-за теплового движения частиц. Хаотичные колебания молекул как бы глушили колебания организованные, чтобы поддерживать их, и проходило постоянно расходовать электроэнергию. Необходимо было искать другую реакцию, такую, что образовывала бы нужные молекулы быстрее, нежели происходит затухание их колебаний. Таковой оказалась реакция фтора и водорода.

Стоит отметить, что такие сложности пришлось преодолеть ученым, чтобы вызвать генерацию молекул на их собственной резонансной частоте. Однако до времени, предшествующего этой работе, не было сколько-нибудь обоснованных представлений о том, могут ли химические реакции порождать радиоизлучение, отличное от термодинамически равновесного, которое свойственно любому предмету, если температура его выше абсолютного нуля.

Но в то же время работы по созданию химических лазеров дали основания предположить, что с помощью внешнего магнитного поля возможно так перестроить энергетические уровни молекул и атомов, что переход их от одного энергетического состояния к другому будет сопровождать выделение энергии именно в радиочастотном диапазоне.

Это предположение не случайно вызвало большой

научный и практический интерес: возможность дистанционно, без сложных анализов следить за химическими реакциями и их результатами, как полагали, позволит усовершенствовать и ускорить процессы их контроля, даст возможность оперативного вмешательства в процессы синтеза, что сделает производство более гибким. Не исключалась и возможность того, что с помощью электромагнитных полей радиочастотного диапазона станет возможным и управлять реакциями. Поэтому на первых полях ученые попытались создать условия для того, чтобы химическая реакция дала знать о себе радиоизлучением.

Попытки использовать магнитное поле для возбуждения радиоизлучений не привели к успеху, как и попытки обнаружить радиоизлучение с помощью высокочувствительной радиоаппаратуры.

Задачу удалось решить с помощью принципа резонансного усиления. Как вы помните, наверное, читатель, в лазерах, чтобы сделать усиление света как можно большим, активную среду заключают между двух зеркал, одно из которых полупрозрачно. Зеркала отражают фотоны, заставляя большую их часть снова и снова проходить по трубке-резонатору, отчего световой поток набирает нужную силу и выходит на режим стационарной генерации.

В эксперименте пробирку со смесью веществ, вступающих в реакцию при воздействии света, поместили в поле постоянного магнита и ввели в катушку колебательного контура. Контур же настроили в точности на предварительно вычисленную частоту, соответствующую частоте квантов энергии, которые должны были высвободиться в результате энергетических превращений.

Расчет здесь был на то, что если в ходе реакции зародится хоть слабое радиоизлучение, то произойдет резонанс и радиосигнал, порожденный реакцией, многократно усилится.

Пробирку с реагентами осветили, в ней пошла фотохимическая реакция, и приборы показали, что ток в контуре заметно усилился. Радиоизлучение пошло!

Не меньшая награда за настойчивость ждала исследователей и в дальнейших экспериментах. Когда от пробирок они перешли к большим объемам реагентов, стали выяснять, что в этом случае отпадает необходимость и в контуре-резонаторе. По мере увеличения размеров

реактора, как стало ясно, растет и вероятность зарождения в нем квантов с нужной частотой излучения. И возможностей современной радиоприемной аппаратуры оказывается достаточно, чтобы зарегистрировать их присутствие.

Сегодня можно уже говорить о практических результатах этой фундаментальной работы. С 1965 г. — именно тогда впервые был обнаружен эффект влияния магнитного поля на химические реакции — он надежно продемонстрирован в огромном их числе. Найдена зависимость величины и знака эффекта от типа реакции, условий и режимов ее протекания, от напряженности магнитного поля. При этом измерялись выходы химических продуктов и скорости реакций, интенсивность излучения света органическими люминофорами, темновая и индуцированная светом проводимость органических полупроводников и даже фотосинтез зеленых листьев. Величина «магнитного эффекта» по выходу продуктов, излучению света или изменению проводимости достигала нескольких десятков процентов, а по скорости взаимодействия радикалов — даже сотен процентов.

Как можно видеть, новый инструмент управления химическими реакциями оказывается пригоден для решения задач на всех практически направлениях современной химии.

РАБОТАЕТ СЛУЖБА ПОГОДЫ

Метеорологи-«активщики». Этот термин появился сравнительно недавно, когда люди перешли, наконец, от наблюдения к непосредственному управлению погодой.

Относительно недавно польские специалисты предложили для борьбы с туманом использовать мощные ультразвуковые колебания. А ведь облака — это тот же туман, только не на земле, а в небе... И все же, чтобы научиться разгонять облака, необходимо было изучить их природу.

В наши дни Всемирная метеорологическая организация издает обзоры с описанием явлений погоды, которые повлекли за собой катастрофические последствия. Град в них зачастую занимает первое место. Ежегодно наносимый им сельскому хозяйству ущерб специалисты оценивают в сумму, равную 2 млрд. дол. Нетрудно предположить, что и раньше ущерб был не менее велик, и

это объясняет, почему к атмосфере с развитием авиации проявили интерес не только метеорологи, но и физики. Целая гамма теорий была создана в начале нашего века, а увенчала их фундаментальная теория Бергерона — Фундайзена, появившаяся в 30-х годах. Среди причин, вызывающих образование дождя и града, она выделяла и электрические, и гидродинамические силы притяжения, и разницу температур капель воды. Из этой теории следовало и то, что вместе с частицами воды в облаке должны содержаться и кристаллики льда.

Спустя еще десятилетие появилась теория ливней, а следом — и теория образования града. Научный потенциал был накоплен. Оставалось сделать качественно новый шаг — от исследований к активному воздействию на развитие облака.

Комплексные изыскания в этой области у нас в стране начали профессор В. Н. Оболенский и его сотрудники. Первые же эксперименты показали, что зачастую облачные системы существуют в неустойчивом равновесии, и в ряде случаев его способно нарушить введение сравнительно небольших количеств льдообразующих веществ. Нарушение же равновесия ведет как раз к выпадению осадков.

Исследователи отыскивали способы регулирования естественного развития облаков и осадков прежде всего именно для того, чтобы помочь сельскому хозяйству. Конечной своей целью они считали получение искусственного дождя и предотвращение градобития. Было принято даже решение о том, чтобы создать Институт искусственного дождя с центром в Москве и несколькими филиалами, но помешала война. Когда она закончилась, работы, начатые В. Н. Оболенским, развернулись сразу в институтах Москвы, Ленинграда, Тбилиси. Участие в них приняли и геофизики Эльбрусской экспедиции АН СССР (впоследствии на ее базе был образован

За разработку и внедрение в гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства методов и технических средств радиометеорологических наблюдений за облаками, осадками и опасными явлениями погоды Государственная премия СССР присуждена М. Т. Абшаеву, В. Д. Степаненко, Г. Б. Брылеву, Е. А. Бодрову, Ю. М. Бубнову, И. И. Бурцеву, А. А. Черникову, С. И. Ваксенбургу, Н. В. Горностаеву, Г. Ф. Шевеле, В. И. Мокшанову, М. В. Персикову, /

Высокогорный геофизический институт). И это было особенно важно для хода исследований.

Конус Эльбруса покрыт огромным массивом льда с общей площадью более 134 км². И именно он, словно гигантский холодильник, созданный природой, оказывает большое влияние на формирование погоды. По сути, ледник и являлся той кухней погоды, в которой «готовятся» облака, туманы, дожди и град. Это обстоятельство особенно благоприятствовало изучению облаков и натурным экспериментам по воздействию на них.

Как считают специалисты, облако — это одно из связующих звеньев в сложной цепи атмосферных процессов вообще. Не что либо готовое, как заметил в свое время французский метеоролог Дове, не продукт, а процесс. Все его существование — в непрерывном возникновении и исчезновении.

Чтобы подступиться к изучению подобного рода процессов, нужна немалая научная смелость. И геофизики проявили ее. Годы исследований — теоретических, лабораторных, натуральных — заняла эта работа. Наибольший интерес вызывали мощные кучевые облака. К моменту своей зрелости кучевое облако может достигать поистине гигантских размеров — 10, а то и 15 км в высоту при площади поперечного сечения в несколько сотен квадратных километров. Как уже сказано, облако — это туман. Но несмотря на это, масса запасенной облаком воды достигает миллиона тонн. А всего за время от рождения облака до исчезновения оно может вылить на землю до 10 млн. т осадков.

Как же образуется облако и какие процессы в нем происходят?

Вот что удалось установить ученым. Когда в нижних слоях атмосферы, у самой земли располагаются теплые массы воздуха, что бывает довольно часто, а в верхних — на высотах 4—7 км — оказываются холодные, что тоже не редкость, происходит своеобразное перемешивание: нижние массы как бы всплывают, вытесненные холодными. В результате, как удалось выяснить с помощью радиолокационных наблюдений за уравновешенными шарами-пилотами, в районе, где поднимаются теплые массы воздуха. Скорость потоков растет практически линейно с высотой и достигает максимального значения примерно к середине, после чего убывает при подходе к вершине.

Постепенно восходящие потоки сменяются нисходящими, и там, где поток начинает терять свою силу, начинаются самые важные процессы. Рассмотрим их.

В процессе подъема воздушные массы охлаждаются и достигают температуры 0°C . Водяные частицы постепенно оседают на ядрах конденсации — пылевидных частицах, во множестве присутствующих в атмосфере. Обозначается нижняя граница облака — почти невидимая грань, за которой водяной пар начинает превращаться в водяные капли. Вместе с восходящим потоком водяная облачная капля поднимается, минует точку максимальной скорости и начинает двигаться к области затухания потока. На определенной высоте сила тяжести, влекущая каплю вниз, и подъемная сила воздушного потока оказываются в точности равны, и капля как бы зависает в воздухе. Если скорость потока по каким-либо причинам становится выше, то возникает ценная реакция — капли начинают лопаться, разлетаться брызгами, каждая из которых дает начало новым образованиям, которые, в свою очередь, тоже лопаются, разбрызгиваются и вновь укрупняются до тех пор, пока их не вынесет в объем с температурой ниже нуля. Часть из них останется там в жидком переохлажденном состоянии, а часть замерзнет. Эта часть объема называется зоной аккумуляции. Когда она достигает высоты, где температура снижается до $18\text{--}20^{\circ}\text{C}$, начинается интенсивный рост ледяных кристаллов. Эти зародыши града забирают пар, окружающий переохлажденные капли, и растут, словно снежные, точнее, ледяные комья. Масса их растет, и это заставляет ледяные кристаллы опускаться вниз, а навстречу им восходящий поток несет другие капли воды. Они также намерзают на поверхность кристалликов льда, и те быстро достигают массы, при которой восходящий поток удержать их уже не в состоянии. И тогда колоссальная масса града и воды низвергается на землю, подавляя восходящий поток и превращая его в нисходящий.

Зона аккумуляции — та самая, образно говоря, копилка града и воды — превращается в зону выпадения, а на ее месте или рядом возникает новая зона аккумуляции. Очаг градообразования восстанавливается, поддерживаемый новыми восходящими потоками воздуха, и весь процесс начинается заново.

Если скорость перемещения градового очага незна-

чительна, то, как показали наблюдения, на земле остается большая полоса выпавшего града. Ее называют еще градовой дорожкой. Если скорости перемещения очага велики, т. е. облако быстро «разряжается», то град выпадает пятнами по курсу движения облака.

Энергия мощного кучевого облака, в котором генерируется град, столь значительна, что воздействовать на градообразование через восходящие потоки воздуха практически нереально. Но нужно ли это?

Как уже сказано, еще профессор В. Н. Оболенский заметил, что состояние облачных систем зачастую неустойчиво. Упорные наблюдения на новом уровне позволили уточнить: практически во всех случаях малозначимое энергетически вмешательство в атмосферные процессы может изменить ход их развития. И градовые облака — не исключение.

В конце 50-х — и начале 60-х годов нашего века прояснились и конкретные способы воздействия на градовые облака.

Первый — искусственное стимулирование кристаллизационных процессов в облаке и резкое увеличение концентрации зародышей града в зоне их естественного образования и роста. Другими словами, ученые предложили искусственно увеличить количество зародышей града. Как ни велико количество воды в облаке, но все же оно ограничено. Поэтому чем больше зародышей отберут на себя влагу, тем меньше будет каждая градинка. Выпав на землю, такой град причинить серьезный ущерб не может. Вероятно, что вместо града может выпасть и гораздо менее опасный ливень.

Был предложен и второй способ. Он заключался в том, что одновременно с увеличением количества зародышей ученые предложили ввести в облако и вещества — коагуляторы — гигроскопические вещества, наподобие поваренной соли.

Третий способ предполагал полную кристаллизацию переохлажденной части облака. Он мог бы гарантировать ликвидацию условий для роста градин.

Наконец, ученые связывали надежды с понижением траекторий движения растущих градин в облаке. Эффект, как предполагали, должен был проявиться в связи с тем, что резко возрастет концентрация капель в теплой части облака и соответственно уменьшится в холодной, где происходит градообразование.

Расчеты показали, что последние два способа чересчур дороги. Ученые остановились на двух первых.

Получалось, чтобы добиться желаемого, стоит лишь внести в облако дополнительную порцию ледяных кристаллов, которые как бы притянут воду. Но лед, размолотый на микроскопически малые частицы, для транспортировки очень неудобен. Причем заменить его другим веществом непросто: нужно такое, чтобы его структура напоминала структуру того же льда, иначе не будет сродства, которое заставит воду кристаллизоваться на искусственных центрах кристаллизации.

Исследовав различные вещества, ученые остановились на твердой углекислоте, шире известной как сухой лед, и йодистом серебре, которое напоминает лед размерами и системой кристаллической решетки. Один только грамм такого вещества содержит 10^{12} частичек.

Итак, способы воздействия на облака были найдены. Одновременно решались и вопросы обнаружения облаков. Об этом стоит поговорить подробнее.

Еще в 1897 г. изобретатель радио А. С. Попов установил во время опытов по радиосвязи на Балтийском море, что радиоволны имеют свойство отражаться от металлических предметов. К этому времени и относят зарождение радиолокации как науки. Со времен Попова в области радиолокации было сделано многое: изучены были свойства радиоволн и особенности их распространения, построены высокоточные устройства, способные на больших расстояниях регистрировать различные объекты.

Велись и попытки использовать радиолокационные методы для регистрации градовых облаков. К этому были предпосылки. В начале 50-х годов получил объяснение тот факт, что короткие волны — метровые, дециметровые и сантиметровые — можно принимать на расстояниях больших, нежели это следовало из теории дифракции. При некоторых условиях погоды подобные явления наблюдали: в атмосфере образовался своеобразный волновод, позволяющий волнам беспрепятственно проникать на расстояние, в десятки и сотни раз превышающее расстояние прямой видимости, на которое в обычных условиях распространяются ультракороткие волны. Но в данном случае сверхдальний прием образованием атмосферных волноводов объяснить было нельзя. Как показали исследования, явление это в ос-

новном связано с рассеянием радиоволн капельками воды и частицами льда в атмосфере. Зависимость степени рассеяния от состояния атмосферы оказалась довольно сложной: величина его пропорциональна количеству капель в единице объема, 6-й степени их диаметра и обратно пропорциональна 4-й степени длины волны. На экранах радиолокационных станций метрового диапазона оказалось возможным различать области выпадения дождя, а иногда и облака, состоящие из относительно крупных капель, области возникновения и перемещения гроз.

Точность существовавших приборов была все же недостаточна для регистрации на большом расстоянии единичных облаков, что необходимо было метеорологам, поэтому далее работа пошла по пути увеличения разрешающей способности аппаратуры. В частности, было использовано и свойство водяного пара, капель воды и кристалликов льда не только рассеивать, но и поглощать радиоволны. Кроме того, необходимо было повышать уровень математической обработки сигнала. Ведь выяснить, какой «отпечаток» на сигнал наложило рассеяние, а какой поглощение, весьма и весьма непросто.

Таким образом, создание противоградовых ракет (именно на ракетах остановились метеорологи, выбирая средства доставки реагента к облакам) шло одновременно с созданием средств регистрации облаков и обработки информации.

Сегодня широко используются специальные безосколочные снаряды «Эльбрус», ракеты ПГИ и «Облако».

ПГИ — это аббревиатура, которая расшифровывается как «противоградовое изделие». Напоминает ПГИ сильно увеличенную фейерверочную хлопушку, в передней части которой содержится некоторое количество йодистого серебра или йодистого свинца (это вещество также обладает структурой, сходной со структурой льда). Там же расположено небольшое количество взрывчатки, дробящей ракету в воздухе, как только она выполнит задачу. Дальнобойность ПГИ относительно невелика — около 4 км высоты способен набрать этот снаряд. Но польза от него оказалась немалой: с помощью ПГИ удалось не только проверить, но и убедительно подтвердить правильность выбранного пути и заметно снизить убытки на взятых под защиту сельскохозяйственных угодьях.

Для надвигающейся фронтальной грозы с большим количеством мощных облаков, о которой радиометеорологи способны предупредить сегодня за несколько сотен километров, оказалась очень эффективна большая противоградовая ракета «Облако». Радиус ее действия в несколько раз больше, чем у ПГИ, а масса реагента — в 20 раз (4 кг вместо 200 г.). Ракета эта относительно дорога, поэтому она снабжена парашютным устройством многократного действия. Это, кстати, позволяет использовать ее во многонаселенных районах. Стоит упомянуть еще и многоствольную ракетную установку «Алазань», способную запускать веером сразу серию ракет.

Но необходимо отметить: непосредственное воздействие на облака — последнее звено в длинной и сложной цепи работ. И в ней радиолокационные исследования занимают одно из важнейших мест. Ведь, согласитесь, «пальба по облакам» имела бы мало смысла, не будь вовремя обнаружено градовое облако, четко выделена зона, подлежащая засеву реагентом. Метеолокатор сегодня (как, впрочем, и раньше) — «глаза» активщиков. Сегодня на страже сельского хозяйства — метеорологический радиолокатор «Радиоград» (МРЛ-5), способный контролировать метеоситуацию на расстоянии до 300 км. О высоком техническом уровне этих радиолокаторов говорит тот факт, что они пользуются большим спросом за рубежом. «Радиограды» проданы в НРБ, ВНР, ЧССР, Финляндию, Аргентину, Югославию, Испанию и другие страны.

Радиолокационный метод обнаружения и распознавания градовых облаков продолжает совершенствоваться. Специалистам удалось использовать для повышения точности обнаружения зоны зарождения града явление, прежде мешавшее регистрации, — многократное отражение радиоволн от активной зоны. Это открывает возможность увидеть структуру радиолокационного отражения градоопасного облака и увеличить оперативность воздействия на градовые процессы.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ

Брошюры серии освещают проблемы, связанные с основными направлениями технического прогресса — автоматизацией производства, повышением надежности изделий, применением вычислительной техники, созданием новых технологий, новых методов контроля, научной организацией производства. Авторы брошюр прослеживают закономерности развития техники в эпоху научно-технической революции, обобщают передовой производственный опыт.

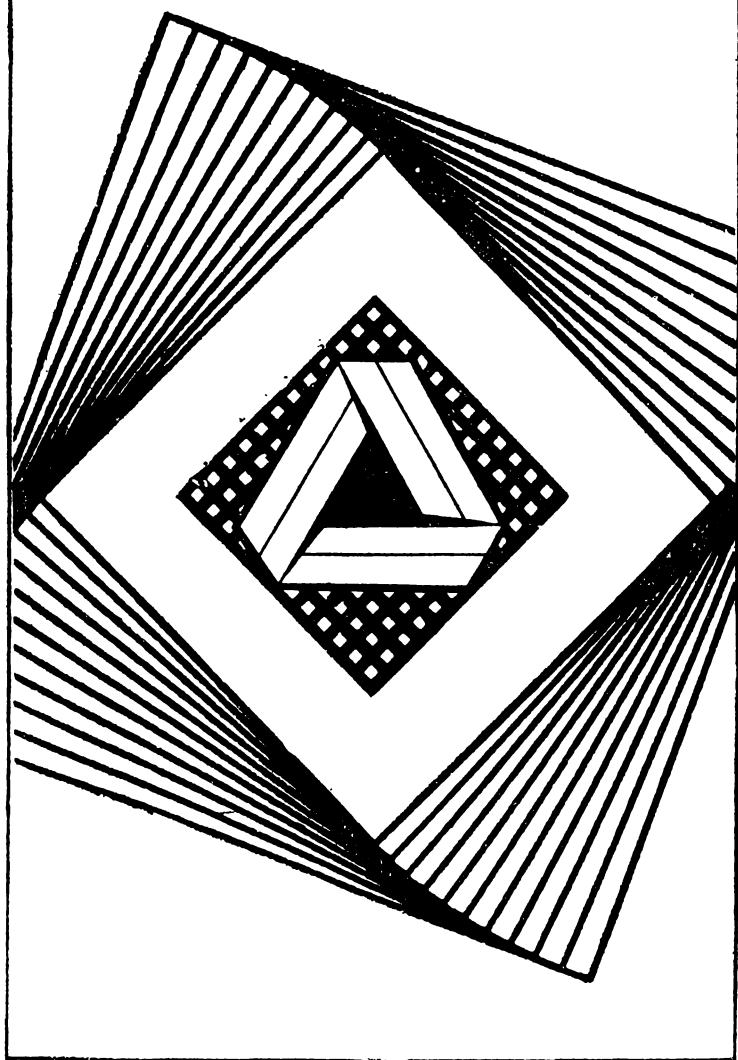
Серия рассчитана на специалистов различных отраслей народного хозяйства, лекторов, слушателей и преподавателей народных университетов и студентов технических вузов.

В 1988 году подписчики получают 12 номеров.

Среди них:

1. ОТ ИДЕИ ДО ПРАКТИКИ (инженерные центры — НПО и др.).
2. РЕЗЕРВЫ ЭКОНОМИКИ (вторичные ресурсы, модернизация оборудования и технологий и др.).
3. БИОТЕХНОЛОГИЯ.
4. МЕТАЛЛОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ.
5. ИНФОРМАЦИЯ И УСКОРЕНИЕ.
6. РОТОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.
7. ПО ЗАКОНАМ ИНТЕГРАЦИИ (о комплексной программе НТП стран — членов СЭВ).
8. ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ (о работах, удостоенных Ленинской и Государственной премий).

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОЗРЕНИЕ



ТЕХНИКА ЗА РУБЕЖОМ

Растворяющийся пластик. Проблема уничтожения пластиковой упаковки остро стоит во всем мире, тем более что она благодаря своей надежности, дешевизне и потребительским свойствам завоевывает все более прочные позиции. Специалисты считают, что только в странах Западной Европы ежегодно выбрасывается 20 млн. т пластмассовых отходов, засоряющих окружающую среду. Недавно швейцарская фирма «Белланд» разработала пластиковую пленку, уничтожение которой дешево и просто. Для этого необходимо лишь опрыскать пленку водой с небольшим содержанием аммиака.

Женева (ТАСС), 1986, 6 октября

Железо — из ржавчины. В Швейцарии создана установка для восстановления ржавчины в железо, в которой ржавый предмет в вакууме бомбардируется молекулами водорода, связывающими содержащийся в ржавчине кислород, в результате чего через несколько часов ржавчина становится прочным металлом, а форма предмета не изменяется. Такой способ имеет лишь один недостаток — железо темнеет, и для восстановления его металлического блеска требуется обработка оксидированным серебром.

Гамбург (ДПА), 1986, 24 октября

Антикоррозионное средство. Эффективное средство для борьбы с коррозией, получившее название «Гаресин», создали ученые Высшей химико-технологической школы в Праге. Оно будет применяться для предохранения от ржавчины скважин, по которым поступает газ из подземных хранилищ. В его состав входят компоненты, оказывающие комбинированное воздействие на процесс образования ржавчины.

Средство обработки изображений. Фирма «Ракал майкроэлектроникс системз» (Англия) разработала микросхему, способную производить более 300 млн. операций сравнения 16-разрядных чисел в секунду для использования в радиолокаторах и средствах обработки изображений. В микросхеме, имеющей запоминающее устройство с расширенным адресным массивом, вводи-

мые числа проверяются на соответствие диапазону зарегистрированных в запоминающем устройстве граничных величин, в результате чего вырабатываются адресные коды совпадения чисел с определенными величинами. Микросхема выполняется на подложке размером $9,5 \times 7,5$ мм и содержит 107 тыс. МОП-транзисторов с минимальным размером элементов 2,5 мкм.

(США), 1986, т. 34, № 17

Пластмассы в автомобилестроении. Фирма «Доу кемикл» (США) освоила технологию реакционного инжекционного прессования для изготовления композиционного стеклопластика «Спектрим ММ», представляющего собой мат из предварительно уложенного непрерывного стекловолокна. Этот материал предназначен для использования в конструкциях автомобилей. Из новых пластмасс можно изготавливать крышки контейнеров для запасных колес, крыши кузовов, настил пола, каркасы сидений, бамперы и молдинги дверей. Кроме того, такой материал может найти применение при изготовлении антенн, корпусов ЭВМ, сидений самолетов, автобусов и поездов.

(США), 1986, т. 42, № 12

Топливные элементы для электростанций. С использованием топливных элементов в США в 2000 г. будет вырабатываться электрическая мощность 14 000 МВт, а в Японии в 2000 г. — 13% общего потребления электроэнергии. Электростанции на топливных элементах по сравнению с тепловыми и атомными электростанциями будут меньше по размерам.

Сейчас в США находятся в эксплуатации топливные элементы, вырабатывающие электрическую мощность 40 кВт и тепловую мощность 40 кВт для снабжения небольших предприятий.

Топливные элементы XXI в. с электролитом из расплавленного карбоната с температурой 650°C по тепловому КПД будут превосходить современные, а еще более эффективными станут топливные элементы с твердым электролитом, способные работать при 1000°C .

Изучается возможность создания биохимических топливных элементов, в которых электрический ток будет вырабатываться за счет химических процессов в микроорганизмах.

(Англия), 1986, т. 109, № 1497

Планы поиска полезных ископаемых в Тихом океане. В апреле будущего года в юго-западном районе Тихого океана Япония и Франция начнут поиск так называемых гидротермальных залежей полезных ископаемых, которые содержат никель, кобальт и другие редкие металлы. Поиск будет проводиться на океанском дне на глубине от 2000 до 4000 м в районе, находящемся в 350 км к западу от островов Фиджи, где расплавленная горная порода постоянным потоком выходит из-под земной коры. Для этого поиска Япония окончит строительство специальной подводной лодки, способной опускаться на глубину 6000 м, а Франция предоставит исследовательское судно «Наутилус».

*Информационная служба газеты «Асахи» (Япония),
30 июня 1986 г.*

Биотехнология на службе сельского хозяйства. Два миллиона хризантем, сотни тысяч гвоздик и гортензий выращены в 1986 г. в ГДР с применением методов биотехнологии. Внедрение достижений биотехнологии способствует повышению плодородия почвы и эффективности органических удобрений. Ведется также разработка биотехнологических методов, которые позволят ускорить выращивание растений и животных. Хорошие результаты дает способ размножения земляники и малины «в пробирке», обеспечивающий получение здорового посадочного материала и повышение урожайности растений. Широко распространено в животноводческих комплексах эмбриональное размножение, которое позволяет получать от одной высокопродуктивной коровы 50 и более телят.

Берлин (ТАСС), 1986, 24 сентября

ВОЗРОЖДЕНИЕ КОЛЕСА. Казалось, на-
веки ушли в прошлое суда с колесными дви-
жителями, но вот спроектирован буксир-тя-
гач мощностью 300 л. с., разработано не-
сколько моделей колесных лихтеровозов. Ко-
лесные движители возвращаются на новом
витке спирали. На этот раз необходимость в
них очевидна.

Освоение малых рек, составляющих по
протяженности более половины из 68 тыс. км
водных путей СССР, предусмотрено долго-
срочной программой развития транспорта во-
сточных регионов страны. При этом учитыва-
ются возможности перевозок не только по мо-
рю, но и по рекам. И здесь особенно важной
становится малая осадка судов, а обеспечить
ее оказалось легче всего, отказавшись от вин-
та и вернувшись к колесу. Упомянутый уже
буксир сможет водить речные составы грузо-
подъемностью более тысячи тонн по глуби-
нам всего 50—60 см.

Уголь по трубам. По трубам обычно тран-
спортируют газ, нефть. В Сибири началось
строительство первого в стране трубопрово-
да, по которому от шахты «Инская» Кузнец-
кого угольного бассейна до Новосибирска,
что расположен в 250 км, пойдет уголь, точ-
нее, угольная масса, представляющая собой
специально приготовленную суспензию из
мелко размолотого угля, воды и поверхност-
но-активных средств. Перекачивать такую
смесь труднее, чем самые вязкие сорта неф-
ти, но специалисты считают, что доставка
твердого топлива на большие расстояния по
трубам экономичнее, нежели по железной до-
роге.

При строительстве углепровода Кузбасс—
Новосибирск будут на практике проверены
найденные учеными и инженерами техниче-
ские решения. В дальнейшем предполагается
строить трубопроводы уже на тысячи кило-
метров — для доставки угля на Урал и в
европейскую часть страны. Каждый из них
сможет пропускать 20—30 млн. т угля в год.

СЛУЖИТ ЭНЕРГИЯ НЕДР. Месторождения подземного тепла на полуострове Камчатка способны обеспечить работу геотермальных станций мощностью более 500 тыс. кВт. Такую оценку ресурсов природного носителя тепла дали ученые Института вулканологии Дальневосточного Центра Академии наук СССР. Это заключение стало итогом исследований пяти крупных геотермальных систем на полуострове. Подземные воды, как установили ученые, омывая вулканические очаги, образуют под землей бассейны горячей воды и пара. Температура их всего в километре от поверхности составляет 250°С

Крупные месторождения тепла выдвинуты учеными в качестве источников промышленной энергии. На одном из них — Паужетском — построена и работает первая в СССР опытно-промышленная геотермальная электростанция мощностью 11 тысяч киловатт.

В нынешнем году геологи намерены завершить разведку тепла для первой очереди станции мощностью 50 тыс. кВт. Подземное тепло будет использоваться также для отопления домов, теплиц, в бальнеологических целях.

А. С. № 1094588, 1137274

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ НЕ СОСТОИТСЯ. Долгое время человек оставался по отношению к землетрясениям наблюдателем. В лучшем случае ученые пытались предсказать подземные толчки. Сегодня разговор идет уже о том, чтобы землетрясения предотвращать. И для этого есть все предпосылки.

По данным сейсмической станции «Владивосток», с 1929 г. по наши дни во время штормов, которые на Тихом океане не редкость, не было зарегистрировано ни одного землетрясения. Ученые нашли этому объяснение. Под действием вибраций, вызванных волнением океана, горные породы становятся как бы мягче, пластичнее. Накапливающиеся упругие напряжения разряжаются небольшими порциями — частыми, но очень слабыми землетрясениями. Таким образом, вместо одного мощного толчка происходит серия практически незаметных сейсмических колебаний.

Эти выводы подтвердили и ситуации, специально смоделированные учеными на полигонах. Во время экспериментов они использовали мощные механические

вибраторы. Расчеты ученых показывают: управляемые сейсмические сигналы небольшой амплитуды могут предотвратить землетрясения. Для этого нужны вибраторы, способные вызвать на глубине 10—20 км такие же колебания, как и морской шторм. Задача эта технически осуществима: вибраторы, развивающие силу более 100 т, уже созданы в одном из институтов Сибирского отделения АН СССР. Но даже менее мощными установками уже удавалось гасить сейсмические колебания в Белоруссии и на Северном Кавказе.

Сообщение ТАСС, 1986, 22 января

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ. В ядерной физике продвижение вперед уже немыслимо без единого, международного фронта исследований. И глубоко символичен тот факт, что именно в дни женевской встречи руководителей СССР и США в Москве состоялось рабочее совещание физиков ряда стран, на котором обсуждался ход подготовки к крупнейшему международному эксперименту на ускорителе Европейской организации ядерных исследований — ЦЕРН — в Женеве. Одна из целей эксперимента — подтверждение существования открытых физиками новых частиц — кварков. Экспериментальное подтверждение существования этих еще более элементарных «кирпичиков» материи, чем известные протоны и нейтроны, как заметил координатор эксперимента профессор Массачусетского политехнического института, лауреат Нобелевской премии Самюэль Тинг, это не просто элегантная научная идея, но, возможно, и вопрос энергетического будущего нашей планеты, так как энергия взаимодействия этих частиц, судя по расчетам, значительно больше ядерной.

Эксперимент, который получил индекс Л-3, базируется на создаваемом в ЦЕРНе ускорителе накопителе частиц на встречных пучках электронов и позитронов с энергией по 50 млрд. эВ в каждом. Несколько международных коллективов из СССР, США, Китая, Франции, ФРГ и других стран сообщил профессор Тинг, участвовали в конкурсе на право вести исследование на этом комплексе. Одним из первых был одобрен проект ученых СССР и США, предложивших оригинальный комплексный прибор с высокоточными характеристиками. Масштабы будущей установки, монтаж которой начнется в 1988 г., довольно внушительны.

НЕОЖИДАННО, ИНТЕРЕСНО

ПОЛИСВЕТАНЫ. В конце зимы или в начале весны, когда прошлогодние запасы овощей идут к концу, а новых еще ждать и ждать, зеленый лук, огурцы, помидоры особенно желанны на обеденном столе. И чем больше их будет, тем больше мы получим витаминов, тем будем крепче и здоровей.

Для этого и строят сегодня все новые и новые теплицы. Селекционеры выводят новые, более продуктивные сорта растений, почвоведы и агротехники изобретают новые приемы растениеводства. Но не только от почвы, удобрений и генетики сельскохозяйственных растений зависит урожай. Им нужен еще и свет. Но не любой. Установлено, например, что ультрафиолет, благодаря которому в организме человека вырабатывается витамин D, названный витамином роста, растения, напротив, угнетает. Зная об этом, специалисты во всем мире делают крыши теплиц из светофильтрующих пленок, которые поглощают вредный ультрафиолет. Энергия его, конечно, исчезнуть не может, поэтому пленка дополнительно подогревается. Становится теплее и под крышей теплицы.

Ученые из Института общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова сочли это недостаточным. По их мнению, ультрафиолет нужно преобразовывать не в тепло, а в свет с длиной волны, лежащей в красно-оранжевой области: исследования показали, что свет растения лучше преобразуют в химическую энергию, необходимую им для жизнедеятельности.

В институте создали новый полимерный материал, в состав которого вошел элемент европий — основа люминофора, осуществляющего нужное преобразование длин волн. Этот материал называли «полисветан» — от слов «полисвет» и «АН» — академия наук. Испытания в лаборатории показали, что преобразование ультрафиолета добавляет к оранжево-красному излучению солнца не так уж много — всего 2%. Но в первый же год под новой пленкой получили неожиданно большой урожай. Помидоров и огурцов выросло на 50% больше, чем под обычной пленкой, салата — на 20%, а арбузов — на все 60%!

Как выяснили, такая прибавка урожая закономерна. Свечение люминофора очень точно, прицельно попало в

лик поглощения хлорофилла. Получился своеобразный резонанс, как бы встряхнувший растения; подстегнувший их обмен веществ. К тому же, как стало ясно, под новой пленкой овощам теплее в ночное время.

Вестник Академии наук СССР, 1986, № 10

ВЕРТОЛЕТЫ ПРОТИВ ЗАМОРОЗКОВ. Такое случается нередко: весна пришла, погода устойчива и вдруг — резкое похолодание. Подобные случаи доставляют немало хлопот земледельцам. Ведь теплолюбивые растения в пору цветения заморозков не переносят. Когда-то для борьбы с заморозками жгли костры. Расчет был на то, что дым экранирует тепло земли, не дает ему уходить в пространство. Сотрудники Всесоюзного научно-исследовательского института метеорологии предложили использовать против заморозков вертолеты. Их опыты показали, что при полете вертолета на небольшой высоте нисходящий поток воздуха, направленный к земле с большой силой, легко выталкивает вверх холодный приземный воздух, а взамен нагоняет более теплый с высоты полета.

В Армении были проведены натурные испытания нового способа. Измерения температуры воздуха на земле показали, что при скорости полета 20—25 км/ч на высоте 20 м вертолет может за один только час спасти поле площадью до 70 га. Даже в случае сильных заморозков таким способом можно спасти по крайней мере половину таких теплолюбивых растений, как абрикосы.

ТАСС, 1986, 11 февраля

ВЕЛОСИПЕД ДЛЯ ВСЕХ. Этот велосипед, изобретенный житомирским архитектором А. Зеленским, годится для взрослых и подростков, на нем могут ездить и женщины, и мужчины, пожилые люди и инвалиды в городе и по проселочным дорогам. Такой универсальности добился автор, сделав приводными и заднее и переднее колеса. Привести их в движение можно, и раскачивая руль. Заднее колесо к тому же сменное, его можно выбрать по желанию. Отказался конструктор и от тяжелой рамы, поэтому велосипед стал короче и легче. Новая модель благодаря своей универсальности может заменить все 32 ныне выпускаемые для удовлетворения спроса разных категорий велосипедистов.

Правда, 1986, 20 октября

Достижения современной техники. — М.: Знание,
Д 70 1987. — 64 с. — (Новое в жизни, науке, тех-
нике. Сер. «Техника»; № 5).

11 к.

О методах лазерной диагностики высокотемпературной плазмы, о радиолокационной съемке поверхности планеты Венера, о работах по туннельному переносу вещества, квантовой кристаллизации и других достижениях, удостоенных Ленинских и Государственных премий, рассказывается в брошюре.

Рассчитана на лекторов, слушателей и преподавателей народных университетов, а также на всех, интересующихся достижениями современной техники.

2101000000

ББК 80

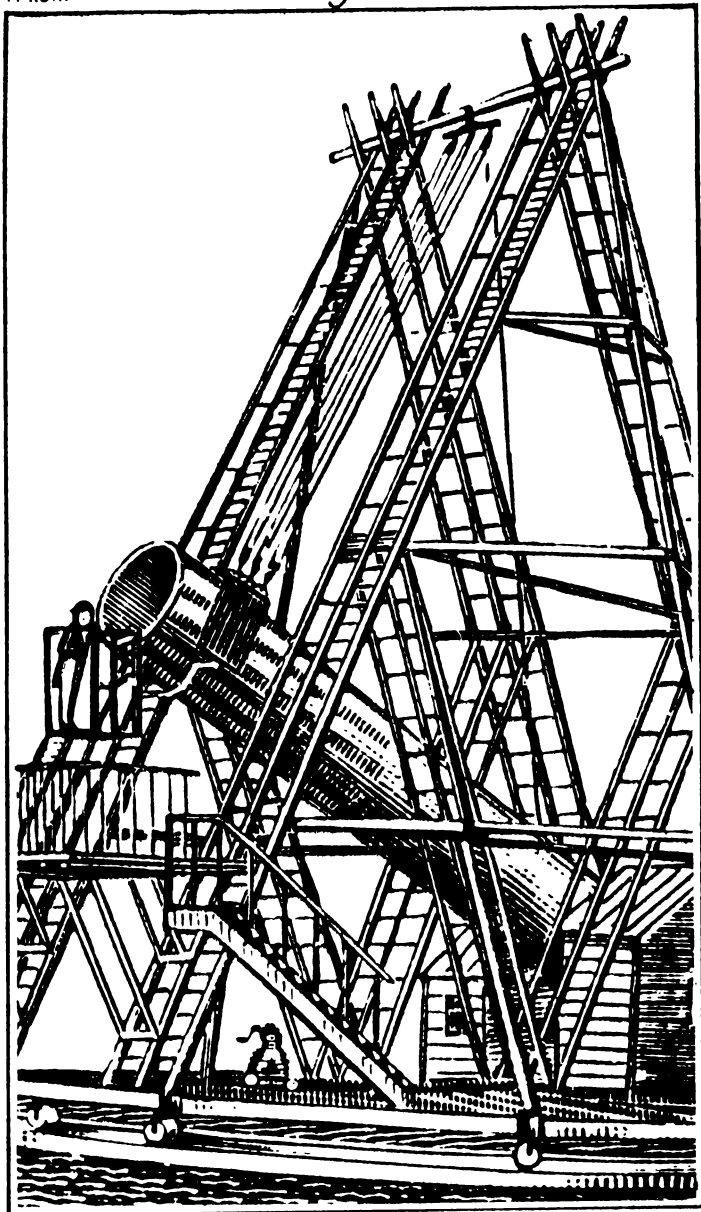
Научно-популярное издание

ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ

Гл. отраслевой редактор Л. А. ЕРЛЫКИН
Редактор Г. И. ФЛИОРЕНТ
Мл. редактор И. И. АНТОНОВА
Обложка художника Э. К. ИППОЛИТОВОЙ
Худож. редактор П. Л. ХРАМЦОВ
Техн. редактор И. Е. ЖАВОРОНКОВА
Корректор В. В. КАНОЧКИНА

ИБ № 8641

Сдано в набор 24.02.87. Подписано к печати 24.03.87. Т-08105. Формат бумаги 84×108¹/₂. Бумага тип. № 3. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 3,36. Усл. кр.-отт. 3,68. Уч.-изд. л. 3,43. Тираж 47 063 экз. Заказ 495. Цена 11 коп. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 874405. Типография Всесоюзного общества «Знание», Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.



СЕРИЯ

ТЕХНИКА