



Ежемесячный
научно-
популярный
и научно-
художественный
журнал
для молодежи

Орган
ордена Ленина
Всесоюзного
общества
«Знание»

52-й год издания
№ 604

ЗНАНИЕ

СИЛА 10'77



Сквозь тяжелые зимние льды Карского моря стремятся к берегам газоносного Ямала атомный ледокол «Арктика» и транспортные суда с десятками тысяч тонн народнохозяйственных грузов. С кормовой площадки уходит на ледовую разведку вертолет, чтобы указать им надежный и безопасный путь. Такова Советская Арктика наших дней. Читайте в этом номере репортаж З. Каневского.

А. ЛАВРИЩЕВ,
профессор, заслуженный деятель
науки РСФСР
М. АДЖИЕВ,
кандидат экономических наук

ОСНОВА ЭКОНОМИКИ

Выступая на Пленуме ЦК КПСС 24 мая 1977 года, Генеральный секретарь ЦК КПСС, председатель Конституционной комиссии товарищ Л. И. Брежнев отметил: **«Крупные, принципиальные перемены затронули все стороны общественной жизни.**

Неузнаваемо изменилась экономика страны. В ней безраздельно господствует социалистическая собственность. Сложился и успешно действует единый, мощный народнохозяйственный организм. Он развивается на основе сочетания научно-технической революции с преимуществами социалистического строя». Об основах экономической системы СССР, о том, как отражены главные ее особенности в проекте Конституции СССР, рассказывает статья «Основа экономики» в этом номере журнала. Создание мощного, успешно действующего народнохозяйственного организма служит великой цели — наиболее полному удовлетворению растущих материальных и духовных потребностей советских людей. «Экономика СССР составляет единый народнохозяйственный комплекс, охватывающий все звенья общественного производства, распределения и обмена на территории страны», — так записано в проекте Конституции СССР.

**В СССР построено развитое социалистическое общество...
Это — общество, в котором созданы могущественные производительные силы...**

Это — общество зрелых социалистических общественных отношений...

Из проекта Конституции СССР

В социалистической стране трудящиеся совместно выступают собственниками средств производства и используют их в интересах всего общества. В свободном труде проявляется экономическая сила социализма. Сила, которая гарантируется обществу его Конституцией.

В Советском Союзе все основные производственные фонды, которые можно назвать также и средствами труда, есть объект социалистической собственности, есть важнейшая часть национального богатства страны. Анализ этого важнейшего объекта позволяет судить об уровне развития народного хозяйства, о его перспективах, проследить динамику его роста. Ведь основные производственные фонды — это еще, образно говоря, и суммарная стоимость всего народного хозяйства: заводов, фабрик, дорог, институтов...

Как отмечалось на XXV съезде Коммунистической партии, стоимость основных производственных фондов нашей страны на конец 1975 года уже превысила 800 миллиардов рублей. Только за прошлую пятилетку основные фонды возросли в 1,5 раза. А это значит: в полтора раза стала могущественнее, богаче наша страна развитого социализма. (Вот пример, когда «сухой» экономический показатель характеризует и точно оценивает «эмоциональный» показатель — могущество.) Уместно заметить, что увеличение национального дохода, в свою очередь, создает

экономические возможности для сосредоточения средств, для их концентрации на решение главной задачи пятилетки — повышения уровня жизни населения.

«Высшая цель общественного производства при социализме, — записано в проекте Конституции СССР, — наиболее полное удовлетворение растущих материальных и духовных потребностей людей».

Помните, в народе говорят: «статен телом, а хорош ли делом». «Тело» народного хозяйства — основные фонды, а результаты «дела», то есть работы, показывает национальный доход — наиболее общий и точный экономический показатель.

Только за девятую пятилетку национальный доход СССР, используемый на накопление и потребление государства, увеличился на 28 процентов, почти на одну треть, и его абсолютный прирост составил 76 миллиардов рублей.

Атомная энергия — в исполинских ледоколах и заводах-гигантах. На фотографиях (2 стр. обложки и стр. 1) — сооружение атомного ледокола «Сибирь»

и строительство «Атоммаша» — завода атомных энергетических установок. Бригада строителей празднует трудовую победу. Внизу — панорама стройки.



Дальнейшее наращивание хозяйственной мощи нашей экономики — важная составная часть грандиозной программы социально-экономического развития Советского Союза на нынешнем этапе коммунистического строительства, принятой на XXV съезде КПСС. И это закономерно. Хозяйственная база — основные производственные фонды — является как раз тем самым рычагом, с помощью которого преобразуются все сферы народного хозяйства.

А качественно более развитое хозяйство, в свою очередь, создает условия для успешного последовательного осуществления курса Коммунистической партии на подъем материального и культурного уровня жизни народа. Недаром в докладе Генерального секретаря ЦК КПСС товарища Леонида Ильича Брежнева на XXV съезде партии подчеркивается мысль, что именно рост производства, уве-



личение выпуска продукции и улучшение ее качества является главным и решающим условием повышения благосостояния народа.

Касаясь национального дохода нашей страны за последние годы, хотелось сделать небольшое отступление и выделить одно важное, заслуживающее внимания обстоятельство. Мы уже говорили, что национальный доход — это, по существу, вновь созданная стоимость в масштабе общества. Продукция промышленности, сельского хозяйства и других отраслей, как из мощных блоков, складывает национальный доход, который, в свою очередь, экономисты подразделяют на фонд потребления и фонд накопления.

Фонд накопления — это специальный фонд, направленный на расширение производства, на увеличение резервов государства. Иными словами, на прирост общественных фондов и тесно с ними связанных оборотных средств: сырья, материалов, топлива и т. д.

Иная цель фонда потребления. Главное — удовлетворять материальные и культурные потребности трудящихся. Таким образом, правильное соотношение в национальном доходе его двух составляющих обеспечивает одновременно и совершенствование производства, и повышение жизненного уровня народа.

В предыдущих пятилетках фонд накопления развивался, несколько опережая фонд потребления. А к концу девятой пятилетки уже большая часть прироста национального дохода направлялась в государстве на увеличение фонда потребления!

Конечно, такой шаг мы могли себе позволить, только имея за плечами мощную хозяйственную базу, на создание которой ушли десятилетия напряженного труда советского народа. Производственный потенциал, накопленный за 60 лет Советской власти, в значительной мере определил масштабы общест-

венного производства. Не только на «сейчас», но и на будущее.

За девятую пятилетку осуществлена огромная программа капитального строительства. В народное хозяйство было вложено на 40 процентов средств больше, чем в восьмой пятилетке.

В промышленности построено и эксплуатируется около двух тысяч крупных предприятий. Среди них — Ленинградская атомная электростанция мощностью в 2 миллиона киловатт, химический комбинат в городе Навои, доменная печь-гигант на Криворожском металлургическом заводе, алюминиевый завод и лесопромышленный комплекс в Братске, заводы по выпуску минеральных удобрений и сотни других производств. Наряду с этими флагманами индустрии построены также сотни предприятий легкой и пищевой промышленности, большое количество животноводческих комплексов и птицефабрик.

Характерным для новой промышленности стало качественное изменение ее структуры. Структурные сдвиги произошли благодаря ускоренному развитию отраслей, определяющих технический прогресс, диктующих «моду» в технике. Машиностроение, электроэнергетика, химия и нефтехимия — их доля в общем объеме промышленного производства составляет теперь более трети.

Существенно увеличен выпуск современного оборудования для всех отраслей народного хозяйства. Изготовление приборов и средств автоматизации возросло почти вдвое, вычислительной техники — более чем в четыре раза, станков с программным управлением — в три с половиной раза. Резко повысились темпы создания автоматизированных систем управления: если в 1966—1970 годы (раньше их по существу почти не было) создано 414 АСУ, то в 1971—1974 годы — уже 1504.

Электронная техника и автоматизированные системы управления и контроля, без них невозможны современные атомные и тепловые электростанции. Приборы помогают ныне командирам химических производств, прокатных станов, доменных печей, даже целые технологические процессы в машиностроении подвластны современной технике контроля и управления.

Экономическую эффективность промышленной модернизации иллюстрируют тысячи примеров. Взять хотя бы такой. Внедрение на Западно-Сибирском металлургическом заводе «АСУ-Константы», предназначенной для управления работой трех конвертеров производительностью 8 миллионов тонн стали в год, позволило сберечь за пятилетку около 10 миллионов рублей. «Константы», собирает и обрабатывает данные о температуре, химическом составе и других параметрах «кипящего» металла, находит оптимальные режимы плавки, гарантируя получение заданной марки стали.

Нужно ли давать оценку цифрам, характеризующим увеличение количества установленных механизированных и поточных линий на предприятиях нашей промышленности? Думается, нет. Они красноречивее любых оценок. В 1971 году в промышленности установлено почти 90 тысяч механизированных поточных линий и около 11 тысяч автоматизированных линий, в 1975 году — соответственно почти 112 тысяч и 17 тысяч.

Внедрение механизированных поточных и автоматических линий является важным фактором интенсификации производства, повышения качества продукции!

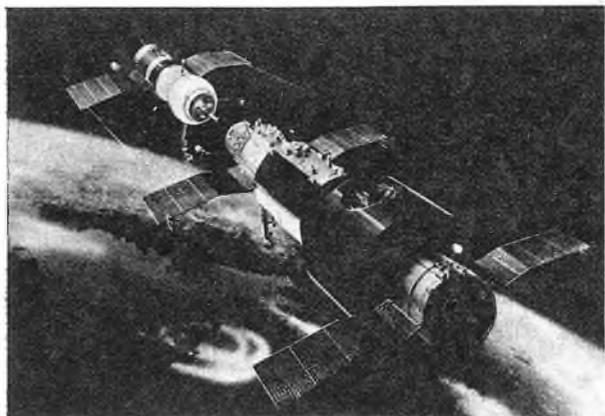
Научно-технический прогресс оказывает большое влияние и на так называемое изменение видовой структуры в хозяйстве и особенно в промышленности: растет доля машин и оборудования. Это и естественно. Развивается комплексная механизация и автоматизация производства, расширяются сферы применения машин, вытесняющих ручной труд.



В промышленности только в 1971—1975 годах реализованы миллионы мероприятий по внедрению новой техники. Это достижение научно-технической революции позволило высвободить десятки тысяч работников и дать стране экономический эффект, исчисляемый миллиардами. А всего за прошедшую пятилетку освоен выпуск новых видов машин, оборудования, аппаратов и приборов, вдвое превышающий цифры предыдущей пятилетки.

Сравнение с еще более ранними пятилетними этапами, вероятно, в условиях научно-технической революции не представляется правомерным. Уж слишком велика разница между приборами, автоматами тридцатых — сороковых годов и нынешними.

И еще одна проблема, которую мы начали интенсивно решать в девятой пятилетке: обеспечение все возрастающих запросов хозяйства — в первую очередь промышленности — сырьем и топливом. Это очень серьезная проблема. И возникла она не из-за физической нехватки природных ресурсов.



Орбитальная станция «Салют» и состыкованный с ней космический корабль «Союз».

Советский Союз — единственная в мире индустриально развитая держава, полностью обеспеченная собственными природными ресурсами. Беда в том, что запасы их в обжитых, экономически освоенных районах невелики. Поэтому за нефтью, газом, углем, рудой мы идем теперь все дальше на восток и на север.

Развитие промышленности на востоке идет уверенно. Здесь опережающими темпами развиваются топливно-энергетические отрасли: добыча нефти, газа, угля. И как следствие — энергоемкие производства: алюминия, меди, химических продуктов и другие.

Такая цепочка рациональных территориальных сдвигов в размещении промышленности улучшает экономические связи, ликвидирует нерациональные перевозки, снижает себестоимость продукции. Словом, оказывает воздействие на «положительные эмоции» в экономическом организме страны.

И в других отраслях материального производства наблюдаются, по существу, те же процессы, что и в промышленности. Всюду рост производственного потенциала! Это не оставляет равнодушным. Это волнует и радует.

В сельском хозяйстве, например, за последнее пятилетие шла концентрация производства, позволившая насыщать сельское хозяйство новыми высокопроизводительными, более мощными машинами. Сотни тысяч тракторов, зерноуборочных комбайнов, грузовых автомашин уже получили сельские хозяйства.

Никогда раньше в сельском хозяйстве не было столько техники, как сейчас. Например, недавно освоен серийный выпуск самоходных зерновых комбайнов «Колос», «Нива», «Сибиряк». Их производительность в

полтора-два раза выше по сравнению с ранее выпускаемыми машинами, которые всего лишь двадцать—тридцать лет назад казались чудесами техники.

Не менее крупные перемены произошли и на транспорте. Тысячи и тысячи километров новых железных, автомобильных, трубопроводных и речных дорог появились на экономической карте нашей страны. В послевоенные годы транспортный потенциал Советского Союза несравнимо возрос не только из-за увеличения протяженности путей, но, главным образом, за счет качественных изменений: перевода железнодорожного транспорта на электрическую и тепловозную тягу, использования подвижного состава большой грузоподъемности, автоматизации транспортного процесса. А также из-за других преобразований, которые являются чертами единого процесса — концентрации производства, характерной для высокоразвитого современного хозяйства.

Всем памяты слова Генерального секретаря ЦК КПСС товарища Л. И. Брежнева на XXV съезде КПСС: «Мы достигли более высоких, чем в любое предшествующее пятилетие, приростов промышленной продукции, капитальных вложений, ассигнований государства на проведение новых мероприятий по повышению благосостояния народа. Еще внушительнее стал перечень важных видов продукции, по объемам производства которых Советский Союз вышел на первое ме-

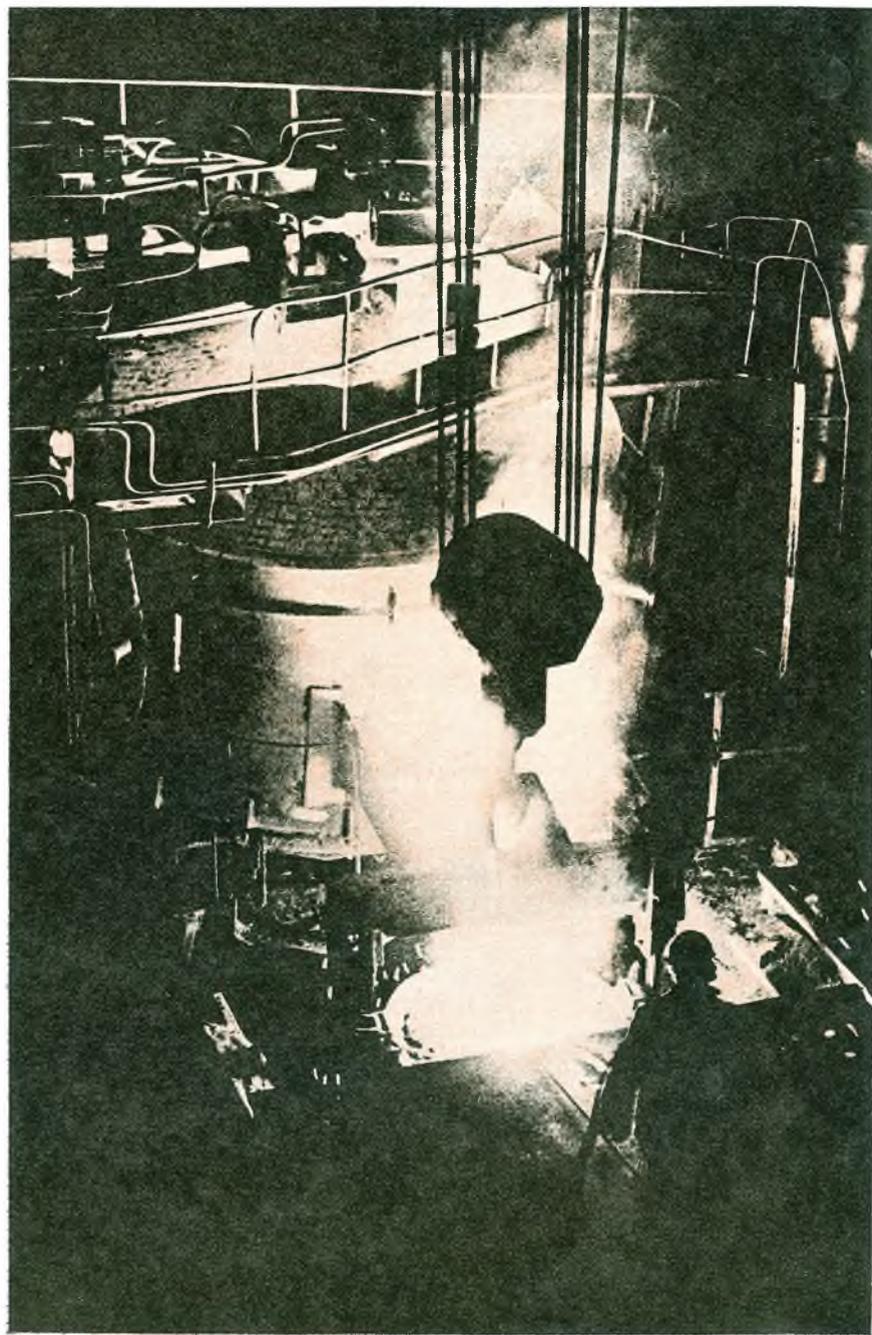
сто в мире. К углю, железной руде, цементу и ряду других продуктов в последние годы добавились сталь, нефть, минеральные удобрения.

...Это — выдающийся успех нашего рабочего класса, научно-технической интеллигенции, командиров производства».

Бурный рост народного хозяйства нашел отражение и в другом экономическом показателе, на который также обратил внимание съезда Генеральный секретарь ЦК КПСС товарищ Леонид Ильич Брежнев, говоря о размахе капитального строительства в нашей стране: «Во все отрасли хозяйства было вложено свыше 500 миллиардов рублей, что позволило увеличить основные производственные фонды в полтора раза. И это всего лишь за пять лет. А если сравнить с 1965 годом, то они выросли практически более чем вдвое. К экономическому потенциалу, на создание которого ушло почти полвека, мы смогли добавить равный ему всего за десять лет. Такова могучая поступь развитого социалистического общества. Таковы масштабы наших свершений».

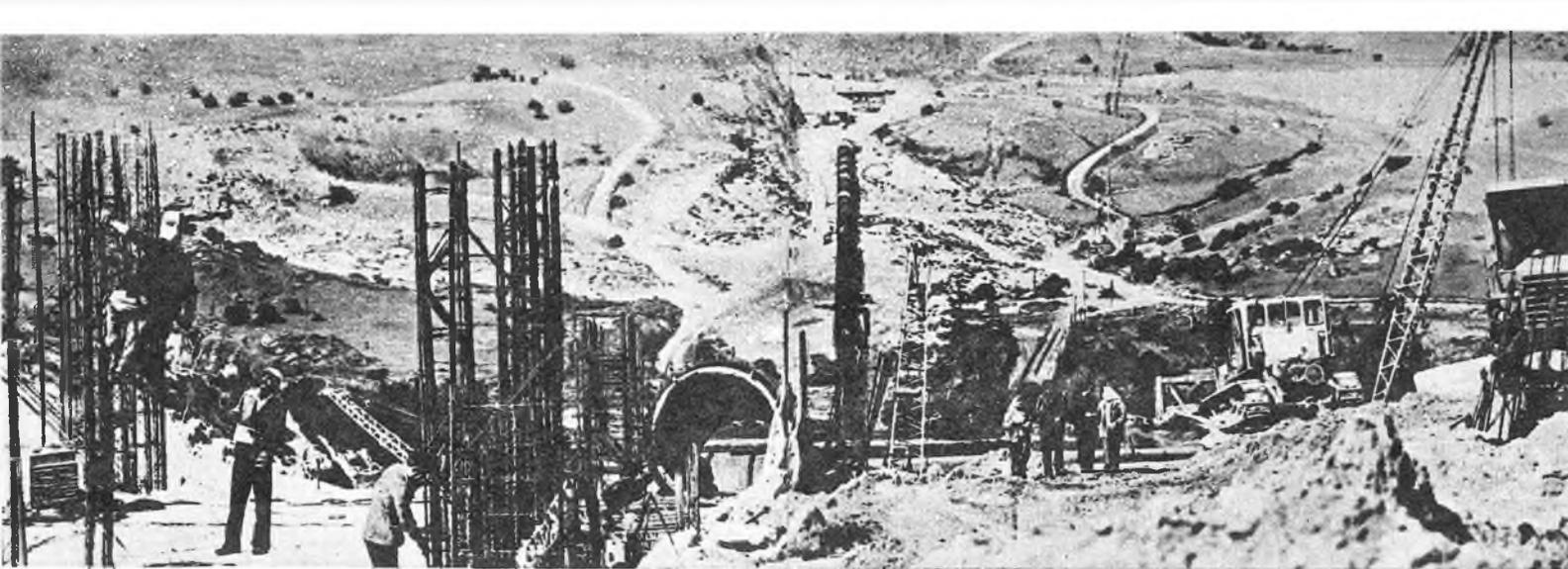
Очевидные изменения экономической мощи Советского Союза потребовали, в свою очередь, некоторых изменений Основного Закона СССР — Конституции. Потому что одна из функций ее — четко и точно регламентировать структуру и процесс управления обществом и прежде всего его важнейшим звеном — экономикой.

Фото АПН — ТАСС



Для передового машиностроения необходима высококачественная сталь. Электродная печь по выплавке феррованадия на заводе «Тулачермет».

На трассе строительства Большого Ставропольского канала (стр. 3). Современные сооружения подобного масштаба решают комплекс проблем — орошения, водоснабжения, транспорта, создания зон отдыха и т. д. В руках исследователя молодь бестера — впервые получен высокопродуктивный гибрид белуги и осетра (стр. 3).



расширение и коренное обновление основных производственных фондов, обеспечение устойчивого, сбалансированного роста тяжелой промышленности — фундамента экономики.

В «Основных направлениях развития народного хозяйства на 1976—1980 годы» одной из узловых проблем промышленности названо совершенствование структуры топливно-энергетического комплекса всей суммы производств, занятой на добыче и переработке нефти, газа, угля, сланцев, а также выработке электро- и теплоэнергии. Курс взят на последовательное увеличение доли самых современных видов топлива — нефти и газа — в топливно-энергетическом балансе страны.

Добыча нефти в десятой пятилетке возрастет почти на треть. Еще интенсивнее будут эксплуатировать скважины на промыслах Поволжья, Урала, Казахстана, Коми АССР, Туркмении. Но «главную нефть» мы возьмем в Западной Сибири — скоро каждая вторая добытая тонна будет пахнуть «тайгой и болотом».

Современные новые промыслы оснащаются высокопроизводительной техникой, позволяющей улучшить использование природных запасов нефти, повысить нефтеотдачу пластов. В той же Западной Сибири, в Урало-Поволжье и во всех других нефтедобывающих районах намечено продолжить комплексную автоматизацию технологических процессов, внедрение автоматизированных систем управления на промыслах и при транспортировке.

В нефтеперерабатывающей промышленности размещение тяготеет к районам потребления нефтепродуктов. Сырую нефть транспортировать удобнее, чем продукты из нее. «Старые» нефтяные районы в европейской части уже имеют сложившуюся систему нефтепереработки, а «новые», где также растет потребность в нефтепродуктах, в ближайшей перспективе будут дополнены предприятиями этой отрасли.

В Западной Сибири продолжится строительство крупнейших комбинатов по переработке нефти в Тобольске и в Томске. Поднимутся корпуса Ачинского нефтеперерабатывающего завода. Значительно увеличится выпуск продукции заводов этой отрасли на Украине, в Белоруссии, в Казахстане. Новую жизнь вдохнет реконструкция и расширение в уже давно построенные заводы Азербайджана, Литвы, Туркмении.

Качественной стороне нефтепереработки уделяется ныне особое внимание. Возрастет производство высокооктановых бензинов, малосернистых дизельных и авиационных видов топлива, ароматических углеводородов и других продуктов.

Так же, как и нефтяная, опережающими темпами продолжает развиваться и газовая промышленность. Стоит ли подробно здесь говорить о ценности и исключительности природного газа — самого эффективного вида топлива? Они достаточно хорошо известны. Газ широко используется в быту, а также для выработки химических продуктов, выплавки черных и цветных металлов. Газификация производства имеет и еще одно пре-

имущество — пожалуй, самое актуальное сейчас — резко снижается загрязненность атмосферы, особенно в сравнении с твердыми видами топлива.

Добыча газа ведется и будет расти во многих районах страны. География газовой промышленности ширится от западных до восточных границ Советского Союза. Украина и Северный Кавказ, Урало-Поволжье и Тимано-Печорская провинция, Западная Сибирь и Якутия, Казахстан и республики Средней Азии. И с каждого промысла тянутся стальные артерии — газопроводы.

Для наиболее полного удовлетворения потребностей народного хозяйства намечается создание единой автоматизированной системы газоснабжения страны. И первый шаг будет сделан уже в нынешнюю пятилетку — введется в действие примерно 35 тысяч километров высокопроизводительных газопроводов и компрессорных станций с газоперекачивающими агрегатами мощностью до 25 тысяч киловатт.

И еще одна техническая новинка получила признание как часть будущей единой автоматизированной системы газоснабжения — продолжится строительство подземных газохранилищ на уже выработанных месторождениях. Такой способ хранения газа очень экономичен, он позволяет использовать как бы повторно отслужившее промышленное оборудование и, значит, существенно снизить затраты по хранению.

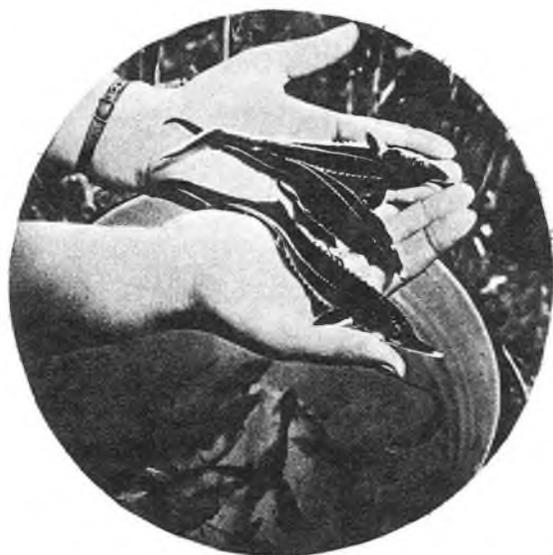
Газ, природный и «нефтяной» — это не только источник тепловой энергии. Он содержит серу, гелий и другие элементы. Поэтому в десятой пятилетке ставится задача в промышленных масштабах комплексно использовать газ с получением из него конденсата и сопутствующих компонентов. Крупнейший центр по комплексной переработке газа создается на Оренбургском месторождении, в строительстве его принимают участие по программе социалистической экономической интеграции страны — члены СЭВ. От заводов на этом месторождении прокладывают мощный газопровод Оренбург — Западная граница СССР.

Традиционно — как было заведено еще в первые годы Советской власти — в топливно-энергетическом балансе страны будет повышаться доля энергии века — электричества. В СССР уже свыше 90 процентов всех силовых процессов в промышленности электрифицированы.

В сельском хозяйстве этот показатель пока несколько ниже, но границы использования электроэнергии здесь расширяются с каждым годом. Электродоение, электрострижка, электрификация молотбы, приготовления кормов, водоснабжения...

Об уже построенных и строящихся электростанциях, об их мощности можно судить лишь по таким цифрам: 1340—1380 миллиардов киловатт-часов будет выработано в Советском Союзе электроэнергии в 1980 году.

Быстрыми темпами развивается атомная энергетика, особенно в европейской части страны, где ограничены топливные ресурсы



В докладе на майском (1977 год) Пленуме ЦК Генеральный секретарь ЦК КПСС, председатель Конституционной комиссии товарищ Л. И. Брежнев убедительно показал произошедшие в нашей стране глубокие перемены, которые сделали необходимым принятие нового Основного Закона.

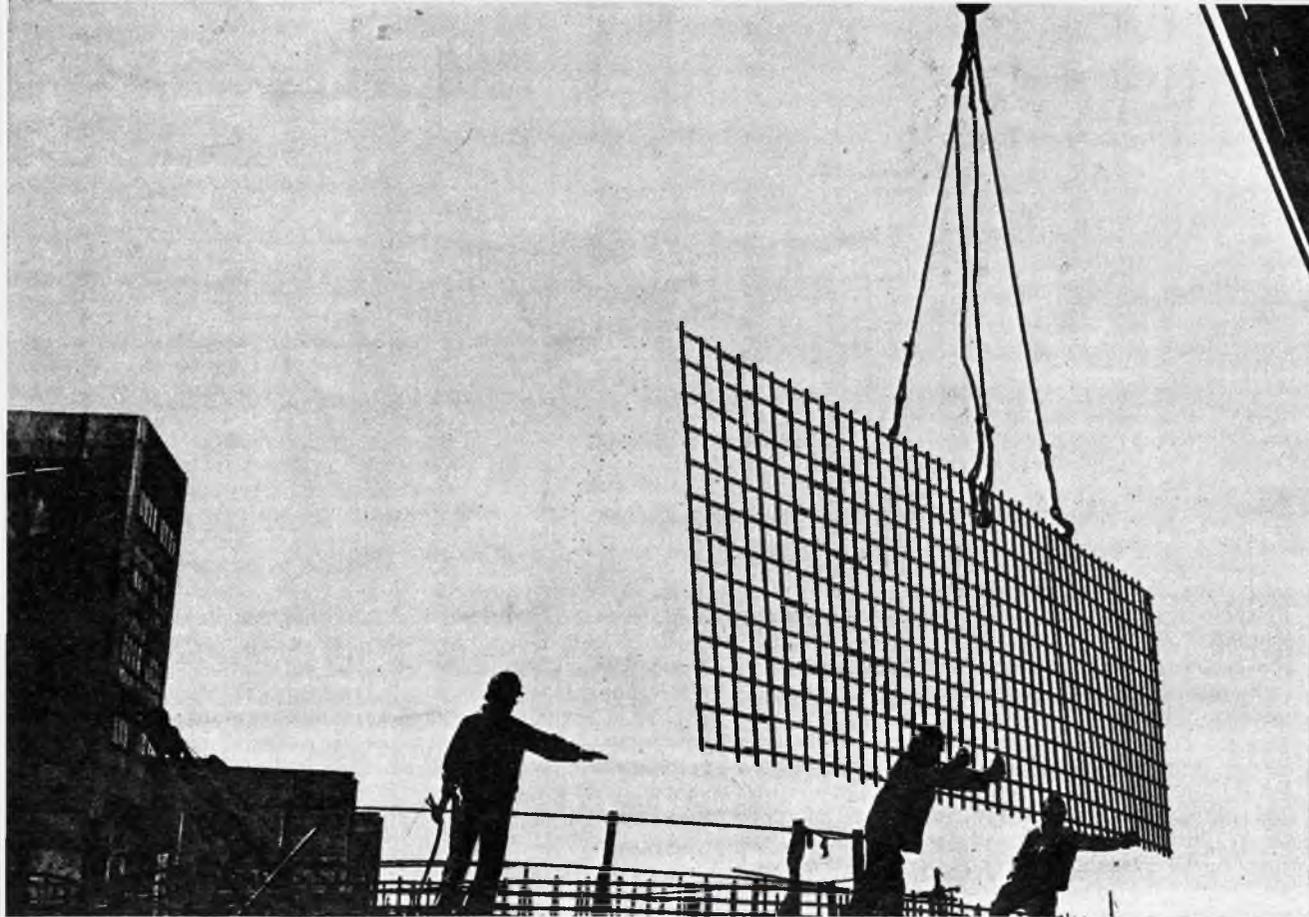
СССР шагнул на качественно новую ступень экономического развития! Такой главный вывод следует сделать из аналитического обзора современной экономики Советского Союза.

«Высшая цель Советского государства, — подчеркивается в проекте Конституции СССР, — построение бесклассового коммунистического общества. Главные задачи государства: создание материально-технической базы коммунизма, совершенствование социалистических общественных отношений и их преобразование в коммунистические, воспитание человека коммунистического общества, повышение материального и культурного уровня жизни трудящихся, обеспечение безопасности страны, содействие укреплению мира и развитию международного сотрудничества».

Демократический характер социалистического государства неотделим от его созидательной роли, которая наилучшим образом отвечает задачам всестороннего экономического развития!

Представители старшего поколения увидели в проекте новой Конституции величайший итог их труда за многие десятилетия. Для молодежи это — ее сегодняшний и завтрашний день.

На XXV съезде КПСС указывалось, что стержнем экономической стратегии партии, пронизывающим и десятую пятилетку и долгосрочную перспективу, является дальнейшее наращивание экономической мощи страны,



и где сосредоточено много потребителей электроэнергии. Значительно расширится Ленинградская АЭС, будут введены в действие агрегаты Нововоронежской, Смоленской, Курской, Чернобыльской, Ровенской и Южно-Украинской атомных электростанций. Завершится строительство первой очереди Армянской АЭС, развернется стройка Игналинской и еще нескольких станций на Урале, на Украине. Доля атомной электроэнергии в общей выработке ее увеличится за пятилетку более чем в три с половиной раза.

Кроме АЭС, будут строиться гиганты энергетики на сибирских реках, в долинах Средней Азии.

В число важнейших строек нынешней пятилетки входят и «сухопутные каскады» тепловых станций на дешевых углях Экибастузского и Канско-Ачинского бассейнов.

Расширит свои мощности и старейшая отрасль топливной промышленности — угольная, которую также не обошли коренные перемены. Здесь проведена значительная работа по внедрению средств комплексной механизации и автоматизации производственных процессов. Старые шахты и разрезы реконструируются и модернизируются. Применение прогрессивной технологии и новой техники обеспечивает рост добычи угля, значительно повышает производительность труда. Главным образом, все новшества внедряются на угольных разработках в восточных районах страны, развитие которых будет происходить опережающими темпами.

К действующим крупнейшим каменно-угольным бассейнам страны — Донецкому, Кузнецкому, Карагандинскому, Печорскому — добавится Южно-Якутский. По существу обретут «второе дыхание» бурогогольные бассейны: Канско-Ачинский и Экибастузский. Уголь этих месторождений залегает неглубоко, почти у поверхности, и разрабатывают его открытым способом.

В научно-исследовательских и конструкторских институтах угольной промышленности ведутся работы по созданию средств безлюдной выемки угля — полностью автоматизированной шахты.

В черной металлургии осваивается принципиально новая технология — электрометаллургия, которую еще называют бескоксовой и бездоменной. Получение стали из обработанной, обогащенной железной руды будет вестись на Оскольском электрометаллургическом заводе.

Сталь, выплавляемая с добавками цветных металлов, во много раз прочнее, чем обычная нелегированная сталь. Поэтому в перспективе большое внимание в нашей стране уделяется цветной металлургии. Значение цветных металлов в народном хозяйстве огромно. Это, образно выражаясь, фундамент цивилизации XXI века. Самолеты, комфортабельные автомобили, многочисленные приборы, бытовые машины... Да разве перечислишь все области, где властвуют цветные металлы? С каждым годом в промышленности расширяется их применение и замена ими черных металлов, древесины и других традиционных материалов.

В химической промышленности за последние годы также произошли колоссальные изменения. По существу, в своем современном виде эта важнейшая отрасль появилась лишь пятнадцать — двадцать лет назад. А в ближайшем будущем она подвергнется еще боль-

шим изменениям. Значительно возрастет качество и ассортимент пластмасс. Увеличится производство синтетического каучука и многочисленных изделий «хозяйки века» — химии.

География химической промышленности — это вся страна...

И так, касаясь любой отрасли народного хозяйства Советского Союза, видишь, какие грандиозные перемены ждут ее в ближайшем будущем. В этом проявляется динамизм советской экономики! В этом — наше величайшее завоевание, использование которого возможно только при социалистической собственности на средства производства.

В проекте новой Конституции страны четко и ясно записано: «Основу экономической системы СССР составляет социалистическая собственность на средства производства».



Народное хозяйство страны — в непрерывном развитии и обновлении. Вся страна — строительная площадка. Монтажные работы по возведению нефтехимического комплекса, новые совхозные теплицы и крупный

животноводческий комплекс. Обновляется плодородие земли — на фотографиях новые мелиоративные каналы и расчистка земли от кустарников. География этих снимков — от Краснодара до Тобольска. Фото ТАСС.



В ЕДИННОМ СТРОЮ

Продолжая серию интервью с крупнейшими специалистами в области истории Октябрьской революции, наши корреспонденты А. И. БЕРЕЗНЯК и В. И. МЕЛЬНИКОВ обратились с рядом вопросов к заслуженному деятелю науки, доктору исторических наук, Виктору Павловичу ШЕРСТОБИТОВУ. В. П. Шерстобитов — заместитель директора Института истории СССР АН СССР, автор монографий, брошюр, десятков статей по истории национально-освободительного движения, национально-государственного строительства и межнациональных отношений в условиях социалистического общества.

Корреспонденты: — Всенародное обсуждение проекта новой Конституции отмечено множеством содержательных, ярких выступлений, статей, теле- и радиопередач, рассказывающих о славном пути, пройденном народами нашей страны за 60 лет. В этих материалах — целая россыпь интересных фактов, ссылок на совместную борьбу народов и народностей нашей страны против царизма, за победу социалистической революции. Виктор Павлович, как историческая наука, располагающая всей совокупностью необходимых сведений, оценивает место национально-освободительного движения в революционном процессе 1917 года?

В. П. Шерстобитов: — В докладе «О пятидесятилетии Союза Советских Социалистических Республик» Леонид Ильич Брежнев подчеркивал, что в России, в силу ее специфических условий, национальный вопрос стоял особенно остро, что эксплуататорские классы царской России намеренно сеяли национальную рознь и вражду, действуя по принципу «разделяй и властвуй». Колонизаторская политика царизма и империалистической буржуазии проводилась по отношению к народам, составлявшим более 50 процентов от общего числа населения страны, и встречала ожесточенное сопротивление. Национально-освободительное движение год от года крепло, и в 1917 году оно наряду с социалистическим движением пролетариата, борьбу крестьян за землю, вместе с общедемократическим движением за мир явилось неотъемлемой частью единого грозного потока, сокрушившего самодержавие и буржуазное Временное правительство, проложившего дорогу строительству нового общества.

Ведущую роль в национально-освободительной борьбе играл многонациональный российский рабочий класс. Всей своей историей он был подготовлен к этой миссии. «Старому миру, миру национально-угнетения, национальной грызни или национального обособления, — писал В. И. Ленин, — рабочие противопоставляют новый мир единства трудящихся всех наций, в котором нет места ни для одной привилегии, ни для малейшего угнетения человека человеком». Рабочий класс мог выполнить эту миссию, поскольку его авангард — большевистская партия была вооружена научно обоснованной, подлинно революционной программой по национальному вопросу, программой, которая постоянно обогащалась, конкретизировалась Владимиром Ильичем Лениным и его соратниками.

Рассматривая национальный вопрос через призму классово-борьбы, считая, что его решение должно быть подчинено интересам революции, интересам социализма, большевики полагали главным в национальном вопросе объединение трудящихся вне зависимости от их национальной принадлежности в общем сражении против всех видов угнетения, за новый, свободный от эксплуатации общественный строй.

Статья 34. Граждане СССР равны перед законом независимо от происхождения, социального и имущественного положения, национальной и расовой принадлежности, пола, образования, языка, отношения к религии, рода и характера занятий, места жительства и других обстоятельств.

Равноправие граждан СССР обеспечивается во всех областях экономической, политической, социальной и культурной жизни.

Статья 36. Советские граждане различных национальностей и рас имеют равные права.

Осуществление этих прав обеспечивается политикой всестороннего развития и сближения всех наций и народностей СССР, воспитанием граждан в духе советского патриотизма и социалистического интернационализма, возможностью пользоваться родным языком и языками других народов СССР.

Какое бы то ни было прямое или косвенное ограничение прав, установление прямых или косвенных преимуществ граждан по расовым и национальным признакам, равно как и всякая проповедь расовой или национальной исключительности, вражды или пренебрежения — наказываются по закону.

ИЗ ПРОЕКТА КОНСТИТУЦИИ СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

Равенство и суверенность народов России, право народов на свободное самоопределение, вплоть до отделения и образования самостоятельного государства, отмена всех и всяких национальных и национально-религиозных привилегий и ограничений, необходимость добровольного и честного союза народов России, их полного взаимного доверия — вот требования большевиков, вот с чем шли они в массы и, конечно же, находили понимание и живейшую поддержку у миллионов обездоленных людей труда, будь то украинцы, белорусы, узбеки или грузины. В канун Октября в национальных районах насчитывалось более 100 тысяч большевиков: на Украине — это 45 тысяч, в Прибалтике (считая и большевиков — солдат на фронте) — 30 тысяч, в Белоруссии и на Западном фронте — 30 тысяч, на Кавказе — свыше 8600 членов партии и т. д. Это была великая сила, цвет и гордость многонационального российского пролетариата, сила, способная создать и возглавить общий фронт рабочего и национально-освободительного движения.

Корреспонденты: — Виктор Павлович, известно, что вскоре после Февральской революции в России начинается новый подъем национально-освободительного движения. И это вопреки тому, что Временное правительство широкообещательно объявило о ликвидации в стране национального гнета. В чем здесь дело?

В. П. Шерстобитов: — Вот именно — «объявило» и не более того. Закон от 20 марта 1917 года лишь формально порывал с наиболее унижительными установлениями прошлого. На практике буржуазное Временное правительство исходило из старой реакционной доктрины «единой и неделимой России», препятствовало раскрепощению народов, в частности выступало против права наций на самоопределение. Временное правительство распустило буржуазный Финляндский сейм в ответ на его просьбу о некотором расширении автономии, отклонило ходатайства буржуазной же Центральной Рады о предоставлении Украине прав областной автономии. Почти без изменения оно оставило на местах весь царский аппарат угнетения, по существу солидаризировалось с постановлением возглавляемого кадетами Туркестанского комитета: «Исключительное положение Туркестанского края делает невозможным введение в нем полной политической автономии... Как колония Туркестан должен быть устроен в отношении самоуправления наподобие английских и французских колоний». Учрежденный Временным правительством Особый Закавказский комитет руководствовался царским законом о наместничестве на Кавказе, подвывая крестьянское движение.

Временное правительство не сделало ничего, чтобы покончить с ужасающей неграмотностью, болезнями, безработицей, голодом трудящихся масс национальных районов. Например, среди таджиков только 0,5 процента населения умело писать. Если по стране один врач приходился на 5,6 тысячи жителей, то в ряде отдаленных рай-

онов — на 30—50 тысяч населения. Расходы по ведомствам охраны труда, здравоохранения, просвещения при Временном правительстве составили ничтожную сумму — всего 0,2 процента от бюджета, но эти крохи распределялись крайне неравномерно: в роли пасынка, естественно, выступили национальные окраины.

Позвольте небольшое отступление. За десятилетия, истекшие со времени Октябрьской революции, все мы привыкли к бурным изменениям в экономике, культуре; как к должному относимся к ним. И все-таки изумляемся, узнав, что в Азербайджане, где в 1917 году 90 процентов населения было неграмотно и не было ни одного высшего учебного заведения, ныне действует республиканская Академия наук, работают 17 вузов, 80 техникумов. А вот впечатляющие цифры, приведенные в докладе Леонида Ильича Брежнева на торжественном заседании, посвященном 50-летию юбилею СССР. Он говорил: «За годы существования Союза (то есть с 1922 по 1972 год. — *Ред.*) объем промышленной продукции Казахстана вырос в 600 раз, Таджикской ССР — более чем в 500, Киргизской — более чем в 400, Узбекской — почти в 240, Туркменской — более чем в 130 раз». Но не менее поразительно, что в тяжелейшем 1918 году советская власть ассигновала на просвещение, здравоохранение, охрану труда в 37 раз большую часть бюджета, чем это сделало Временное правительство, а расходы на подготовку учителей возросли по сравнению с 1917 годом в 59 раз, на внешкольное образование — в 62 раза. Причем четко обозначилось стремление в первую очередь удовлетворить потребности именно национальных районов.

Великодержавные, шовинистические установки Временного правительства породили глубокое недовольство трудящихся в национальных районах, заставили их с новой энергией включиться в национально-освободительное движение. И этим обстоятельством решила воспользоваться местная буржуазия в блоке с мелкобуржуазными социалистами, попытавшаяся взять на себя руководство движением, с тем чтобы вывести из под удара буржуазное Временное правительство (и себя, конечно), чтобы справиться с гневом народным. Ее лозунги, ее деятельность были направлены на подрыв классово-интернационального единства эксплуатируемых, угнетенных, на ослабление и сведение на нет размаха революционной борьбы. Характерно, что лозунг «национальной независимости» буржуазные националисты подняли как знамя — нет, выкинули, как спасательную шлюпку с борта тонущего корабля, лишь после победы Великой Октябрьской социалистической революции.

Однако, если на первых порах, в обстановке «всеобщего революционного угара» (В. И. Ленин), вызванного быстрой победой над



года В. И. Ленин писал: «Широкая масса населения угнетенных наций... доверяет пролетариату России больше, чем буржуазии, ибо на очереди дня история поставила здесь борьбу угнетенных наций против угнетающих за освобождение. Буржуазия подло предала дело свободы угнетенных наций, пролетариат верен делу свободы».

Свидетельство масштабности и необратимости этих процессов — представительство на Втором Всероссийском съезде Советов, съезде учредительном, закрепившем победу Октябрьского вооруженного

2



1
Красногвардейский
патруль
на улицах
Петрограда.
Февраль
1918 года.

2
Митинг
в Красноярске,
1918 год.

3
Группа
красногвардейцев
Киева. Февраль
1918 года.

3



самодержавием, национальной буржуазии и национальным мелкобуржуазным партиям удалось добиться определенного успеха, то по мере развития революции он становился все более зыбким. Буржуазно-националистическое крыло движения теряло позиции, теряло доверие. Обнажилась своекорыстная, антинародная сущность политики его лидеров. В то же время росло влияние, усиливалась организованность революционно-демократического крыла. Рабочие, трудящееся крестьянство, национальная интеллигенция с каждым днем все глубже осознавали, что единственный путь к национальному освобождению и возрождению, путь к подлинно независимому развитию и всестороннему социально-экономическому и культурному прогрессу — в революционной борьбе совместно с русским пролетариатом, в претворении в жизнь программы большевистской партии, противостоящей как политике Временного правительства, так и националистическим тенденциям местной буржуазии. В сентябре 1917



В. И. Ленин,
Я. М. Свердлов
на открытии
мемориальной
доски «Павшим
в борьбе за мир
и братство
народов» работы
С. Т. Коненкова
в первую
годовщину
победы Великой
Октябрьской
социалистической
революции.

восстания и положившем начало существованию многонационального социалистического государства диктатуры пролетариата. Здесь были 122 делегата от 69 Советов Украины, 51 — от Советов Белоруссии; из Эстонии прибыли делегаты Советов Ревеля, Юрьева (Тарту), Нарвы. Латвию представили делегаты 5-й армии, Советов Даугавпилса, Резекне и Лудзы. Присутствовали также делегаты Литвы, Азербайджана, Грузии, Армении, Туркестана, Самаркандской и Закаспийской областей, Ново-Бухарского округа, Молдавии, Казанской и Уфимской губерний, Карелии, Владикавказа и т. д. От имени трудящихся всех наций России они высказались за власть Советов, за единство с великим русским народом.

Многие делегаты от Советов национальных районов участвовали в вооруженной борьбе на улицах и площадях столицы, штурмовали последний оплот Временного правительства Зимний дворец, работали по заданиям Петроградского Военно-революционного комитета в войсках гарнизона, выступали на митингах на предприятиях города. В Центральном партийном архиве сохранились любопытнейшие воспоминания М. М. Майорова, большевика с 1906 года. Он писал: «В октябре 1917 года Киевским Советом был послан на Второй Всероссийский съезд в Петроград, где пришлось принять активное участие в захвате власти. Был избран членом Центрального Исполнительного Комитета Советов, затем, выехав через Москву в Киев. В Москве продолжалась революционная борьба, открытое сражение, и я остался участвовать в восстании. Разоружал буржуазию, в этом деле мне помогли солдаты Двинского полка. После окончания Московского восстания я уехал в Киев... в январе 1918 года мы подняли еще раз восстание, чтобы свергнуть власть Центральной рады. Я был назначен председателем Всеукраинского революционного комитета, который выполнял функции ЧК». Делегат от Одесского Совета П. И. Старостин командовал одним из отрядов при взятии Зимнего. Этот список легко продолжить. В него войдут делегаты от Украины, Прибалтики, Белоруссии, Закавказья — всех национальных районов страны.

Второй Всероссийский съезд Советов рабочих и солдатских депутатов избрал правительство, власть которого распространялась на территорию всего государства, высшие органы его отражали многонациональный характер Российской Республики.

Вслед за победой в центре триумфальное шествие Советской власти охватило и национальные районы. В конце октября 1917 года Советская власть восторжествовала в Белоруссии, в декабре Первый Всеукраинский съезд Советов провозгласил образование Украинской Советской Республики. Советская власть победила в Латвии и Эстонии, в начале 1918 года — в Молдавии. Власть трудящихся установилась также в Крыму и на Северном Кавказе, возникла Бакинская коммуна в Закавказье, образовалась Туркестанская Советская Автономная Республика, включившая большую часть Средней Азии. Повсюду трудящимся приходилось бороться с буржуазно-националистической контрреволюцией, сепаратизмом. «По всей России вздымалась волна гражданской войны, и везде мы побеждали с необыкновенной легкостью именно потому, что плод созрел... Наш лозунг «Вся власть Советам!», практически проверенный массами долгим историческим опытом, стал их плотью и кровью», — писал Владимир Ильич Ленин.

Корреспонденты: — *Российская Советская Республика возникла как унитарное государство. Но спустя три месяца очередной съезд Советов провозгласил учреждение Республики на федеративных началах. Как это произошло?*

В. П. Шерстобитов: — Плодотворность использования в России принципа федеративного устройства признана В. И. Лениным еще до победы Октябрьской революции. О ее возможности он говорил на VII Апрельской конференции РСДРП(б), на Первом Всероссийском съезде Советов, писал в работе «Государство и революция», в брошюре «Материалы по пересмотру партийной Программы». В этой брошюре В. И. Ленин предложил проект новой редакции статьи 9: «Право на свободное отделение и на образование своего государства за всеми нациями, входящими в состав государства. Рес-



Колонна солдат, участников демонстрации, на Никольской улице Москвы, 1917 год.

публика русского народа должна привлекать к себе другие народы или народности не насилем, а исключительно добровольным соглашением на создание общего государства. Единство и братский союз рабочих всех стран не мирятся ни с прямым, ни с косвенным насилем над другими народностями».

В. И. Ленин рассматривал федерацию как переход к сознательному и более тесному единству трудящихся, научившихся добровольно подниматься выше национальной розни, подчеркивал, что более всего ценна общность классовых интересов, стоящих выше национальных чувств и предрассудков, отмечал, что большевики настаивают на свободе самоопределения, в частности, потому, что хотят «...сближения, даже слияния, наций, но на истинно демократической, истинно интернационалистской базе, **немыслимой** без свободы отделения».

Победа Великой Октябрьской социалистической революции, это главное событие XX века, коренным образом изменившее ход развития всего человечества, открыла возможность последовательного проведения в жизнь программы партии по национальному вопросу.

«Партия во главе с В. И. Лениным провела огромную работу в массах, разъясняя трудящимся свою политику в области национально-государственного строительства, — говорил товарищ Л. И. Брежнев. — Активное участие в этой работе приняли видные деятели партии — М. И. Калинин и Ф. Э. Дзержинский, Я. М. Свердлов и И. В. Сталин, С. М. Киров и Г. К. Орджоникидзе, М. В. Фрунзе и С. Г. Шаумян, Г. И. Петровский и А. Г. Червяков, Н. Нариманов и А. Т. Джангильдин, П. И. Стучка и М. Г. Цхакая и многие другие товарищи».

Ленинская политика получила воплощение в первых же конституционных актах советской власти: в Обращении Второго Всероссийского съезда Советов «Рабочим, солдатам и крестьянам», в Декрете о мире и Декларации прав народов России. В Обращении «Ко всем трудящимся мусульманам России и Востока», опубликованном в ноябре 1917 года, рабочее и крестьянское правительство призвало поддержать социалистическую революцию, заявило: «Отныне ваши верования и обычаи, ваши национальные и культурные учреждения объявляются свободными и неприкосновенными. Устраивайте свою национальную жизнь свободно и беспрепятственно. Вы имеете право на это. Знайте, что ваши права, как и права всех народов России, охраняются всей мощью революции и ее органов, Советов рабочих, солдатских и крестьянских депутатов». В документе говорилось, что советская власть разрывает все тайные договоры царского правительства, подтвержденные и Временным правительством, в отношении захвата Константинополя, разделов Персии и Турции.

Советское правительство предоставило самостоятельность Бухарскому эмирату и Хивинскому ханству, ранее находившимся под протекторатом России. В декабре 1917 года Финляндия реализовала свое право на самоопределение; в июне 1918 года съездом населения Урянхайского края было принято решение о самостоятельности Тувы, ставшей народной республикой; СНК и ВЦИК издали декрет о самоопределении Турецкой Армении; советская власть первой признала право Польши на самоопределение и независимое существование.

4 декабря 1917 года СНК признал независимость Украины и право украинского народа самостоятельно решать вопрос об отделе-

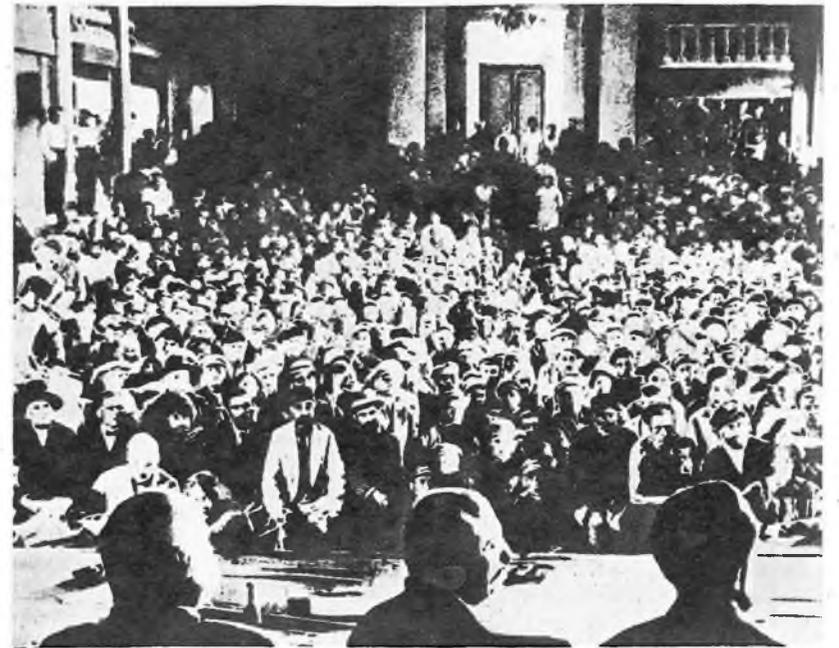
нии от России и о формах государственных отношений, федеративных или тому подобных, между Украиной и Советской Россией.

Трудящиеся массы национальных районов были кровно заинтересованы в создании советской социалистической национальной государственности, в братском единении советских республик, других национальных образований. Тесное сплочение народов, освободившихся от гнета царизма, гнета буржуазии и помещиков, было необходимым для борьбы против врагов революции и победы социализма в нашей стране. Эти устремления трудящихся находили полную поддержку рабочего класса России, его партии, рожденного Октябрем Советского правительства. Очень много для национально-государственного строительства, развития национального и классового самосознания народов, преодоления их экономической, политической, культурной отсталости сделал Народный Комиссариат по делам национальностей (Наркомнац). Он был создан Вторым Всероссийским съездом Советов, и сам, в свою очередь, образовывал национальные комиссариаты и отделы. В его структуре с ноября 1917 года по январь 1918 года возникли литовский, польский, мусульманский, армянский, белорусский, еврейский национальные комиссариаты. К середине 1918 года их было 17.

В работе Наркомнаца принимали участие такие видные большевики и деятели национально-освободительного движения, как И. Сталин, В. Мицквичус-Капсукас, Ю. Лещинский, З. Алекса-Ангартис, С. Бобинский, С. Диманштейн, В. Аванесов, И. Кулик, М. Вахитов, Г. Ибрагимов и другие. Наркомнац пользовался особым вниманием В. И. Ленина. Он определял общее направление его деятельности, заботился о пополнении кадрами, совершенствовании структуры.

Наркомнац проделал большую работу по разъяснению политики советской власти, в том числе национальной, издавал газеты, литературу на языках народов страны, готовил пропагандистов и агитаторов, работников госаппарата из представителей различных национальностей России, формировал национальные воинские части.

Таким образом, Российская Советская Республика, возникшая как унитарное государство, не только не противодействовала, но всемерно помогала трудящимся массам национальных окраин осуществить право на самоопределение, создать национальную государственность. Целенаправленные усилия партии и центрального правительства смыкались с активным процессом строительства советской национальной государственности на местах. Ее формы, так же, как и связи с Советской Россией, были на редкость разнообразны, от-



Заседание Бакинского Совета рабочих, солдатских и крестьянских депутатов.

личались подвижностью, постоянно совершенствовались. Но тенденция была очевидна: образование национальных советских республик и объединение их затем на основе советской федерации. Этот процесс и был законодательно оформлен на Третьем Всероссийском съезде Советов рабочих, солдатских и крестьянских депутатов, состоявшемся в Петрограде в январе 1918 года.

На съезде присутствовали делегаты большинства национальных районов страны, и характерно, что в этой группе 65 процентов мандатов принадлежало большевикам. Вместе с представителями великоросских губерний, фронта и флота они проголосовали за Декларацию прав трудящегося и эксплуатируемого народа, в которой говорилось, что «Советская Российская Республика учреждается на основе свободного союза свободных наций, как федерация советских национальных республик». Съезд принял постановление «О федеральных учреждениях Российской Республики». Высшими органами федерации объявлялись Всероссийский съезд Советов, ВЦИК и

СНК. Участники съезда целиком и полностью одобрили национальную политику СНК, направленную, как указывалось в резолюции, «к проведению в жизнь принципа самоопределения народов, понимаемого в духе самоопределения трудовых масс всех народностей России».

Решения Третьего съезда Советов — свидетельство торжества ленинской национальной политики, крупная веха на пути образования Союза ССР — союза более ста наций и народностей, скрепленного узами братской дружбы, общностью классовых интересов и целей, крупный шаг по пути складывания новой исторической общности людей — советского народа.

Важное место Третьего съезда в решении национального вопроса, вопросов национально-государственного устройства страны становится особенно очевидным в свете доклада Генерального секретаря ЦК КПСС, председателя Конституционной комиссии товарища Л. И. Брежнева на майском (1977 года) Пленуме ЦК КПСС. В докладе «О проекте Конституции Союза Советских Социалистических Республик» он говорил: «Советский Союз — государство многонациональное. Опыт показал, что основные черты федеративного устройства СССР полностью оправдали себя».

Корреспонденты: — В проекте Конституции СССР записано, что в нашей стране «...на основе сближения всех социальных слоев, юридического и фактического равенства всех наций и народностей возникла новая историческая общность людей — советский народ». Становление этой общности связывается с победой Великого Октября. Под воздействием каких факторов формировался советский народ, какими чертами он обладает сегодня?

В. П. Шерстобитов: — В докладе «О пятидесятилетии Союза Советских Социалистических Республик» товарищ Л. И. Брежнев подчеркнул, что возникновение в СССР новой исторической общности людей — советского народа — это наше великое достижение. «Мы вправе рассматривать его как своего рода обобщенный итог тех экономических и социально-политических перемен, которые за полвека свершились в нашей стране».

Советский народ... Он олицетворяет величие нашей эпохи — эпохи перехода человечества от капитализма к социализму, высоко несет знамя авангарда мирового общественного прогресса, воплощает в себе светлое, передовое, жизнеутверждающее, что выработано многовековым опытом всемирной истории, развитию и закреплению борьбой рабочего класса за торжество коммунистических идеалов. Советский народ — это прежде всего общность социально-классовая, которая выражает нерушимый союз рабочего класса, колхозного крестьянства, народной интеллигенции, обусловленный единством их социально-экономических, политических и идейных основ, совпадением коренных интересов и коммунистических идеалов. Как межнациональная общность советский народ — это братское содружество всех наций и народностей Союза ССР, скрепленное единством социалистической экономики и общественных отношений, мировоззрения и политических устремлений, духовного и морально-политического облика.

Советский народ — детище тех политических и социальных условий, которые были обеспечены победой Великой Октябрьской революции. Уже первым всемирно-историческим актом советской власти — передачей народу основных средств производства и созданием социалистического уклада — обеспечивались решающие экономические и социальные предпосылки становления новой общности людей. Были устранены главные причины раскола общества на враждующие классы, уничтожены самые основы угнетения и эксплуатации, подорвана база социальных антагонизмов и межнациональных распрей.

Последовательное осуществление национальной политики партии, опыт совместных действий против общих врагов неуклонно расширяли и углубляли объединительное движение советских народов, завершившееся в 1922 году образованием Союза ССР. Политическое единство, оформившееся на основе свободного и добровольного волеизъявления, — фактор огромного значения в процессе формирования монолитной общности советских наций и народностей. Становление и укрепление их государственно-правового единства обеспечивалось однородностью политической формы диктатуры пролетариата — Советов рабочих и крестьянских депутатов, полновластием трудовых масс всех национальностей, правильным сочетанием демократического централизма и социалистического федерализма, общегосударственных и специфических интересов наций и народностей, неукоснительным соблюдением Советским государством принципов равенства, уважения суверенных прав каждого народа, принципов социалистического интернационализма.

Крупнейшую роль в формировании новой исторической общности сыграла социалистическая индустриализация страны. Она имела, в первых, определяющее значение в превращении СССР в передовую индустриальную державу, в развитии социалистического уклада, в формировании единого в масштабе всего государства социалистического типа хозяйства и социалистических общественных отношений.

Во-вторых, индустриализация стала важнейшим рычагом ликвидации фактического неравенства народов СССР, средством обеспечения полного их равенства в экономической, социальной и культурной областях — неперемного условия становления внутренне сплоченной общности наций и народностей.

В-третьих, индустриализация, охватившая всю страну, сопровождалась ростом численности рабочего класса, особенно в национальных районах. Национальные отряды рабочих, будучи неотрывной частью всего многонационального рабочего класса СССР — класса-интернационалиста, носителя социалистических общественных отношений, играли огромную, цементирующую роль в процессе формирования социалистической общности людей.

Столь же велико значение в этом коллективизации сельского хозяйства. Ее осуществление (с учетом местных особенностей в национальных республиках, областях, округах) завершило ликвидацию многоукладности в экономике страны. В городе и деревне, в центре и на национальных окраинах утвердилась социалистическая система хозяйства. Изменилась социальная природа крестьянства, объединившегося в колхозы; оно стало по своей сущности социалистическим классом. Крестьянство, разобщенное прежде своей принадлежностью к тому или иному укладу, сосредоточилось в сфере социалистического хозяйства, ставшего прочной основой его нерушимого союза и дружбы с рабочим классом. Социалистическая экономика и социалистические общественные отношения обеспечили прочное единство всех народов СССР, больших и малых.

Следует отметить и такой фактор кардинального значения, как преобразование социальной структуры советского общества. К концу переходного периода процесс ликвидации эксплуататорских классов, начатый Октябрьской революцией, был завершён. В связи с устранением классовых антагонизмов внутри наций и народностей окончательно исчезли социальные причины межнациональных трений, сущностью национальных отношений стали дружба и братское сотрудничество народов СССР. Оформились социалистические нации и народности, отличающиеся внутренней сплоченностью и единством.

В ходе социалистического строительства и культурной революции, в процессе всесторонней идейно-воспитательной деятельности Коммунистической партии происходили кардинальные сдвиги в общественном сознании. Оформилось единство социалистического мировоззрения подавляющего большинства представителей всех классов и социальных групп, всех народов СССР, общность их духовного и морально-политического облика. Идейные и нравственно-политические принципы рабочего класса становились достоянием всех трудящихся.

Таким образом, коренные преобразования во всех сферах жизни нашего общества, начало которым положил Великий Октябрь, обеспечили прочное единение трудящихся классов и социальных групп, социалистических наций и народностей, оформление их внутренне спаянного братства — советской общности людей.

Конституция СССР 1936 года закрепила верховный суверенитет советского народа, открыла этап перерастания государства диктатуры пролетариата в государство общенародное, в котором рабочий класс продолжает сдерживать роль ведущей социальной силы.

Развитой социализм определяет черты зрелости советского народа как новой исторической общности людей. Это отмечено в Отчетном докладе ЦК XXV съезду КПСС: «Еще крепче стали морально-политическое единство советского общества, братская дружба всех народов нашей страны. Дальнейшее развитие получила наша социалистическая демократия, стала полнокровнее, заиграла новыми красками вся общественная жизнь. Возросла активность советских людей в труде, управлении производством, в решении общественных и государственных дел, а что может быть радостнее, чем видеть, как раскрывается энергия народа, как растут его творческие силы».

Развитой социализм обеспечивает новые возможности для все более яркого проявления творческих потенций советского народа. В процессе создания материально-технической базы коммунизма, совершенствования социалистических общественных отношений, формирования нового человека, дальнейшего сближения советских наций и народностей в СССР происходит поступательное развитие новой исторической общности, возрастание социального и интернационального единства советского народа.

Напомним, что проект Основного Закона СССР не только сохраняет гарантии суверенных прав союзных республик, записанных в Конституции 1936 года, но и добавляет новые — право участия республик в решении союзными органами вопросов, отнесенных к ведению Союза ССР, а также право союзных республик (в лице их высших органов государственной власти) на законодательную инициативу в Верховном Совете СССР. В то же время прогрессирующее сближение наций и народностей СССР подкашивает необходимость укрепления союзных начал государства. Это отразилось, в частности, в самом определении СССР как единого союзного многонационального государства. «В целом решение в проекте вопросов национально-государственного устройства, — отметил товарищ Л. И. Брежнев на майском (1977 г.) Пленуме ЦК КПСС, — обеспечивает подлинно демократическое сочетание общих интересов многонационального Союза и интересов каждой из образующих его республик, обеспечивает всесторонний расцвет и неуклонное сближение всех наций и народностей нашей страны». На этой основе еще более повышается монолитность советского народа как новой исторической общности, еще более укрепляется интернациональное братство народов СССР.

Подобной машины нет в мире

**СОЗДАНИЕ УНИКАЛЬНОЙ МАШИНЫ —
турбогенератора мощностью
1 200 000 киловатт — важная веха
не только в истории завода «Электросила»,
но и всей страны.**

Улица рассказывала о заводе языком плакатов:

«60 процентов электрической энергии, вырабатываемой в Советском Союзе, создается турбо- и гидрогенераторами, выпущенными «Электросилой».

«Продукцию завода покупают в 70 странах мира».

Мимо цехов, в которых обтачивают статоры, штампуют листы электротехнической стали, изолируют медные стержни обмотки, — к самому высокому зданию на заводе. Это КМТ — корпус мощных турбогенераторов.

Высоченный пролет, в котором свободно разместится многоэтажный дом, мостовые краны большой грузоподъемности; пол, выложенный из стальных плиток; вдоль стен многие десятки шкафов и панелей с аппаратами управления и приборами.

В центре КМТ идет опробование новой машины, ради которой я приехал, — турбогенератора мощностью 1200 МВт — 1 200 000 киловатт! Внешне — окрашенный в красный цвет стальной цилиндр, более десяти метров в длину, диаметром — двухэтажный дом, внутри статор и ротор; по торцам — два куба, в них разместились газоохладители.

Об этой машине накануне рассказывал мне главный инженер объединения «Электросила» лауреат Ленинской премии В. В. Романов:

— Такую еще не делали ни в Советском Союзе, ни во всем мире.

Трудно представить исполинскую мощность нового турбогенератора. Одна «сверхмашина» даст две трети электроэнергии, которую вырабатывали 30 электрических станций плана ГОЭЛРО. С помощью турбогенератора 1200 МВт на заводах и колхозных фермах можно произвести столько продукции, сколько ее делают вручную... 32 миллиона рабочих.

КМТ — это царство одновременно электроники, механики, химии, электротехники. Здесь своя подстанция с высоковольтной линией (некоторые испытания ведут лишь по согласованию с Ленэнерго, в часы, когда не так велика потребность в электроэнергии), колоссальные градирни для охлаждения технической воды, монообменные фильтры для подготовки дистиллированной воды, водородное хозяйство, вентиляторы, масляные насосы, трубопроводы, шинопрово-

ды, десятки самописцев, сотни стрелочных приборов и приборов защиты.

В одном из помещений — вычислительный центр. Лозунг на стене: «Работа ЭВМ — качество турбогенераторов». Люминесцентные лампы, пластик на полах, и вновь и вновь — шкафы с электроникой. Внутри них по паутине проводов идут сигналы, поступающие с 1500 датчиков, которыми облеплен турбогенератор 1200 МВт. Контролируется все — вибрация корпуса, подшипников, основных частей обмотки; температура так называемой активной стали, по которой замыкается магнитный поток, температура проводников, водорода, масла, дистиллята, охлаждающей воды; расход газа, масла и другие параметры. Работают устройства быстрой печати — колонки цифр показывают результаты очередного этапа испытаний. Графопостроители вычерчивают замысловатые кривые, по ним конструкторы определяют резонансные частоты узлов турбогенератора. На другой ЭВМ идет расчет конструкции... еще более мощного турбогенератора! Определяются электромагнитные нагрузки, перегрев обмотки, коэффициент полезного действия машины, обгоняющей сегодняшний день энергостроения.

— Мы готовы возить сюда свои машины на испытания. — сказали инженеры американской фирмы «Дженерал электрик», осмотрев КМТ. Конечно, «возить» такие машины затруднительно, но если говорить серьезно, нет в мире другого такого испытательного стенда.

Турбогенератор 1200 МВт — уникальная машина, она важная веха не только в истории «Электросилы», но и всей страны.

ОТСТУПЛЕНИЕ В ИСТОРИЮ...

...1917 год, февраль. В цехах «Сименс-Шуккерт» (так назывался завод) распространяется прокламация Русского бюро ЦК РСДРП:

«Жить стало невозможно. Нечего есть. Не во что одеваться. Нечем топить. На фронте — кровь, увечье, смерть... Поезд за поездом, точно гурты скота, отправляются наши дети и братья на человеческую бойню. Нельзя молчать! Все на борьбу! На улицу! За себя, за детей, за братьев!»

...1917 год, 25 октября. Отряд в 300 штыков с завода «Сименс-Шуккерт» вместе с солдатами Измайловского и Петроградского полков занял Варшавский вокзал...

...1918 год, 28 июня. По декрету Совета Народных Комиссаров завод «Сименс-Шуккерт» стал собственностью народа.

...Волховстрою нужны гидрогенераторы мощностью 7 МВт. Самые большие по тем временам электрические машины в Европе.

Рабочие и специалисты «Электросилы» (завод получил новое название в пятую годовщину Октябрьской революции) страстно хотели принять участие в плане ГОЭЛРО. Завод добился: получен заказ на изготовление четырех из восьми гидрогенераторов. Началось смелое соревнование с знаменитой шведской фирмой «АСЕА».

...Напряжение волховского гидрогенератора 11 000 вольт. Такую высоковольтную изоляцию на заводе делать не умели. Электросилловцы разработали рецептуру отечественных лаков и изоляционных материалов, поставили бесчисленные опыты, проектировали новую технологию, оснастку, оборудование. Тогда шутили: единственное, что всегда было на заводе в избытке, — трудности.

19 декабря 1926 года состоялся торжественный пуск Волховской гидроэлектростанции имени В. И. Ленина. Комиссия из представителей завода «Электросила», Волховстроя, шведской фирмы «АСЕА» обследовала в 1929 году генераторы станции. Результаты поразили многих: электросиловские машины работали безупречно, шведские — не выдержали гарантийного срока.

Новые гидрогенераторы для Днепростроя и мощные турбогенераторы уже невозможно изготовлять в тесноте старых, дореволюционных цехов. Сотни землекопов, каменщиков и плотников объявили себя ударниками строительства уникального цеха: 135-метровый пролет, 25 метров высоты, мощные краны, специальные станки. Турбокорпус торжественно открыли 1 мая 1930 года, на пять месяцев раньше срока. В 1937 году выдающийся успех — выпущен турбогенератор 100 МВт — первый в мире! До войны изготовлены две подобные машины.

Уже 22 июня 1941 года (на «Электросиле» был обычный рабочий день) рядом с заводскими цехами появились шели и убежища. Если бы фашисты прорвались к Московской заставе, то завод, с его окопами, дзотами, дотами, пулеметными гнездами, артиллерийскими позициями превратился бы в крепость. Каждый рабочий стал бы солдатом.

Даже в лютую голодную зиму 1941—1942 годов работала «Электросила». Городской транспорт остановился. Чтобы сберечь последние силы, рабочих перевели на казарменное положение. Тарелка супа и кусок хлеба поддерживали жизнь. Иногда станки с помощью системы рычагов приводили в движение вручную усилиями трех человек. Делали бронированные железнодорожные платформы, мины, ремонтировали и выпускали электрические машины для армии и флота.

В декабре 1941 года Красная Армия нанесла удар на Волховском фронте. Устранена непосредственная угроза захвата фашистами Волховской ГЭС. На станции вернули демонтированные гидрогенераторы. В холодных, обстреливаемых артиллерией цехах электросиловцы изготовили недостающие детали, необходимые изоляционные материалы и лаки. По неокрепшему льду Ладоги на ГЭС выехали специалисты завода. Люди были так слабы, что не могли самостоятельно сесть в грузовики.

В кратчайшие сроки электросиловцы восстановили и смонтировали гидрогенераторы. Электрический кабель проложили в обход территории, занятой фашистами, — по дну Ладожского озера. Полуразрушенные заводы, госпитали, воинские учреждения, подстанции трамвая получили живительный поток энергии с Большой земли.

Группа инженеров и рабочих завода тем временем работала в Челябинске. После начала войны туда привезли турбогенератор 100 МВт — гордость и славу «Электросилы». Некоторые узлы машины утрачены при эвакуации. Их пришлось заново рассчитать, сконструировать и изготовить в немыслимо тяжелых условиях. 29 декабря 1943 года крупнейшая в стране по тому времени машина дала электрический ток танковым заводам Урала!

В марте 1943 года, в самый разгар Великой Отечественной войны, принимают постановление о быстрейшем восстановлении производства турбо- и гидрогенераторов и крупных электрических машин на «Электросиле».

Вновь монтируют уникальные станки турбокорпуса — их не успели вывезти на Восток. Платформы с оборудованием толкают по заводским путям всей «артелью». Вручную подтаскивают многотонные станки к фундаментам. Восстанавливают мостовые краны. Намечена дата торжественного возрождения турбокорпуса — 1 мая 1943 года.

26 апреля 1943 года. С наблюдательной вышки завода поступает команда: «Внимание, внимание! Завод подвергается обстрелу. Всем укрыться».

Двести пятьдесят снарядов рвутся на территории завода. Убитые и раненые. Разбитые цеха. Разорванные водопроводные и паропроводные магистрали.

И все же 1 мая в израненном турбокорпусе с пустыми оконными проемами, со сдвинутой крышей заработали станки! В пяти километрах от фронта началось изготовление турбогенераторов, гидрогенератора 55 МВт для Рыбинской ГЭС, электрических машин специального назначения!

В конструкторском бюро «Электросилы» под аккомпанемент рвущихся артиллерийских снарядов создается первый в Европе турбогенератор 100 МВт с водородным охлаждением. Опытной машине не везло: газонепроницаемый корпус трижды пробивали вражеские снаряды... Иногда обстрелы длились более пяти часов. За время войны на «Электросилу» обрушилось 1500 снарядов и 400 авиационных бомб.

Трудные и славные послевоенные годы. С заводских цехов на электростанции Советского Союза и других стран отправляются все более мощные турбогенераторы.

* * *

Готовясь к командировке, я просматривал научно-технический сборник под названием «Электросила». В одной из статей рисунок — крутая кривая показывала рост производства электроэнергии в стране. Рядом другой график: рост мощности турбогенераторов, выпускаемых заводом. Обе кривые почти совпали.

Случайно ли такое? Почему необходимо увеличивать и увеличивать мощность

турбогенераторов? Не увлекаются ли проектировщики гигантоманией?

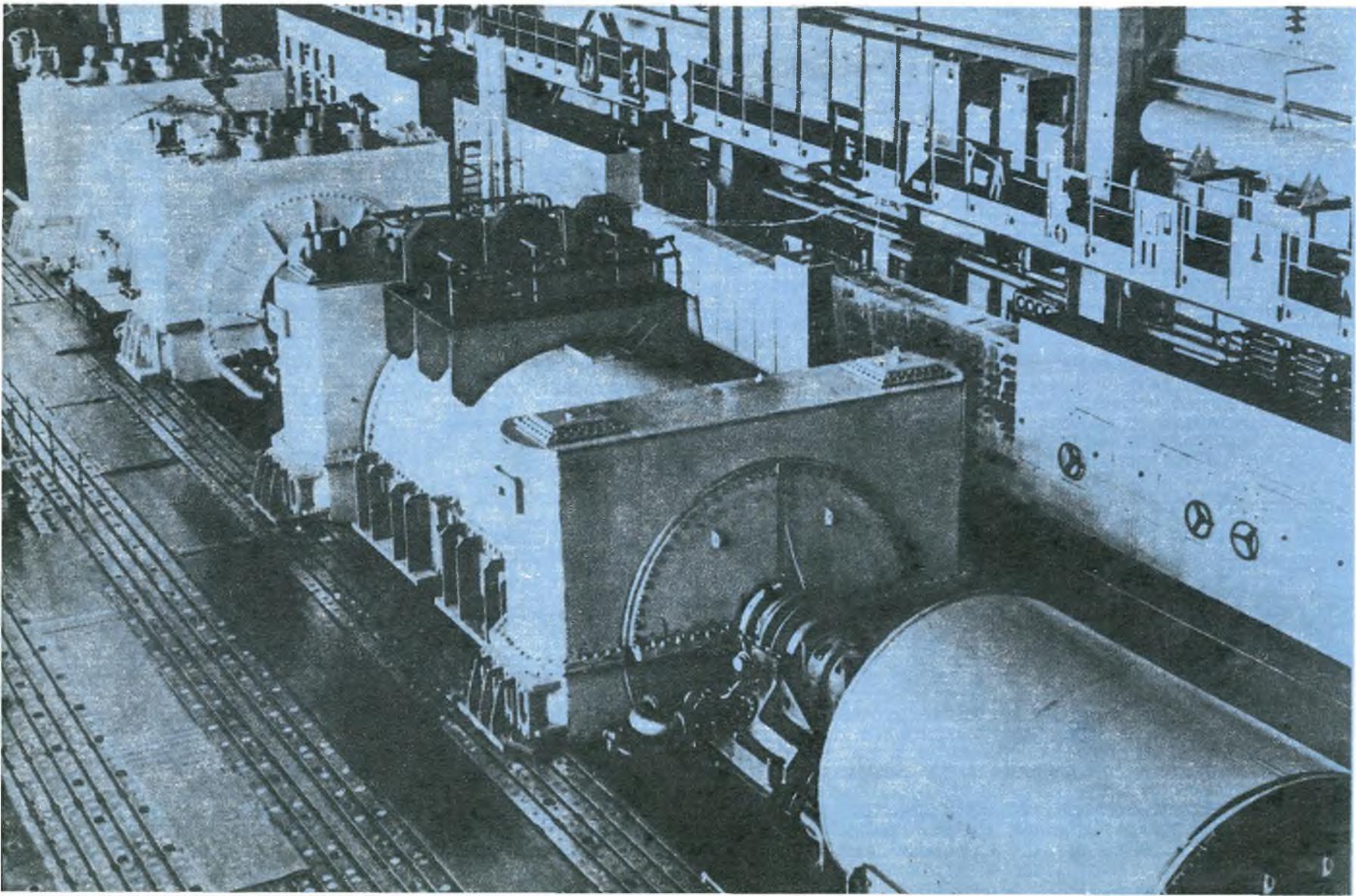
Эти вопросы я задал главному конструктору турбогенераторов Г. М. Хуторецкому. Он привел такой пример:

— Сравним две электрические станции одинаковой мощности, например 2400 МВт. На одной установим машины, которые «Электросила» выпускала в прошлые пятилетки, на другой — самые новые. Для первой станции завод должен изготовить восемь турбогенераторов по 300 МВт, для второй — только две машины мощностью 1200 МВт.

Электромашиностроители давно установили: чем крупнее машина, тем меньше при ее изготовлении расход материалов на единицу мощности. По сравнению с турбогенератором 300 МВт удельный расход материалов у турбогенератора 1200 МВт в два раза меньше. Следовательно, для изготовления двух новых турбогенераторов потребуется лишь половина материалов — обмоточной меди, изоляции, электротехнической стали и других, которые нужны, чтобы сделать восемь старых машин. А ведь на долю материалов приходится приблизительно три четверти себестоимости турбогенератора. И сделать две крупные электрические машины как бы «проще», чем восемь малой мощности: меньше требуется рабочих, не так напряженно работают станки, краны и другое оборудование. Восемь турбогенераторов на первой электростанции займут

Гигантская энергомашина — источник полноводных рек электрической энергии. Ее энергии достаточно на то, чтобы одновременно ярко светили двенадцать миллионов

ламп в сто ватт каждая. «Сверхмашина» — современная вежа на пути от плана ГОЭЛРО до свершений сегодняшних пятилеток.



в два раза большую площадь, чем два более мощных — на второй. И при строительстве электростанции — солидная экономия в капитальных затратах, увеличится производительность труда строительных рабочих, энергетические агрегаты введут в строй действующих быстрее.

И еще. Чем больше мощность электрической машины, тем выше ее коэффициент полезного действия, следовательно, получается солидная экономия топлива. Для обслуживания электрической станции с более мощными энергоблоками нужно меньше людей.

В связи с развитием промышленности и сельского хозяйства в Нечерноземье принято решение: вдвое увеличить мощность Костромской ГРЭС. К восьми действующим машинам по 300 МВт скоро присоединятся два турбогенератора-исполни по 1200 МВт.

Потребность в энергетическом оборудовании огромна. Многие экономисты считают: с учетом замены устаревшего оборудования электропромышленность должна каждые пять лет удваивать (по мощности) выпуск турбо- и гидрогенераторов.

Вывод очевиден: чтобы обеспечить растущие потребности народного хозяйства страны в электроэнергии, необходимо и дальше укрупнять мощность турбогенераторов. Но рост мощности турбогенератора происходит при весьма скромном увеличении габаритов машины — иначе ее невозможно перевезти по железной дороге.

«Фантастический уровень использования объема турбогенераторов», «чрезвычайная интенсификация охлаждения», «чрезвычайно высокие удельные нагрузки» — такие высказывания, столь редкие в научно-технической литературе, обязательно встречаешь в статьях о современных турбогенераторах.

В чем же заключена проблема охлаждения машины? Напряжение обмотки статора — 24 000 вольт. Существенно повысить его вряд ли удастся: проводники упрятаны в тесных пазах стального сердечника, и для изоляции остается очень мало места. Что делать, чтобы поднять мощность турбогенератора? Увеличивать ток. Но, как знает каждый из учебника физики, по закону Джоуля — Ленца увеличение тока в два раза вызывает выделение тепла, большее уже в четыре раза.

Турбогенератор 1200 МВт имеет необычайно высокий коэффициент полезного действия — около 99 процентов. Но даже один процент потерь — это 12 МВт, которые непрерывно превращаются в тепло внутри машины. Мощность, которую потребляет большой машиностроительный завод, выделяется в объеме лишь десятков кубических метров! Ясно, что без принудительного охлаждения обмотка мгновенно обуглится и машина потерпит аварию.

Турбогенераторы, которые выпускались «Электросилой» до войны, имели воздушное охлаждение. Мощный вентилятор создавал внутри машины ураган: 60 кубометров воздуха продували каждую секунду через турбогенератор 100 МВт. Однако даже такой воздушный поток не в состоянии отвести тепло от сегодняшней машины сверхбольшой мощности.

Водород имеет в семь раз большую теплопроводность, чем воздух. Водород вместо воздуха — это увеличение тока в машине, увеличение мощности на 20—25 процентов. Есть и другие преимущества. В среде водорода меньше стареет изоляция. Ротор вращается в среде, в десять раз менее вязкой, чем воздух; значит, снижаются потери на трение.

Вот почему для турбогенератора 1200 МВт конструкторы запроектировали

охлаждение ротора водородом. Но если в первых послевоенных машинах «Электросилы» охлаждающий газ отбирал тепло с поверхности обмотки через изоляцию, которая плохо проводит тепло, то в новейших турбогенераторах водород охлаждает обмотку ротора непосредственно. Изнутри. Часть проводников обмотки внутри полая, через них прогоняют газ под давлением.

Для отвода тепла от обмотки статора используют еще более эффективный охладитель, чем водород, — дистиллированную воду (обычная вода не годится — она проводник электрического тока). «Дистиллят» отдаст отведенное тепло технической воде и вновь возвращается в машину. Конечно, водородно-водяное охлаждение значительно усложнило конструкцию турбогенератора. Водород, что находится внутри корпуса под огромным давлением, стремится прорваться наружу. Смесь водорода с воздухом образует «гремучий газ», а источники воспламенения есть практически всюду. Чтобы не допустить взрыва, статор заключен в газонепроницаемый корпус, установлены масляные затворы. Использование охлаждения «водород плюс вода» оказалось весьма эффективным.

Проблема охлаждения — одна из труднейших, но далеко не единственная. Статор турбогенератора вибрирует с частотой 100 герц. Сто колебаний за одну секунду. За 30—40 лет машина должна выдержать миллиарды циклов. Не приведут ли вибрации к усталостному излому?

Изготовление турбогенератора 1200 МВт шло почти на пределе существующих возможностей «Электросилы» и заводов-смежников. Расскажу, для примера, как делали ротор.

В турбогенераторе нет более нагруженного узла, чем ротор. Ток силой 7,5 тысячи ампер, проходя по обмоткам, нагревает его, а центробежные силы стремятся разорвать ротор на куски. Линейная скорость точки, движущейся на поверхности ротора, — 700 километров в час, скорость реактивного пассажирского самолета. Только высоколегированные стали могут в течение многих лет выдержать столь тяжелый режим. К качеству металла предъявляют жесточайшие требования.

По зубцам и телу ротора замыкаются магнитные силовые линии, следовательно, материал обязан быть не только прочным, но и иметь хорошие магнитные характеристики.

Металлурги знают: увеличение размера слитка неизбежно сопровождается снижением его качества. Масса заготовки для ротора турбогенератора 1200 МВт огромна — 230 тонн. На Ижорском заводе имени Жданова, которому передали заказ, нет печей такой емкости. А ведь столь ответственная отливка должна быть выполнена однородной: без пустот, раковин, поверхностных трещин, с минимальным содержанием вредных примесей и газов.

...Одновременно работали две электропечи и одна печь мартеновская. Дело небывалое: технологический процесс в печат идет по-разному, а плавку надо вести синхронно. Еще никогда наши металлургические заводы не изготавливали такого крупного слитка.

Затем заготовку направили к мощному ковочному прессу. Несколько часов ковки. Нагрев. Снова ковка. Опять нагрев. Заготовку «ужали» в четыре раза, зато вытянули почти до семнадцати метров.

Когда цельнокованную заготовку привезли на «Электросилу», рабочие сказали: — Молодцы ижорцы. Чистая работа.

Еще недавно новые турбогенераторы по-настоящему изучались только после уста-

новки на электростанции. Проектируя еще более мощную машину, конструктор шел на риск, полагаясь на свою интуицию: не было данных об испытаниях турбогенератора предыдущей ступени. Возникла опасность серьезных ошибок.

Но как испытать под нагрузкой турбогенератор 1200 МВт? Исполни может снабдить электрической энергией 120 машиностроительных заводов — целый территориально-промышленный комплекс! Возможно ли создать приемник энергии такой мощности?

Ученые и инженеры «Электросилы» предложили остроумное решение. На заводе изготовили и установили в КМТ уникальную нагрузочную машину — генератор 1000 МВт. Турбогенератор 1200 МВт сочленили механически с нагрузочной машиной. Испытательная машина 1000 МВт работает как мотор, машина 1200 МВт как генератор. Генератор питает мотор, мотор вращает генератор. Колоссальная электрическая мощность циркулирует внутри двух машин, создаются режимы, близкие к эксплуатационным. Еще один двигатель пополняет мощность, которая расходуется на потери внутри главных машин. Работает автоматическая система сбора и обработки данных в ЭВМ.

За рубежом признали, что постройка этого испытательного стенда представляет «гениальное техническое достижение».

Недалек тот день, когда закончатся слаточные испытания в КМТ и турбогенератор 1200 МВт отправят на место службы — на Костромскую государственную районную электростанцию. Перевозить машину водным транспортом нецелесообразно: пришлось бы сооружать специальные причалы, оборудованные мощными кранами. А по железным дорогам страны еще никогда не везли такого тяжелого груза. Поэтому на Ворошиловградском тепловозостроительном заводе имени Октябрьской революции сделали уникальный многоосный сочлененный транспортер на 500 тонн. Статор машины массой в 450 тонн, длиной 11 метров водрузят на платформу, которая опирается на поворотные круги, установленные на тележках. Каждая из двух тележек имеет 16 колесных пар. Длина всего транспортера 60 метров. Перевозить турбогенератор 1200 МВт будут с предельной осторожностью, с небольшой скоростью, по специальному маршруту, свободному от тесных туннелей и узких мостов.

БУДУЩЕЕ

Многооперационный расточный станок высотой в двухэтажный дом — для обработки корпуса статора, гигантская поковка ротора, многоосный транспортер... Рождение «сверхмашин». Оно вызвало ускорение технического прогресса не только на «Электросиле», но на многих других заводах.

И все-таки, нельзя ли разработать принципиально другие турбогенераторы? Чтобы резко сократить их габариты и вес. Одновременно наращивая мощность. Есть такая возможность — машины со сверхпроводящими обмотками. Их сопротивление равно нулю, они остаются холодными при токах колоссальной силы.

Уходя из КМТ, я заметил рядом с машиной-исполномо небольшой опытный турбогенератор. В его роторе-криостате разместились сверхпроводящая обмотка возбуждения. Рядом стояли два дьюаровских сосуда, на одном была надпись «азот», на другом — «гелий». Сжиженные газы.

Машины «Электросилы» вступают в эру сверхпроводимости. ●

ЗВЕЗДНЫЙ ПУТЬ СТРАНЫ СОВЕТОВ

Двадцатую годовщину космической эры человечества мы отмечаем в год 60-летия Великой Октябрьской социалистической революции. Эти события связаны логикой истории. Успехи советских покорителей космоса стали возможными лишь благодаря усилиям Коммунистической партии и советского народа в создании могучих производительных сил социалистического общества, высокому уровню науки и техники в нашей стране.

Двадцать лет отделяют нас от начала космической эры. Срок в масштабах истории небольшой. Большинство из ныне живущих на планете людей хорошо помнит тот день, когда впервые в истории человечества мощная ракета, разорвав оковы земного притяжения, вынесла в космическое пространство Первый искусственный спутник Земли — первенец советской космической техники.

Но у истории космонавтики и темпы поистине космические. И двадцать лет для нее — срок необычайно емкий. Вслед за первым спутником в космос устремились десятки других спутников и межпланетных автоматических станций. Сегодня их трудно перечислить: спутники связи «Молния», «Экран» и «Радуга» и метеорологические спутники «Метеор», научные станции «Электрон», «Протон», «Прогноз»... Одних только «Космосов» уже почти тысяча! Двадцать четыре автоматические станции обследовали Луну, состоялось десять экспедиций космических аппаратов к Венере и семь — к Марсу.

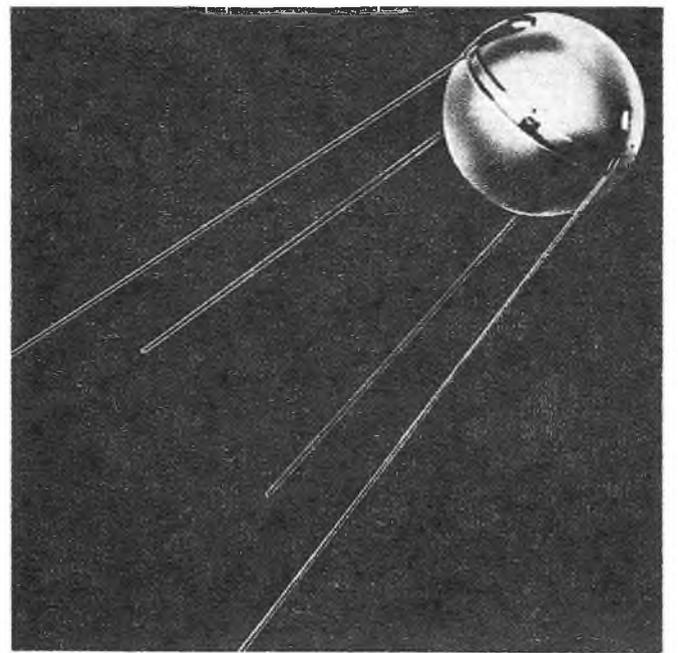
Уже на четвертом году космической эры во Вселенную шагнул Человек, посланец Страны Советов. Первый космонавт планеты Юрий Гагарин и поныне остается правофланговым большого отряда советских космонавтов, для которых космос стал местом работы. На смену кораблям «Восток» и «Восход» пришли мощные многоместные «Союзы». А надежным домом в космосе, прочной опорной базой и комплексной научной лабораторией стали орбитальные станции «Салют».

Преодоление мощной силы земного тяготения, вынос измерительных приборов за пределы атмосферы в космическое пространство и возможность проведения там длительных исследований — все это ярко подчеркивает величие научно-технического подвига человечества и, в первую очередь, советского народа. Подвига, открывшего грандиозные перспективы использования ракетно-космической техники на благо развития цивилизации.

Миновало время сенсаций и восторгов, скепсиса и недоверия. Космос уверенно и прочно входит в нашу жизнь и образ мысли, в научно-исследовательские программы и народнохозяйственные планы. Свидетельством этому — строки из «Основных направлений развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы»:

«...Продолжить изучение и освоение космического пространства, расширить исследования по применению космических средств при изучении природных ресурсов Земли, в метеорологии, океанологии, навигации, связи и для других нужд народного хозяйства».

Фото АПН — ТАСС



КОСМОС и НТР: ИТОГИ, ПЛАНЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

О роли космических исследований в научно-техническом прогрессе, проблемах и перспективах их дальнейшего развития по просьбе редакции рассказывает один из крупнейших специалистов космонавтики академик Г. И. ПЕТРОВ.

Освоение космоса поставило перед человечеством принципиально новые задачи, которые не могли возникнуть, скажем, еще 25—30 лет назад. Такие, например, как обеспечение нормальной жизнедеятельности и здоровья человека в условиях космического пространства. Или разработка систем автоматического управления полетом космических аппаратов.

Необходимость решения множества сложных задач вызвала к жизни большие научно-технические проблемы. Справиться с ними могли только крупные коллективы ученых и конструкторов на основе теоретических, экспериментальных и опытно-конструкторских работ самого широкого масштаба.

Космонавтика, таким образом, оказывается огромным комплексом дисциплин, включающим в себя сотни традиционных и новых отраслей науки, техники, производства, опирающимся на все достижения современного научно-технического прогресса. В свою очередь космические исследования объективно выступают как могучий рычаг этого прогресса, оказывая огромное воздействие на развитие научной и технической мысли, стимулируя развитие технических наук и появление все новых и новых конструкторских и инженерных разработок, ускоряя возникновение новейших отраслей производства, которым принадлежит будущее.

Космос с его небывало высокими требованиями к качеству изделий, к чистоте материалов, к надежности всех систем и узлов заставляет сегодня промышленность подтягиваться до того уровня, который не был доступен ей еще вчера, привлекать к себе на службу самые свежие достижения науки, улучшать и модернизировать все звенья производства.

Интересно отметить в связи с этим, что президент Национального центра космических исследований Франции профессор Юбер Кюрьен отметил как-то в беседе с журнали-

«Знание»
—
скала,
Октябрь,
1977

13

стами: «Космические исследования необходимы нам еще и для того, чтобы сделать французскую промышленность конкурентоспособной с промышленностью других стран... Самые ценные научные и технические результаты, найденные в процессе космических исследований, быстро приходят на производство, воплощаются в новые материалы, технологические процессы. Так космос многократно возвращает вложенные в него средства».

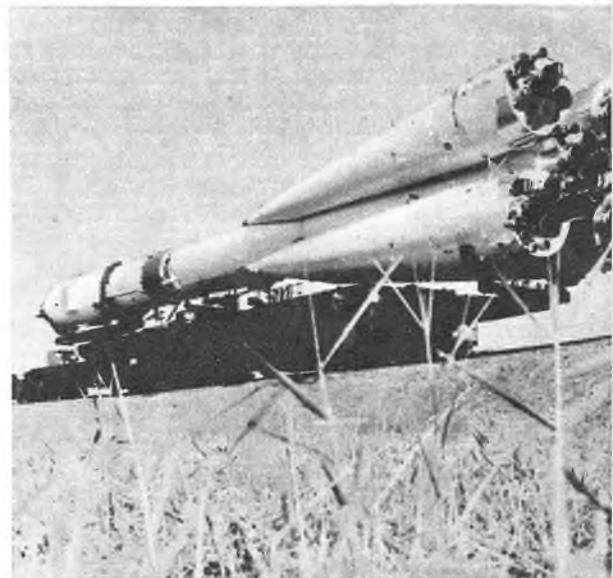
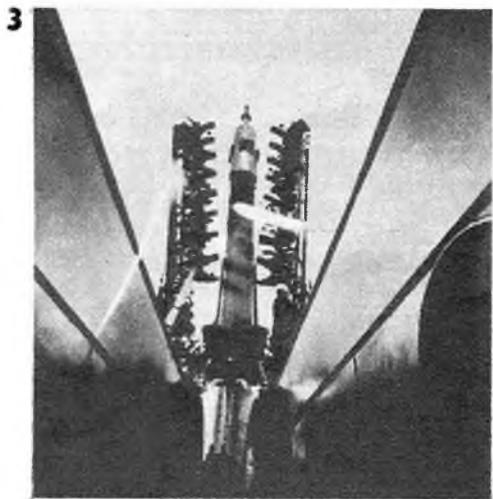
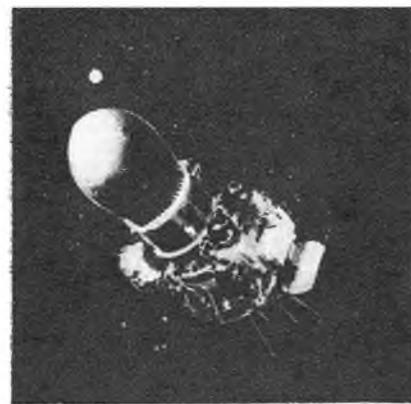
Наконец, космонавтика не только неизмеримо расширила наш кругозор, существенно пополнила наши знания о Вселенной, но и вызвала определенные изменения во многих философских категориях, в политике, праве. И мы по праву гордимся тем, что нашей стране — родоначальнице теоретической и практической космонавтики — принадлежит авангардная роль в освоении Вселенной.

Проникновение человека в космос — естественный и логичный шаг. Вслед за покорением водных просторов и воздуха человечество неизбежно должно было начать штурм космического пространства, сквозь которое несется наша Земля. Космическая стихия играет не менее важную роль в жизни людей, чем водная и воздушная, и завоевание ее будет иметь, бесспорно, большое значение.

ближних и дальних окрестностей Земли, соседних небесных тел. Решены многие основополагающие задачи освоения космоса, заложен надежный фундамент для дальнейших свершений. И подавляющее большинство этих этапных задач впервые решил Советский Союз, завоевав всемирное признание первооткрывателя космических трасс. Космические исследования прошедших лет — это сложные, насыщенные исследованиями программы полетов, это важный процесс рождения принципиально новых научных решений, идей, методов познания. Наша страна поистине стала Берегом Вселенной, как образно сказал выдающийся ученый, конструктор первых ракетно-космических систем академик Сергей Павлович Королёв.

Прежде всего космическая техника открыла возможность по-новому поставить изучение нашей собственной планеты и ее ближайших окрестностей.

Примером может служить применение искусственных спутников для целей геодезии. Они позволили с большой точностью измерить расстояния между континентами. С их помощью значительно уточнена подлинная гравитационная фигура Земли — так называемый геоид, и определены отклонения его



Заветное стремление послать в небесную высь нечто материальное, сотворенное руками человека, прошло длительную эволюцию от примитивной стрелы до шара, наполненного легким газом, от неуклюжего аэроплана-«этажерки» до реактивного самолета, от небольшой пороховой ракеты до искусственного спутника Земли. В наши дни в космос взлетают корабли и спутники, несравненно более сложные и лучше оборудованные, чем их предшественники — первенцы космической эры.

Цели советской космической программы определяются потребностями науки, народного хозяйства, требованиями научно-технического прогресса. Программа эта планомерно и последовательно охватывает различные области изучения и освоения космоса, включая исследования околоземного космического пространства, Луны и планет Солнечной системы с помощью автоматических аппаратов; осуществление беспилотных и пилотируемых полетов космических кораблей с целью проведения научно-технических исследований и отработки систем для новой космической техники; создание долговременных орбитальных станций и выполнение длительных космических полетов со сменой экипажа для решения практических народнохозяйственных задач и проведения научных исследований, требующих участия человека.

За истекшие годы получены уникальные экспериментальные данные, которые во многом изменили наши представления о природе

в разных областях от принимаемой средней фигуры Земли — эллипсоида вращения. Выяснилось, что существует некоторое соотношение между подобными отклонениями и тепловым излучением из недр земли. Наконец, оказалось, что Земля вовсе не находится в гидростатическом равновесии, как это принималось в соответствии с гипотезой, по которой материя как бы плавают на пластичной подкорковой магме. Отсюда можно сделать вывод, что Земля подвержена внутренним конвективным течениям, то есть вертикальным перемещениям масс из верхних слоев в нижние и наоборот. Все это значительно расширило наши представления о строении Земли в целом.

Огромное значение имели проводимые с помощью космических аппаратов работы по изучению верхних слоев атмосферы Земли и особенно связи ее состояния с деятельностью Солнца.

Солнечное коротковолновое излучение определяет состояние ионизации верхней ат-



6

12 апреля 1961 года вопрос, вынесенный в название научно-популярной лекции (фото 10), перестал быть вопросом. А имя и лицо этого человека (фото 2) стало известно всей планете. На развороте — подготовка и старты космических кораблей «Союз» (фото 3, 5, 6), А. Леонов в открытом космосе (фото 4),

гигантские чаши радиополотенки научно-исследовательского судна «Юрий Гагарин» (фото 7), след «Лунохода-1» на поверхности нашего вечного спутника (фото 8), космические аппараты «Марс-1» (фото 9), «Луна-3» (фото 11) и «Луна-9» (фото 1).

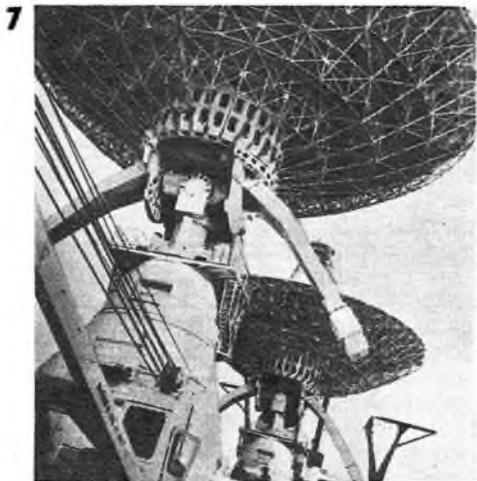
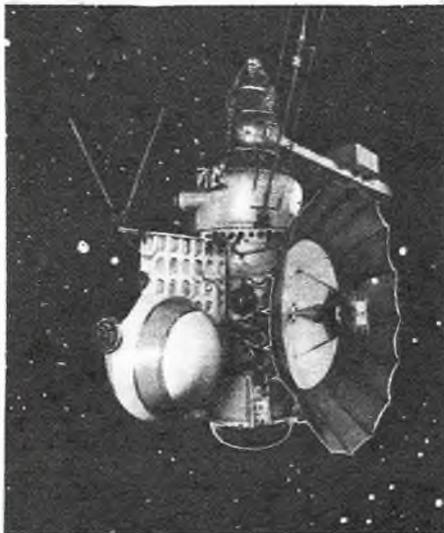
но, на формирование погоды и климата на Земле.

До начала космических полетов многие даже и не предполагали о существовании вокруг Земли так называемых радиационных поясов. Они были обнаружены уже на первых этапах космических исследований. Причем первые результаты измерений трактовались поначалу как открытие двух или даже трех поясов, или зон. Именно эти термины вошли в обиход, хотя сейчас уже доказано, что это единое сложное образование, структурно и функционально связанное с магнитосферой Земли.

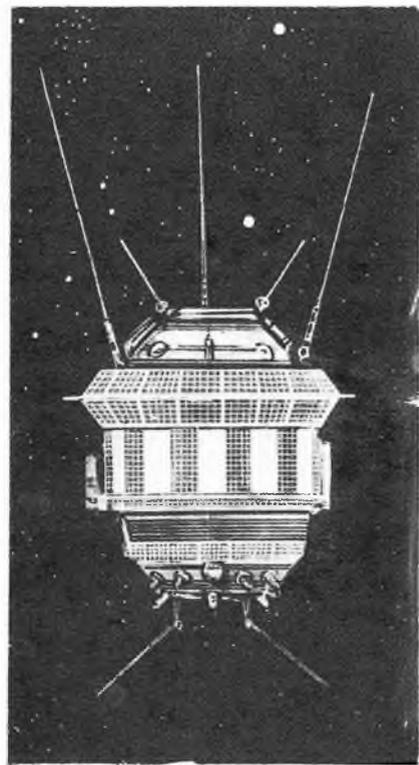
Измерения, выполненные на спутниках, космических зондах и аппаратах, направленных к Луне, Венере и Марсу, нарисовали нам величественную картину обтекания магнитосферы Земли порывистым солнечным ветром, который состоит в основном из протонов и электронов, летящих от Солнца со скоростью в несколько сотен километров в секунду. Там, где магнитосфера принимает на себя напор солнечного ветра, образуется ударная волна — узкая область повышенной концентрации частиц и их температуры. Фронт этой области отстоит от нашей планеты примерно на расстоянии порядка десяти ее радиусов на линии, соединяющей центр Солнца и Земли. Магнитосфера, сжатая ударной волной, вытягивается в направлении от Солнца, образуя как бы «хвост» — след Земли в космическом пространстве. Протяженность хвоста окончательно пока не установлена, но при полете наших автоматических станций серии «Марс» он регистрировался бортовой аппаратурой на удалениях порядка сотен земных радиусов.

Под воздействием порывов солнечного ветра или изменения корпускулярного излучения Солнца меняются границы магнитосферы, населенность частицами пояса радиации, состав и плотность верхней атмосферы Земли, возникают магнитные бури, полярные сияния и связанные с ними нарушения в радиосвязи. Изучение многочисленных механизмов взаимодействия корпускулярных по-

9



11



мосферы и делает возможным радиосвязь. Сама ионосфера представляет собой гигантскую естественную лабораторию для изучения процессов, происходящих в плазме при наличии электрических и магнитных полей. Сложные процессы, происходящие в верхней атмосфере и тесно связанные с деятельностью Солнца, обуславливают существенную динамичность этой среды и вместе с тем могут оказывать влияние на состояние атмосферы у земной поверхности и, следовательно,

токов, электромагнитного излучения Солнца с земной магнитосферой и атмосферой пока далеко от завершения. Еще менее понятен механизм явлений, разыгрывающихся на самом Солнце, которые приводят к изменению интенсивности корпускулярных потоков, магнитных полей и электромагнитного излучения

Знание — сила, октябрь, 1977

15

светила. Но новые средства исследований сулят такой прогресс в этой области науки, что в недалеком будущем, очевидно, можно будет заблаговременно предсказывать все эти явления.

Информация о коротковолновом излучении Солнца, которая доставляется нам средствами космической техники, вместе с совершенствованием математических методов позволит построить теории эволюции климата на Земле и предсказывать далеко вперед метеорологическую обстановку, прогнозировать засухи и годы избыточной влажности. Решение этой проблемы принесет человечеству огромные плоды и полностью окупит средства, затрачиваемые на космические исследования.

* * *

До начала космических исследований все наши знания по истории эволюции Земли были основаны лишь на геологических соображениях. С запуском автоматических планетных станций возникла возможность изучать строение Земли с точки зрения эволюционной планетологии, то есть сопоставления Земли с другими планетами.

За период менее двух десятилетий мы узнали о природе планет Солнечной системы, пожалуй, больше, чем за сотни лет развития астрономии до начала космической эры.

Еще в начале нашего века казалось не-

зад — тогда же, когда образовались самые древние породы земной коры, — и с тех далеких пор почти не изменились. Рельеф поверхности Луны, мало похожий на современный рельеф Земли, также в основе своей очень древний, хотя и продолжает несколько изменяться в результате падения метеоритов.

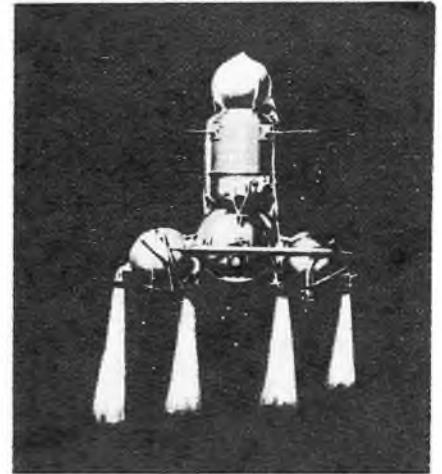
Интересно, что в последние годы в местах выхода на поверхность Земли наиболее древних архейских пород были обнаружены кольцевые структуры во многом схожие с лунными кратерами. По-видимому, Земля на заре своего существования переживала «лунную стадию» развития структуры и рельефа.

Многое мы узнали о Марсе. Анализ снимков его поверхности позволяет утверждать, что когда-то она подвергалась эрозионной деятельности, по ней текли реки, хотя сейчас присутствие воды на Марсе не обнаружено. Причина ее исчезновения пока не ясна. В целом же Марс оказался планетой активной — тектонически и метеорологически.

Большие возможности использования автоматических устройств в исследовании космоса особенно убедительно были продемонстрированы советскими специалистами в экспериментах со станциями серии «Венера». Плотная «чадра» облачного слоя окутывает Венеру, полностью скрывая от нас поверхность планеты. В течение более чем двух столетий астрономы тщательно изучали ее ат-

душем? Для ответов на эти вопросы нужно получить множество сведений о планетах. Кроме общих характеристик, таких, как масса, размеры, форма, период вращения, необходимо понять строение и химический состав поверхностей планет, их температуру, а также температуру атмосфер, качественный и количественный состав их.

О планетах-гигантах известно в настоящее время гораздо меньше, чем о планетах земной группы. Типичным и вместе с тем наиболее близким к нам представителем планет-гигантов является Юпитер, и его изучению должно быть уделено наиболее пристальное внимание. Очень важная, хотя и весьма трудная, задача — внедрение космического аппарата в атмосферу Юпитера.



Автоматическая станция «Луна-16».



За полетом первого искусственного спутника Земли затаив дыхание следили специалисты ракетной техники

и космонавтики, профессиональные астрономы и любители, следила вся страна, весь мир.

возможным увидеть обратную сторону самого близкого к нам небесного тела — Луны. Это приводилось как пример неразрешимой задачи. Но всего через два года после запуска первого спутника советская станция «Луна-3» сфотографировала ее обратную сторону. Теперь мы имеем возможность получить карты Луны, почти столь же подробные, как и земные. На фотографиях, переданных с борта лунных станций, совершивших мягкую посадку на поверхность нашего естественного спутника, можно различать детали размером около миллиметра.

С Луны доставлены и исследуются в лабораториях образцы грунта. Мы теперь знаем состав горных пород из областей с разным характером рельефа. Знаем, что они вулканического происхождения, образовались очень давно, почти четыре миллиарда лет на-

тмосферу. Однако оптические наблюдения не давали ответа на вопрос, что преобладает на Венере — азот или углекислый газ, каковы свойства ее атмосферы ниже облаков, каковы температура и давление у поверхности планеты. При оценках величины поверхностного давления указывались, например, значения от единиц до нескольких сотен атмосфер. Разногласия были сняты только после полета советских автоматических станций серии «Венера», осуществивших измерения непосредственно в глубине атмосферы и на поверхности планеты.

Венера и Земля оказались очень разными планетами из почти равного количества одинаковых материалов!

В следующем десятилетии ученые, занимающиеся космическими исследованиями, рассчитывают получить информацию практически о всех планетах Солнечной системы. Основные исследовательские задачи здесь можно разделить, конечно весьма условно, на три класса.

Первый — происхождение Солнечной системы в целом. Как и когда возникла вокруг Солнца наша система планет, как она эволюционировала и какой она станет в бу-

В целях разгадки происхождения планет Солнечной системы необходимо особое внимание обратить на изучение твердого вещества, рассеянного в межпланетном пространстве, с тем чтобы выснить, в частности, соотношение между планетным веществом и веществом комет, метеоритов и другой межпланетной материи.

Шведский ученый Х. Альвен предлагает высадку на астероид. Это очень трудно. Но есть другой выход — сбор космической пыли на дальних орбитах в течение длительного времени. Можно себе представить разветвленные в космосе панели из вещества очень малой плотности, в котором за несколько месяцев может накопиться какое-то количество негоревших и неиспарившихся мельчайших пылевых частиц.

Неплохо бы «подстроиться» к какой-нибудь комете и сфотографировать ее с близкого расстояния, чтобы увидеть ядро. Это важно по многим причинам. В частности, есть много оснований считать остатком кометы знаменитый Тунгусский метеорит. Падение подобных тел на Землю происходит довольно часто. Следовательно, их роль в увеличении массы планет очевидна, а это обстоятельство до последнего времени недостаточно учитывалось.

Второй класс задач в исследовании Солнечной системы связан с изучением инопланетных атмосфер, что крайне ценно, в частности, для земной климатологии. Возможность изучать высокотемпературную, весьма плотную, многокомпонентную атмосферу Венеры и очень разреженную атмосферу Марса открывает перспективы построения общей термодинамики атмосфер планет земного типа. Тем самым можно будет в обозримом будущем иметь научно обоснованные методы управления погодой и разумного воздействия на климат нашей родной планеты.

Наконец, третий класс задач — происхождение жизни. Около тридцати лет назад выдающийся советский ученый академик В. И. Вернадский писал: «Для Марса существование на нем проявлений жизни во мне не вызывает сомнений». С той поры наши представления о природных условиях на «красной планете» претерпели значительные изменения. Вероятность существования там каких-либо форм жизни оценивается уже не столь оптимистично, как раньше. Но доказать однозначно, что на Марсе жизни нет и не было, не менее важно, чем найти ее.

Ракеты, выносящие приборы за пределы атмосферы нашей планеты и магнитосферы, позволили преодолеть основную слабость наземной астрономии — невозможность наблюдений с Земли электромагнитных волн короче 3000 ангстрем, которые полностью поглощаются в толще воздушной оболочки. На наших глазах произошло рождение новых направлений древней науки — рентгеновской и гамма-астрономии. Появилась возможность вести наблюдения во всем спектре излучений, посылаемых Вселенной. Мы видим только начало этой революции, но даже первые уже полученные результаты говорят о том, что этот переворот в технике астрономических исследований даст открытия первостепенной важности.

В космическом пространстве от окрестности нашей планеты до самых удаленных областей Вселенной непрерывно идут самые разнообразные процессы, «ставятся эксперименты», позволяющие познать самые фундаментальные законы строения материи. Быть может, среди космических объектов будут найдены такие, которые описываются неизвестными нам законами физики. Может быть, в каких-то космических телах происходят совершенно неведомые процессы, которые ответственны за выделение огромных количеств энергии. Ведь именно астрофизики еще до первых лабораторных работ сделали вывод о существовании термоядерных реакций.

Всего 15 лет назад был открыт первый, помимо Солнца, источник рентгеновского излучения, а сейчас их известно свыше двухсот. В области гамма-астрономии обнаружено несколько источников локального гамма-излучения. Такого рода излучение обычно возникает при каких-либо ядерных превращениях и может дать очень важную информацию об экстремальных состояниях вещества.

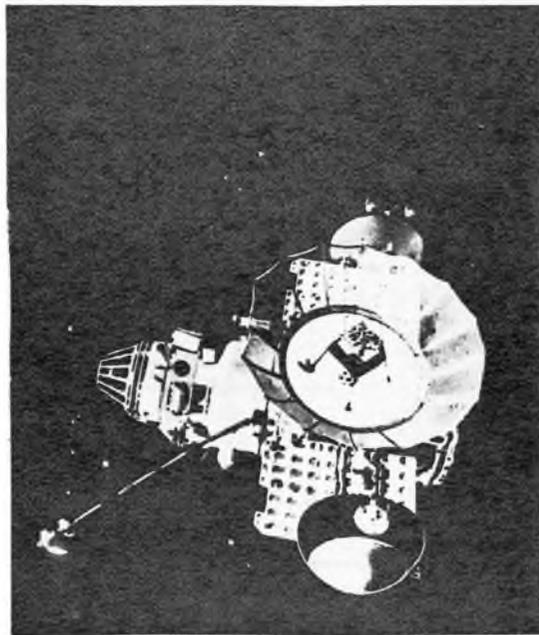
* * *

Уже сейчас космические аппараты приносят непосредственную пользу людям. Освоение ближайшей к Земле зоны космического пространства позволило радикально усовершенствовать и упростить решение многих практических задач, например связи на дальние расстояния. В Советском Союзе работают спутники серий «Молния» и сеть наземных приемных станций «Орбита». С их помощью обеспечивается передача программ Центрального телевидения из Москвы на Дальний Восток и даже Кубу. Уже сейчас с использованием спутника «Экран» проводится передача телепрограмм непосредственно на антенны коллективного пользования. Дальнейшее совершенствование космической техники обеспечит прием телевизионных программ непосредственно на индивидуальные антенны. Можно представить, что это значит, если вспомнить, что одна из самых высоких в мире телевизионных антенн — Останкинская телебашня в Москве — обеспечивает передачу телевизионных программ на расстояние немногим более 100 километров. Спутники связи не только сэкономили огромные средства, но и подключили десятки, а если говорить обо всей планете, то сотни миллионов людей к всеобъемлющим артериям связи.

Прочно вошла в нашу повседневную жизнь космическая метеорология. Если наземные обсерватории фиксируют лишь местные и мимолетные изменения погоды, то аппаратура, выведенная на космические орбиты, может дать нам общую картину климатологических явлений, собрать сведения об образовании и движении облаков, о радиационном балансе системы Земля — атмосфера, об изменениях снежного и ледового покрова, о смещении воздушных масс и образовании циклонов. Но все это только первые шаги. Межгосударственный обмен метеорологической информацией, полученной со спутников, позволит людям успешнее бороться со стихийными бедствиями, а это еще один шаг на пути покорения человеком сил природы. Научившись же предсказывать погоду, мы в конце концов научимся и контролировать ее.

Вырисовываются возможности использовать космические средства и для диспетчеризации воздушного и морского транспорта.

Одно из новых направлений, которое просматривается сейчас в части применения космических исследований в народном хозяйстве, — космическая технология. Невесомость, глубокий вакуум и солнечное излучение создают уникальные условия для организации вне Земли высокоэффективного промышленного производства, сооружения мощных энергетических станций и крупномасштабных



Автоматическая межпланетная станция «Венера-3».

экспериментальных установок.

Сегодня уже ясно, что в космосе можно получать уникальные полупроводниковые кристаллы, монокристаллы больших размеров и высокой чистоты, кристаллы с заранее заданными свойствами и четким распределением примесей. В невесомости можно соединять практически все металлы, получать самые различные сплавы, смешивать газы с металлами. Это открывает путь к созданию, в частности, легких и высокопрочных пеноматериалов за счет равномерного распределения в металле замкнутых пузырьков воздуха.

В последние годы пристальное внимание ученых привлекли проблемы, связанные с использованием космической техники для изучения окружающей среды и природных ресурсов нашей планеты. Дело в том, что космические средства наблюдений позволяют охватить огромную территорию. Их информация обширна, надежна и оперативна. Результаты наблюдений из космоса относятся к самым различным наукам о Земле — геологии и географии, биологии и климатологии, физике атмосферы, почвоведению, океанологии, сель-

скому хозяйству и т. д. Иными словами, возникло и развивается новое научное направление, которое иногда принято называть космическим земледелием.

Конечно, непосредственно с орбиты не скажешь, где именно нужно бурить нефтяную скважину, закладывать новую шахту и т. д. Для точных прогнозов используется совокупность всех факторов — как космическая информация, так и дополняющее ее множество земных данных. Однако орбитальная геология в ряде случаев способна стать генеральным направлением поиска.

Только космические аппараты способны охватить и «просмотреть» в глобальном масштабе всю океанскую акваторию и дать полную и достоверную информацию о состоянии и динамике океанических водных масс, а также о биологических характеристиках Мирового океана. Анализ данных, получаемых из космоса, позволяет выделить среди безбрежных пространств участки, наиболее перспективные для образования промысловых скоплений рыб, и уже в пределах этих районов вести тщательные поисковые работы.

Наибольшее количество информации о земных объектах добывается в видимом диапазоне с помощью фотографических средств. Однако такая съемка может выполняться только в светлое время суток. Кроме того, облачность нередко полностью закрывает тот или иной участок земной поверхности.

Решение проблемы — в расширении диапазона исследований в инфракрасную, субмиллиметровую и радиоволновую область спектра вплоть до метровых волн. Важнейшим достоинством теплового инфракрасного диапазона является возможность «видения» как днем, так и ночью. Инфракрасные приборы обнаруживают участки растительности, пораженные заболеваниями, выходы геотермальных вод, глубинные разломы земной коры, загрязнение водоемов и многое другое. Изображения в радиодиапазоне получают, невзирая на погоду. Радиоволны несут информацию о влажности почвы, ее засоленности. Увеличение длины волны позволяет «просматривать» не только верхний покров Земли, но и слой глубиной в несколько метров.

* * *

В нашу эпоху, когда наука стала общественной производительной силой, космонавтика и космические исследования будут играть все большую роль в прогрессе всего общества. Их значимость особенно возрастает в связи с необходимостью решения многих глобальных проблем, которые в настоящее время волнуют все человечество и решение которых нельзя ограничивать национальными рамками, они требуют научных сил всего человечества.

Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев отметил в отчетном докладе съезду: «Уже сегодня достаточно важны и актуальны такие глобальные проблемы, как сырьевая и энергетическая, ликвидация наиболее опасных и распространенных заболеваний и охрана окружающей среды, освоение космоса и использование ресурсов Мирового океана. В перспективе они будут оказывать все более заметное влияние на жизнь каждого народа, на всю систему международных отношений. Наша страна, как и другие страны социализма, не может стоять в стороне от решения этих проблем, затрагивающих интересы всего человечества».

Исполнилось 20 лет космической эры. Многие из того, что казалось удивительным в первые годы, сейчас стало будничным. За короткий срок космические исследования, космическая наука приобрели огромное значение, которое превзошло самые смелые мечты пионеров космической техники.

КОСМИЧЕСКАЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Человек и космос.

С первыми шагами человека в космическом пространстве возникла новая форма взаимоотношений между людьми и природой, встали новые, неведомые прежде проблемы. И прежде всего это ощутили те, кому довелось участвовать в космических полетах.

Своими впечатлениями и размышлениями о некоторых особенностях космических исследований делится с нашим корреспондентом Б. Дмитриевым летчик-космонавт СССР, Герой Советского Союза Георгий Михайлович ГРЕЧКО.

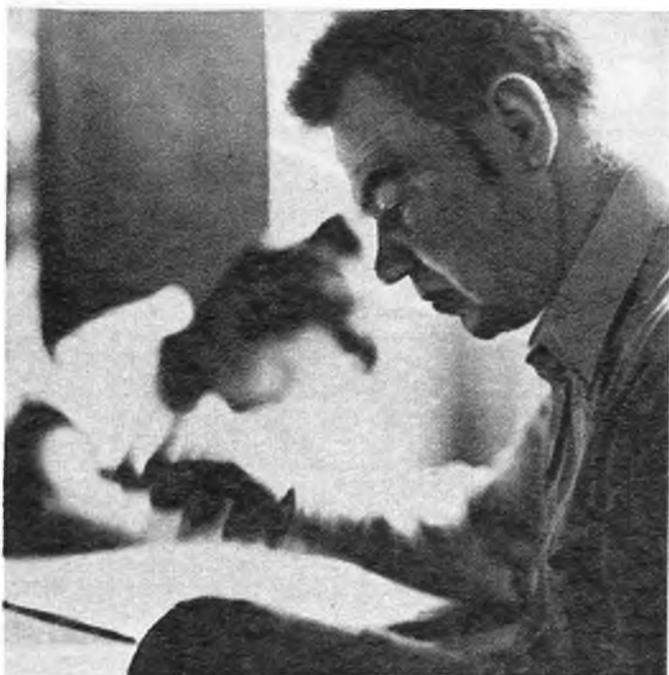


Фото В. Бреля

Корреспондент: — Георгий Михайлович, вам, бортинженеру орбитальной станции «Салют-4», довелось летать там, где пока еще побывали лишь немногие из людей, — за пределами нашей планеты, вашим рукам подчинялась совершенная техника — космический корабль и орбитальная станция. Вы один из участников тех событий, с которых началась космическая эра. Ее наступление было предопределено творческими усилиями очень многих людей. В нашей стране мощным стимулом таких усилий явилась забота партии и правительства.

Сейчас, через двадцать лет после славного ее начала, хочется представить тот уже далекий осенний день 1957 года.

Г. М. ГРЕЧКО: — Да, мне посчастливилось рассчитывать орбиту первого спутника. Работы у нас было не по горло, а выше головы. Мы, случалось, даже не уходили домой на ночь, а спали тут же, на столах. Электронно-счетные машины перегревались от непрерывной работы. Все же за суетой дел мы чувствовали значение происходящего. И когда спутник благополучно вышел на орбиту, подав оттуда сигнал, мы знали, что это событие взволнует человечество. Но силу последовавшего мы тогда недооценивали.

Корреспондент: — Да, это событие, без преувеличения, потрясло мир. Как и полет Гагарина. Как и достижение иных планет Солнечной системы. Теперь мы можем оценить его последствия.

Г. М. ГРЕЧКО: — Есть «последствия», с которыми все более или менее ясно. Несомненно, что достижения космонавтики стимулировали прогресс науки и техники в самых земных, казалось бы, областях. Общеизвестно, какие огромные знания о Солнечной системе и своей планете мы приобрели. Зримые чисто прикладные достижения космонавтики — переброшенные за тридцать земель теломосты, пристальное, извне слежение за погодой, изучение недр с орбиты и многое, многое другое. Спутники сейчас становятся контролерами состояния земли, воды и воздуха. А дальше? Дальше, может быть, индустриальные мощности вынесут в космос и прев-

ратят окрестности планеты в промышленный пригород, а саму Землю — в уютный и цветущий дом. Ведь в космосе мы найдем все что угодно, — вещество, энергию. Правда, я думаю, возможны и другие решения. Но интересно подумать и о том, что не поддается экономическому анализу и количественному исчислению, — о двадцатилетнем воздействии космоса на наше сознание, его развитие и рост... Космос постоянно влиял на людей. Во все века люди видели звезды и задумывались над тем, что это такое. Космос всегда влиял на земную жизнь своими излучениями, зрелищем комет, падением метеоритов... Сейчас принципиально изменилось только одно: мы вышли в космос. Ныне уже привыкли сравнивать космические достижения с земными делами. Отношение к ним как бы обрело новое измерение: «Если мы там можем такое, то и здесь все должно быть на высоте!»... Мы тогда почувствовали себя более могучими. Прибавилось гордости. И, очевидно, требовательности. Впрочем, всякая победа приподнимает.

И вот спросим себя: как же это обогатило наш духовный мир? Вопрос, согласен, нелегкий. Куда проще оценить научно-технические последствия выхода человека в космос. Проще по одному тому, что в этом анализе можно прибегнуть к числу и мере.

Корреспондент: — Например, космические полеты наглядно показали всему человечеству малость Земли, хрупкость ее биосферы.

Г. М. ГРЕЧКО: — Небольшое уточнение. Земля и с орбиты не кажется маленькой, такой она выглядит издали, с Луны, например. А в полете над ней — там другое. Минут за двадцать под тобой проплывает вся Африка. Думаешь: «Сколько же лет когда-то уходило на ее пересечение и исследование! И как теперь все изменилось...»

Кстати... у нас на орбитальной станции рос горох. Знаете, я часто подлетал к нему лишь затем, чтобы на него взглянуть, полюбоваться. Четыре стебля были для нас рощей, лесом. Еще после полета обострилось мое восприятие музыки. Нет, она и прежде доставляла мне удовольствие. Но полюбил я ее по-настоящему лишь после возвращения из космоса.

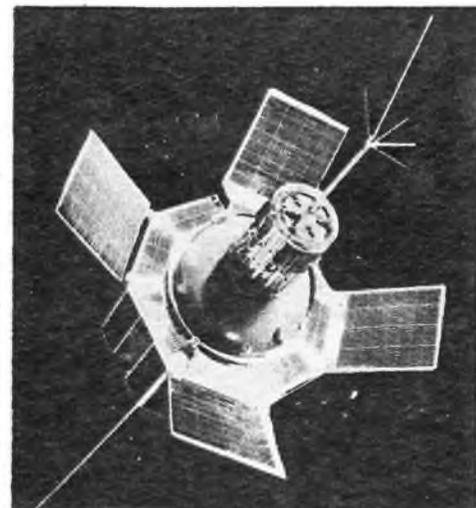
Корреспондент: — Жаль, что космос доступен лишь немногим.

Г. М. ГРЕЧКО: — Со временем, уверен, он будет доступен всем. Как небо.

Во всяком случае, когда школьников станут возить в космос на экскурсию, то географию они будут любить и знать на «отлично», не сомневаюсь в этом.

Корреспондент: — Перед полетом вы, разумеется, просмотрели о космосе все, что надо, подробно расспросили своих уже летавших товарищей...

Г. М. ГРЕЧКО: — Конечно, я создал в уме модель ожидаемого. И все оказалось точно таким, каким я это представлял себе на Земле. Даже невесомость меня ничуть не поразила. Летаю себе и летаю, так и должно быть. Невесомость я сразу воспринял как нечто естественное, хотя на тренировках она возникала лишь кратковременно.



Корреспондент: — Неужели воображаемое так-таки совсем не разошлось с действительным?

Г. М. ГРЕЧКО: — Вид Земли оказался гораздо прекраснее... Ни один снимок, ни один фильм не может выразить подлинную красоту Земли, особенно ее космических закатов. Об этом мне говорили все, кто летал прежде. Так и оказалось. Словами эту красоту, увы, передать нельзя. Может быть, голография сможет воссоздать на снимках всю гамму земно-космических красок.

Корреспондент: — Вы мимоходом обронили фразу, которая немислима в устах тех, кто не бывал в космосе.

Г. М. ГРЕЧКО: — Какая фраза?

Корреспондент: — «У нас на станции рос горох. Я часто подлетал к нему...» Для вас эти слова нечто само собой разумеющееся. А для меня их будничная обыченность — сигнал необычного. «Я подлетаю к гороху» — мы же так не говорим, у нас и выражения такого не может возникнуть! А для вас — это уже быт.

Г. М. ГРЕЧКО: — Естественно. Когда с месяц поживешь в невесомости, иначе не скажешь.

Корреспондент: — Предсказать такие «мелочи» фантазия не способна.

Г. М. ГРЕЧКО: — Но роль воображения, фантазии, между прочим, важна настолько, что я остановлюсь на этом особо. Меня и многих моих коллег в космос позвала фантастика. Без этой литературы мы, возможно, тоже стали бы инженерами. Но к созданию космической техники мы не обратились бы. Не возникло бы такого, охватившего общим устремлением коллектива. Полеты, конечно, все равно состоялись бы, но позже. Гораздо позже, наверно. Сподвижником выхода человека в космос был сначала мечтатель, затем фантаст, далее теоретик. Цепь замкнули те, кто благодаря достигнутому уровню техники, экономики смогли, сделав рывок, осуществить мечту и фантазию.

Девяносто процентов всего нового в науке (есть такие подсчеты) осуществляет десятая часть научных работников. Такова в науке и технике роль творческой личности. Конечно, нельзя так понимать, что остальные девять десятых ничего не делают. Делают, и очень много полезного, ведь работа не сводится к созданию одного только нового. Но та десятая часть играет совершенно особую роль. Не только в смысле огромной продуктивности. Такие ученые создают завскаску, от них зависит общий творческий тонус коллектива, они катализаторы ускорения. Таким людям, однако, достается удвоенное число не только роз, но и терний. Творческий человек, который всегда что-то выдумывает и фантазирует, — личность беспокойная и беспокойная. Есть уже, допустим, хорошее, опробованное техническое решение, а он вдруг предлагает нечто лучшее, совершенно оригинальное. Прекрасно? Очень! Но то хорошее решение уже опробовано. А тут еще сроки, материальные и финансовые возможности, наконец, престиж тех, кто выработал прежнее решение. Энтузиаст же настаивает, он же принес новое, лучшее! Конфликт... Подобных конфликтов сколько угодно. На определенном этапе технического развития нужен и неизбежен скачок. Тут творческая, беспокойная, инициативная личность ученого-изобретателя желанна и незаменима. Но есть плавные, спокойные этапы развития, отработки уже накопленных идей. Здесь творческая личность вносит помехи. В этих ситуациях крайне важна роль руководителя. От того, понимает ли руководитель суть подобных конфликтов, умеет ли он гасить их безболезненно, ценит ли талантливых фантазеров, зависит очень многое.

Образцом такого руководителя был Сергей Павлович Королев. Вот кто понимал натуру творческого человека, генератора идей! Он сам был таким. Но еще он замечательно видел и учитывал трезвую действительность. Творческий порыв он не сбивал никогда, внимательно прислушивался к таким, казалось бы, фантастическим, но, разумеется, грамотным идеям, поддерживал их и, когда мог, обязательно запускал в дело. А когда реальные условия производства ставили прекрасной идее неодолимую преграду, Королев так умел растолковать обстановку и причину отказа, что энтузиаст не уходил от него с опущенными крыльями.

Но мы отвлеклись от темы нашего разговора...

Корреспондент: — Вообще нет. Чего мы хотим, как не гармоничного, творческого развития всех и каждого? Это ставилось и ставится важнейшей государственной задачей. Говоря о тех, кто подготовил и осуществил прорыв в космос, вы, по существу, говорили о том творческом настрое, без которого и не было бы столь внушительных успехов. Но ведь крупный творческий коллектив — явление исторически совсем недавнее...

Г. М. ГРЕЧКО: — Раньше о таких коллективах и таких проблемах речи не шло — их просто не было. Или они существовали в зародыше, возникали в другой форме. Всегда были отдельные творческие личности, со временем стали появляться творческие группы, и вот мощные научно-технические коллективы такого рода — это уже новое. Насколько возросла в нашей стране мера творчества за последние шестьдесят лет! А за минувшее со дня запуска первого спутника двадцатилетие? Возросла явственно.

Б. АБРАМОВ
С. АБРАМОВ

КАК ОБЖИВАЮТ КОСМИЧЕСКИЙ ДОМ

Шесть лет прошло с того дня, как на околоземную орбиту была запущена первая космическая орбитальная станция «Салют», открывшая принципиально новый этап в исследовании и освоении космического пространства.

Сегодня мы рассказываем о том, как от запуска к запуску совершенствуются наши орбитальные станции; что делается для того, чтобы увеличить продолжительность их активного существования, расширить возможности автоматики и человека в космосе. Все это — задачи первоочередной важности. Ведь только имея надежную опорную базу в космосе, человек сможет по-настоящему взяться за его освоение. И за освоение Земли — из космоса.

СОЛНЕЧНЫЕ КРЫЛЬЯ

Не будет преувеличением сказать, что одной из важнейших систем космических аппаратов и пилотируемых орбитальных станций, в частности, является система энергопитания, которая обеспечивает нормальную работу оборудования и жизнедеятельность экипажа. Сотни приборов и устройств, десятки электромоторов требуют постоянного потока электроэнергии, не зависящего от положения станции в пространстве, времени суток и т. д. «Сердцем» системы энергопитания являются солнечные батареи, раскрытые панели которых были, с легкой руки одного из космонавтов, названы «крылышками». Сейчас никого не удивляет их присутствие на станциях и некоторых космических кораблях типа «Союз». И кажется вполне естественным, что снабжение электроэнергией происходит именно от солнечных батарей, расположенных снаружи станции и использующих «даровую» энергию Солнца.

Напомним, что ни на одном американском космическом корабле, и в том числе на «Аполлоне», не имелось солнечных батарей, а источником электроэнергии служили топливные элементы. Однако единственная американская станция «Скайлэб» была ими оснащена. Выбор для космического аппарата той или иной энергосистемы зависит не от принципов конструкторов, а от тех задач, которые призван решать данный аппарат.

Первые «солнечные крылья» для пилотируемых аппаратов появились давно — еще при конструировании космических кораблей типа «Союз» было решено установить на них раскрывающиеся при выходе на орбиту панели солнечных батарей. Конструкция оказалась надежной, пригодной для длительной работы в суровых условиях открытого космоса. Достаточно сказать, что полупроводниковым элементам батарей приходится испытывать громадные перепады температур от 130°C на солнечной стороне до минус 150°C в тени. Их бомбардирует мощный поток заряженных частиц, солнечной радиации, микрометеоритов.

Как и на некоторых кораблях серии «Союз», солнечные батареи на «Салюте-1» общей площадью 42 квадратных метра жестко закреплялись на корпусе станции в районе переходного отсека и двигались установкой. Недостатком такой конструкции была необходимость введения в программу полета станции специальных режимов «закрутки» — ориентации станции на Солнце так, чтобы его лучи падали на плоскость панелей перпендикулярно. При жестком креплении панелей к корпусу для этого требовалось поворачивать всю станцию. Подобные маневры затрудняли проведение автоматических наблюдений, исследование участков земной поверхности и, кроме того, приводили к значительному расходу топлива.

Готовя к полету станцию «Салют-3», конструкторы учли все это и внесли в систему энергопитания существенные изменения. Панели солнечных батарей получили возможность свободно, независи-

мо от станции поворачиваться, ориентируясь на Солнце. Программа исследований на «Салюте-3» потребовала больших затрат электроэнергии. Кроме того, транспортный корабль теперь имел иную систему электрического обеспечения, исключая солнечные батареи. Это вызвало увеличение размеров и размещение панелей солнечных батарей на самой станции.

Малочисленным экипажам станций приходится выполнять обширную программу в общем-то при дефиците времени. Это, в свою очередь, требует максимально автоматизировать ряд операций по обслуживанию систем станций.

Поэтому, кроме увеличения площади панелей, конструкторы решили полностью автоматизировать систему управления солнечными батареями. Они дополнили ее специальной следящей системой: солнечные датчики, расположенные на корпусе станции, следят за ее положением относительно светила и подают сигналы автоматическому устройству управления. Оно-то и устанавливает плоскости батарей в нужное положение по отношению к Солнцу. Казалось бы, скромное техническое достижение, но оно позволило заметно облегчить труд космонавтов.

При подготовке «Салюта-4» конструкторы вновь столкнулись с дефицитом электроэнергии. Ведь на четвертой станции должны были разместиться свыше 1300 отдельных агрегатов и приборов, сотня электродвигателей. Простое увеличение площади панелей уже не могло быть решением проблемы — давал о себе знать эффект парусности крыльев, с которым приходится считаться даже на космических высотах. Практически незаметные остатки земной атмосферы, атомы воздуха постоянно «притормаживают» движение станции по орбите — чем больше ее аэродинамическое сопротивление, тем сильнее.

Пришлось изменить число и расположение «крылышек» по сравнению с «Салютом-1», еще раз увеличив их габариты. На «Салюте-4» установили не четыре, как на первой (две в носовой и две в кормовой частях станции), а три большие панели площадью 60 квадратных метров. Мощность бортовой гелиоэлектростанции возросла до 4 киловатт. Все панели солнечной батареи крепились к станции по одной окружности, на внешней поверхности цилиндра малого диаметра.

ХЛОРЕЛЛА, КРЕПИС, ОГУРЦЫ И ПШЕНИЦА

Одна из главных целей биологических экспериментов в космосе связана с обеспечением будущих, еще более длительных космических полетов. Причем, если сегодня различные биологические объекты представляют пока лишь предмет научных исследований, то в недалеком будущем они, вероятно, станут в ряд основных элементов системы жизнеобеспечения. Одной из важнейших задач этой системы является обеспечение экипажа кислородом, пищей и водой.

Системы жизнеобеспечения советских кораблей «Восток», «Восход», «Союз» и станций «Салют» и американских «Меркурий», «Джемини», «Аполлон» и станции «Скайлэб» основаны на запасах продуктов, взятых с Земли. Однако для продолжительных полетов, рассчитанных на многие годы, они уже мало пригодны. И вот почему.

Легко подсчитать, о каких запасах может идти речь, если известно, что человек в сутки в среднем потребляет 1 килограмм кислорода, 2 литра воды и около 600 граммов усвояемых организмом питательных веществ. Годовой запас кислорода, воды и пищи для экипажа из трех человек приближается к 4—5 тоннам. Некоторого снижения веса продуктов питания можно достичь путем их обезвоживания, что и делается при подготовке к полету космических экипажей по сей день. Однако дальнейшее снижение веса ограничивается значительными запасами хранимых на борту кислорода и воды, уменьшить которые невозможно.

Вот почему требуется сделать принципиально новый шаг вперед — превратить космический объект, идущий в продолжительный полет, в «уголок Земли», создав на нем кругооборот веществ.

Еще в начале нашего столетия основоположник теоретической космонавтики К. Э. Циолковский писал в своей знаменитой книге «Исследование мировых пространств реактивными приборами»: «Надо в эфире, в пустоте найти средства для дыхания и питания... Люди будут портить воздух и поедать плоды, а растения будут очищать воздух и производить плоды. Человек будет возвращать в полной мере то, что он похитил от растений: в виде удобрений для почвы и воздуха».

Напомним, что с современных позиций принцип кругооборота, а точнее, утилизации и регенерации кислорода, воды и пищи из технических отходов и отходов жизнедеятельности человека означает, что на борту имеется некоторый запас продуктов, которые последовательно расходуются, идут в отходы, собираются, восстанавливаются и вновь идут в оборот. Цикл повторяется многократно, извне подводится только энергия.

Основой разрабатываемых в настоящее время биологических систем жизнеобеспечения станут, по-видимому, высшие растения и ми-

кроорганизмы. Некоторые элементы таких систем уже проходят успешное испытание на Земле. Еще в 1967 году стартовал «земной звездолет», положивший начало подобным уникальным экспериментам. Трое испытателей — врач Г. А. Мановцев, биолог А. Н. Божко и техник Б. Н. Улыбышев — в течение года жили и работали в замкнутом пространстве герметической кабины, в которой с помощью оранжерей и технических средств очищались воздух, вода и готовилась пища. Несколько лет назад в одном из институтов Сибирского отделения АН СССР испытатели провели в герметическом помещении полгода, где действовала замкнутая система жизнеобеспечения: воздух поставляли культиваторы с хлореллой и две оранжереи, одна из которых была занята пшеницей, а другая — огородом. На первом этапе высшие растения давали хлеб, кислород и воду, на втором — вступил в строй отсек с хлореллой, а на третьем — к пшенице добавились помидоры и огурцы.

Но космос — не Земля. И, естественно, на Земле невозможно воспроизвести действие комплекса космических факторов на живые организмы. Требовалось экспериментально выяснить возможности развития высших и низших растений в условиях космоса, влияние неблагоприятных факторов космического полета, и в первую очередь — невесомости.

Конечно, очень заманчиво создать установки для выращивания в космосе высших растений. Однако в условиях жесткой экономии каждого килограмма веса, киловатт-часа электроэнергии пришлось обратить внимание и на низшие растения, менее прихотливые и требовательные к жизненным условиям. Поэтому исследования ведутся сразу по двум направлениям, каждое из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Было известно, что для высших растений сила тяжести безусловно значима. В частности, направление их роста зависит от того, куда направлена сила тяжести. В связи с этим высказывались предположения, что в невесомости высшие растения вообще не смогут развиваться. Ответ на этот вопрос, помимо теоретической важности, имеет и большое практическое значение, так как от него в существенной степени зависит направленность работ по созданию биологических систем жизнеобеспечения.

Интересными в этом отношении оказались эксперименты по выращиванию высших растений в невесомости, начатые на «Салюте-1». Была разработана установка «Оазис-1» для выращивания на борту станции высших растений с помощью гидропоники. Объектами исследований выбрали русский лен, хибинскую капусту и лук-крепис, хорошо изученные в земных условиях. Известно, что русский лен, например, особенно чувствителен к гравитационному полю Земли, а лук-крепис весьма удобен для тонких генетических исследований.

Эксперимент с высшими растениями на «Салюте-1» прошел успешно, семена проросли, и на космическом огороде появилась зелень. Однако в последующих экспериментах на станциях «Салют» было установлено, что в невесомости без постоянного освещения процесс роста протекает беспорядочно. Корешки, например, могут устремиться в атмосферу, а стебель — в питательную среду. Но постоянное освещение требует значительных затрат электроэнергии, которая, как известно, преобразуется в световую энергию с коэффициентом преобразования, равным всего лишь 20 процентам. Требовалось продолжить опыты, существенно усложнив их.

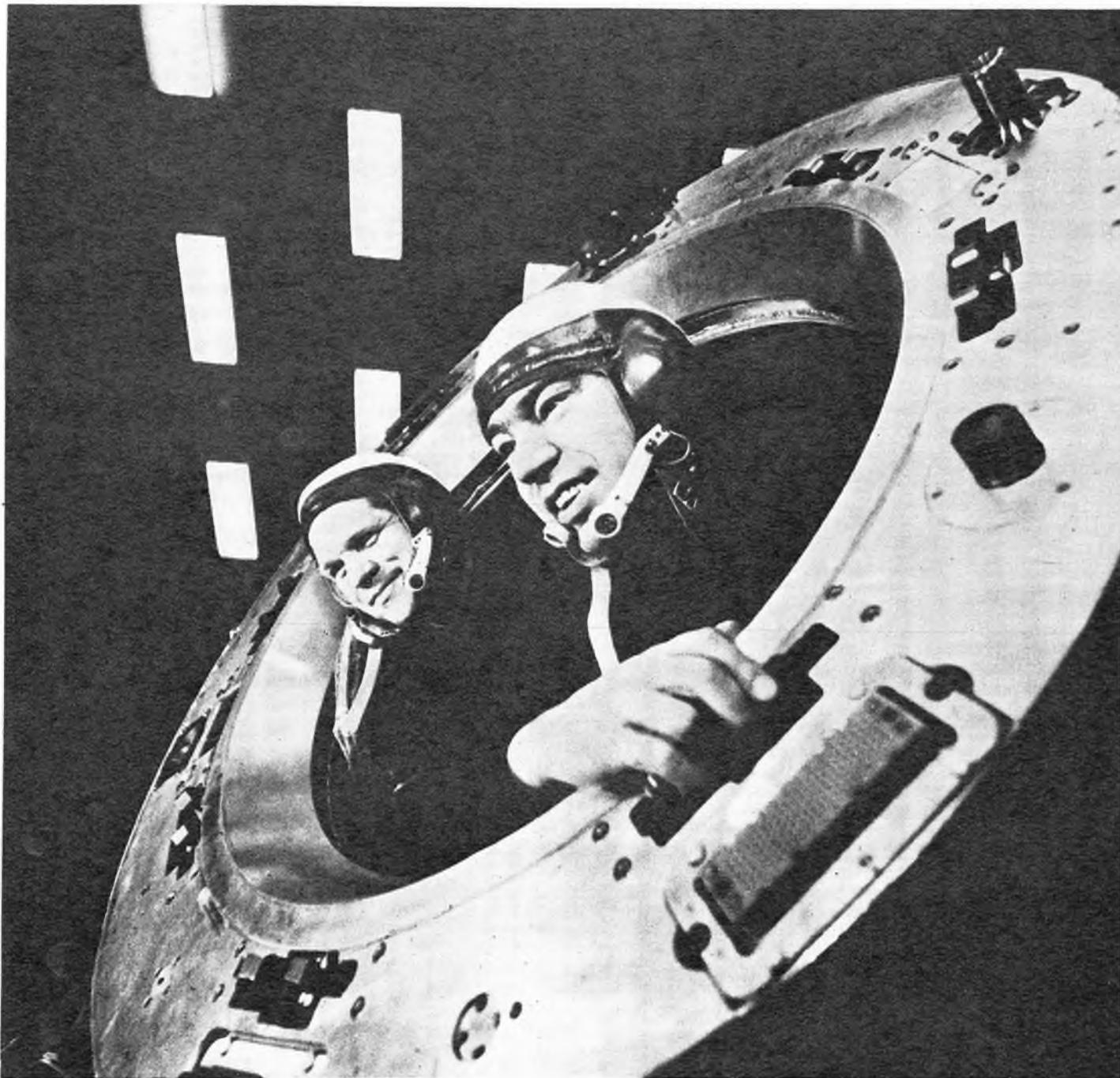
Поэтому целью биологических экспериментов с высшими растениями на борту «Салюта-4» было изучение направления роста подземных и наземных частей растений в невесомости. В частности, надо было выяснить, достаточно ли будет периодического освещения и вызываемого им движения зеленых частей растения к свету, чтобы упорядочить его рост в невесомости.

Первая экспедиция в составе А. Губарева и Г. Гречко поставила эксперимент, когда проростки гороха были ориентированы беспорядочно по отношению к источнику света. В результате из 36 семян взошло только 3. Это еще раз подтвердило полученные ранее данные. В вегетационных сосудах, взятых на борт станции второй экспедицией в составе П. Климука и В. Севастьянова, условия эксперимента изменились: проростки семян гороха были обращены к лампам. Через несколько дней огород густо зазеленел. Поднялись на грядке и острые зеленые стрелки лука.

После того, как стала ясной принципиальная возможность вы-

Обширная программа медико-биологических исследований была начата еще на первых советских спутниках с участием подопытных животных, таких, как, например, эта симпатичная морская свинка.





Результатом большой и планомерной медико-биологической программы стала возможность длительных космических полетов с участием человека. «Самочувствие отличное», — докладывают космонавты А. Губарев и Г. Гречко, вернувшись из 30-суточной экспедиции на орбитальной станции «Салют».

ращивания высших растений в условиях невесомости, ученые обратили внимание на другие факторы космического полета. В частности, на космическую радиацию. О том, насколько это важно и теоретически и практически, говорит такой факт. В развитии 160 семян, находившихся на борту спутника «Космос-610», в которые попали тяжелые частицы, обнаружилось значительное отклонение: появились мутантные формы, проростки изменились внешне, а некоторые вскоре погибли.

Исследование семян креписа, замоченных А. Филиппенко и Н. Руквишниковым на борту «Союза-16» в 1974 году, показало, что после первого цикла деления образовались необычные формы клеток с двумя-тремя ядрами вместо одного. Результаты наблюдений вызвали большой интерес специалистов и потребовали дополнительных опытов, в частности исследования зависимости частоты нарушений (поломок) органелл, «заведующих» процессом деления клеток, от увеличения продолжительности полета.

Ответ на часть вопросов призваны дать опыты, проводимые с семенами того же креписа на борту «Салюта-5». Цель экспериментов, как уже говорилось, — создание огородов на борту станций, направляющихся в дальний космос, чтобы обеспечить космонавтов кислородом и растительной пищей. Далекое не все вопросы еще решены. Так, например, для удовлетворения потребности одного человека в кислороде необходим космический огород площадью 16 квадратных метров. При существующей ныне агротехнике он, кроме того, сможет дать около 60 — 70 процентов нужных продуктов питания. Для освещения такого огорода потребуется около 4 киловатт электроэнергии — то есть вся мощность бортовой гелиостанции «Салюта-4». Другой возможный путь — сооружение сложной системы освещения солнечными лучами и сброса неиспользованного тепла в космос. Ясно, что эксперименты с целью поиска новых путей в этой области будут продолжены.

Интересные опыты с микроорганизмами были проведены в 1973 году космонавтами П. Климуком и В. Лебедевым на борту корабля «Союз-13». Объектами исследования являлись водородные бактерии и уробактерии. «Оазис-2» — система для культивирования микроорганизмов — состояла из двух цилиндрических ферментеров и двух шаров с питательной средой. В одном из ферментеров жили и размножались водородные бактерии, источником жизни для которых служил водород, получаемый путем разложения воды.

В другом ферментере находились уробактерии — микроорганизмы, способные разлагать мочевину. Они поглощали кислород, образующийся в первом цилиндре, и выделяли углекислоту, которая использовалась водородноокисляющими бактериями для синтеза биомассы. Система была полностью изолирована от внешней среды, но в принципе микроорганизмы с таким же успехом могут поглощать углекислоту из атмосферы корабля, различные отходы жизнедеятельности.

Полученные в установке образцы синтезированной биомассы космонавты доставили на Землю. Обработка данных эксперимента показала увеличение биомассы микробной культуры за время полета более чем в 35 раз.

Давно обсуждается вопрос и об использовании другого микроорганизма — одноклеточной зеленой водоросли хлореллы — как источника питания для людей непосредственно или через какое-либо промежуточное звено, например путем скармливания ее домашним животным. Водоросль богата всеми необходимыми веществами для млекопитающих, содержит их в нужных пропорциях.

Поэтому один из биологических экспериментов на «Салюте-4» проводился с хлореллой, культивированной при различных режимах освещения. Здесь тоже есть ряд сложных, неизученных вопросов. Так, если предположить, что потребность космонавтов в пище будет покрываться только за счет водорослей, то достаточно около

600 граммов сухих водорослей на человека в день. Однако весьма сомнительно, чтобы человек смог потреблять в пищу такое количество водорослей в течение длительного времени, хотя они и богаты необходимыми аминокислотами и витаминами. Более того, экспериментально доказано, что оптимальная диета человека может содержать не более 50 граммов водорослей в сутки.

Много неясного и в вопросе совместимости хлореллы с человеком и высшими растениями при длительном пребывании в замкнутом пространстве малого объема. Сложна пока технология переработки хлореллы в приемлемый для питания продукт.

Так что проблем, стоящих перед космической биологией, очень много, многие из них требуют длительной экспериментальной проверки в космических условиях.

ВОДА, ВОДА...

Всей прелести этой бесцветной жидкости мы не замечаем, когда ее в избытке. Но как много она значит для человека, когда ее не хватает! Известно, что почти на 70 процентов каждый из нас состоит из воды, а потеря хотя бы 20 процентов от общего ее содержания в организме влечет за собой смерть.

Поэтому конструкторы первым делом должны были предусмотреть систему бесперебойного снабжения космонавтов водой. А с другой стороны — постоянно изыскивать пути экономии воды, проводить технические эксперименты по отработке системы регенерации воды.

В земных условиях вода быстро портится, теряет свой вкус и становится даже вредной. Для обеззараживания ее хлорируют. Но при длительном хранении хлор резко ухудшает вкусовые качества воды, и пить ее становится вообще невозможно.

На первой станции «Салют» запасы воды хранились в специальных емкостях с добавлением ионного серебра, что делало ее вкусной и безвредной на длительное время. По окончании запасов воды в одной емкости экипаж начинал расходовать воду из следующей, причем порядок использования определялся требованиями сохранения общей центровки станции. Запас воды весил несколько сот килограммов.

Однако уже на «Салюте-3» эти запасы удалось сократить за счет организации частично замкнутого кругооборота воды: с помощью аппарата «Прибой» космонавты использовали очищенный и насыщенный минеральными солями конденсат для бытовых целей.

На «Салюте-4» был сделан следующий шаг — космонавты впервые пили очищенную в космических условиях воду. Новинкой явилась и комплексная регенерационная установка для превращения присутствующей в воздухе влаги в воду. Все это позволило сократить запасы воды до нескольких десятков килограммов в сравнении с тремя тоннами воды, запасенными на «Скайлэбе».

«ЧИБИС», «ПИНГВИН», «АТЛЕТ» И ДРУГИЕ

Невесомость, — бесспорно, главный фактор космического полета, оказывающий решающее воздействие на организм космонавта. Ее влияние можно, как известно, снизить путем создания на кораблях и станциях искусственной тяжести (примерно треть земной) с помощью различных технических приемов, в частности вращением космического объекта. При всей кажущейся простоте этого решения его реализация затрудняется сложностью необходимых конструкций, отсутствием достоверных экспериментальных данных и многими другими обстоятельствами. И тем не менее к этой крайней мере, видимо, пришлось бы прибегнуть, не найди специалисты других способов адаптации человека к невесомости.

К середине семидесятых годов космонавтика накопила достаточный опыт, чтобы совместными усилиями медиков, биологов, инженеров в какой-то мере решить проблему невесомости. Главный вывод гласил: чтобы избежать неблагоприятных воздействий невесомости, необходима систематизированная и научно обоснованная физическая тренировка. Иными словами, имитация действия искусственной тяжести (пусть кратковременной) при занятиях на специальных тренажерах и приспособлениях.

Однако на этом пути нашлись свои трудности. Так, если космонавт много времени уделит физическим упражнениям и другим профилактическим мероприятиям, ему некогда будет заниматься своими профессиональными обязанностями. Поэтому необходимо было определить (а это можно было сделать только экспериментально) рациональный режим космонавта, разумный объем физических упражнений и функциональных проб.

С другой стороны, если физические упражнения обладают таким спасительным действием, то сколько может продолжаться полет? Заметим, что после восемнадцатисуточного полета А. Николаева и В. Севастьянова на «Союзе-9» в 1970 году стало ясно — с увеличением продолжительности полета некоторые физиологические функции человека претерпевают явные изменения.

Итак, физические упражнения. Как отмечал кандидат биологи-

ческих наук, заслуженный тренер СССР В. Степанцов, физические тренировки на борту станции должны иметь целью общетонизирующее влияние на организм и поддержание положительных эмоций в ходе полета, сохранение координации движений, предупреждение мышечной атрофии. Комплекс упражнений должен был предусматривать регулярные осевые нагрузки на костный аппарат и так называемую антигравитационную мускулатуру космонавта (такая нагрузка действует на стоящего человека в земных условиях). Требовалось также воспроизводить инерционно-ударные воздействия — ведь каждый шаг человека на Земле сопровождался такими воздействиями.

Перечень задач обширен. Для их реализации на борту «Салюта-1» был впервые установлен тренажер — «бегущая дорожка» с системой фиксации и притяга и набор эспандеров. Космонавты применяли нагрузочно-тренировочные костюмы типа «Пингвин», в которых имелась система тугих резинок, нагружающих позвоночник человека и всю его костно-мышечную систему искусственным весом. Особенностью «Пингвина» была возможность перестраивать нагрузку на отдельные группы мышц. По отзывам космонавтов, костюм удобен в работе и не создает неприятных ощущений.

Физические упражнения проводились регулярно — дважды в день по часу и получасовая «прогулка» перед сном.

Для имитации кратковременной силы тяжести использовался специальный вакуумный костюм «Чибис», по внешнему виду напоминавший бочку, в котором можно было снижать давление, действующее на нижнюю половину тела.

В целом можно сказать, что медицинские эксперименты на «Салюте-1» дали много важной информации. Однако в связи с трагической гибелью экипажа «Салюта-1» при возвращении на Землю ответы на вопросы, связанные с послеполетной реадaptацией не были получены. Поэтому на «Салюте-3» в основном были повторены те же средства для физических упражнений, позволившие сохранить космонавтам А. Поповичу и Ю. Артюхину высокую работоспособность на борту станции и быстро адаптироваться после полета.

Каждый пилотируемый полет открывает новые возможности человеческого организма. Но как долго человек может находиться в космическом полете? Где та граница, после которой обратимые изменения, происходящие в организме в течение полета, могут стать необратимыми?

Очередной, четвертый запуск «Салюта» должен был ответить на некоторые из этих вопросов. Экспедиция (и первая, и вторая) пробыли на станции довольно долго: первая — 30, вторая — 62 дня. Резонно было ожидать интересных медицинских данных. И эти предположения оправдались.

На «Салюте-4» к эспандерам, «бегущей дорожке», тренировочно-нагрузочному костюму и вакуумной емкости прибавилось еще одно средство для поддержания мышц космонавтов в тренированном состоянии. Речь идет о велозргометре, позволившем выполнить функциональные исследования с дозированной физической нагрузкой.

В дополнение к упоминавшемуся «Пингвину» испытывался еще один тип нагрузочных костюмов — «Атлет». Его силовые эластичные элементы соединяют поясной корсет с обувью и охватывают плечи космонавта, гибкая его. Чтобы выпрямиться, нужно преодолеть значительную нагрузку. Для сравнения возможностей «Пингвина» и «Атлета» Г. Гречко и А. Губарев периодически меняли тип костюма. Космонавты по 10 — 12 часов находились в нагрузочных костюмах, по достоинству оценив эффективность этого средства. Нагрузка, создаваемая костюмами, субъективно оценивалась ими как приятная.

Вот как оценивал применение всех указанных мероприятий В. Севастьянов, проведя на орбите свыше 60 суток: «Благодаря принятым профилактическим мерам обратное приспособление организма к земной тяжести прошло у нас быстро и без каких-либо эксцессов. Если сравнить полет на «Салюте-4» с предшествующими полетами каждого из нас, то на этот раз при возвращении мы чувствовали себя гораздо лучше. За это мы благодарны специалистам космической медицины».

Изучив результаты экспедиций на «Салюте-4», решили готовить космонавтов к встрече с миром без тяжести задолго до старта. Казалось бы, как можно готовиться к длительной невесомости, сидя на Земле? Но полеты всех «Салютов» однозначно показали, что кровь, которая на Земле скапливается в нижней части тела, в космосе приливает к голове. Поэтому члены экипажа «Салюта-5» Б. Волюнов и В. Желобов за сутки-двое перед полетом и после него спали без подушек, на кроватях, наклоненных так, чтобы кровь прилиwała к голове.

Сейчас можно с уверенностью сказать, что тактика адаптации космонавтов к невесомости отработана довольно четко. Ее основная идея заключается в обязательной компенсации отсутствующих в состоянии невесомости земных нагрузок на мышцы и сердечно-сосудистую систему.

Эта методика «ввода организма в невесомость» была еще раз успешно проверена в течение семи недель работы экипажа «Салюта-5». Нагрузочный костюм в сочетании с системой комплексных физических упражнений — все это гарантировало экипажу практически безопасную встречу с земными перегрузками при возвращении на родную планету.

Разбуженная Арктика

Фото В. Брега

Первым выступил дежурный синоптик Амдерминского управления гидрометеослужбы. Выяснилось, что циклон, молодой и шустрый, быстро смещается на восток, скоро похолодает градусов на 10, в Карских Воротах будет минус 25, на западном берегу Ямала — минус 30. Затем заведующий Бюро погоды продемонстрировал собравшимся последний снимок, принятый с метеоспутника, и все удрученно поглядели на сплошное белое пятно льдов, закрывшее акваторию Ледовитого океана. Высказался синоптик-долгосрочник, специально прибывший в Амдерму из Ленинграда, из Арктического и Антарктического института. Он тоже пообещал северный ветерок и мороз. Две-три минуты собравшиеся слушали прогнозиста-гидролога, рассказавшего о предполагаемом движении льдов в юго-западной части Карского моря. Минут через двадцать совещание завершилось. Решено было провести завтра ледовую авиаразведку над Карскими Воротами, Югорским Шаром и другими участками ледяного моря, ибо караван замедлил ход, ожидая помощи разведчиков.

Шел крупный зимний полярный эксперимент, и нам двоим предстояло стать его свидетелями. Наутро нас взяли в разведку.

ЧТО БЕРУТ С СОБОЙ В РАЗВЕДКУ

Самое интересное все-таки не в той картине, которая открывается внизу. Самое интересное — наблюдать за работой гидрологов. Их, разведчиков льдов из Арктического института, двое — Василий Харитонов и Владимир Белов, оба с большим стажем, оба почетные полярники. Один прильнул к иллюминатору в кабине пилотов, другой расположился в фюзеляже, за столиком, на котором разложены карты, карандаши, фломастеры, ластик, штурманская линейка, лекало и еще десятки всевозможных предметов. Все продумано, закреплено, приторочено, аккуратно подобрано, стянуто резинками. Заточены всевозможных цветов и размеров каран-

даши, «заткнут» ластиком циркуль-измеритель.

Самолет же трясет и качает, машина делает резкие развороты, акватория моря пересекается галсами, под разными углами, каждый участок ее — с двойным, тройным перекрытием, а гидрологи собирают визуальную информацию обо всем, что проплывает под самолетом. Между наблюдателями быстро и бесшумно сует молодой штурман Евгений Феофанов. Он в этом полете — на равных с гидрологами, непрерывно снабжает их сведениями о координатах (иначе невозможно сделать привязку наблюдений к конкретному участку моря), помогает выбрать очередной галс, зорко высматривает внизу детали, которые могут ускользнуть от внимания «узких» специалистов. На борту ледового разведчика находится также моряк, капитан ледовой проводки Виктор Яковлевич Горшков. Ныне в разведывательных полетах принимает участие опытный судоводитель, его советы и рекомендации представляют для капитанов ледоколов особую ценность.

Словом, все шло, как и положено, как бывает в каждом подобном полете, и мы ждали того волнующего момента, когда подлетим наконец к каравану, стоящему во льдах возле острова Вайгач, и сбросим на палубу ледокола вымпел — полую пластмассовую трубочку с вложенной в нее картой ледовой обстановки. Мы действительно подлетели к каравану, снизились и начали делать над ним круги. Оранжевая громада атомной «Арктики», изящная «фигура» ледокола «Мурманск» и дизель-электроход «Наварин», казалось, ждали того момента, когда из чрева самолета вылетит вымпел и упадет на палубу головного судна (асы этого дела обычно бросают вымпел с невероятной точностью). Но ничего подобного не произошло. Сделав несколько кругов, самолет снова ушел в море, снова начались галсы. Между тем желанная карта уже ложилась на стол в ходовой рубке атомохода!

Техника. Она пришла на помощь воздушным гидрологам несколько лет назад. Созданная в фюзеляже самолета карта тут же закладывается в специальную машину «Ладога» и передается на борт ледокола (и одновременно в управление гидрометеослужбы на берегу) фототелеграфным способом. Точно такая же «Ладога» принимает там карту и печатает ее на электрохимической бумаге. Через несколько минут сведения о льдах, удобных проходах сквозь торосы, о рекомендованном курсе, поступают в руки капитана. Правда, иногда возникают атмосферные помехи, изображение оказывается «грязным», но это не беда: спустя какое-то время можно повторить сеанс, добиться четкости контуров. В крайнем случае — сбросить вымпел, по старинке, однако в нашем полете до этого дело не дошло.

Техника. О ней теперь приходится писать гораздо больше, чем всего несколько лет назад. Тогда работа ледовых разведчиков имела жесткие ограничения: полярная ночь, туман, метель — все это срывало разведку. Проставляли суда во льдах, моряки поругивали ни в чем не повинную авиацию, а та активно искала способы вести разведку в условиях полного отсутствия видимости, тем более, что навигации становились продолженными и даже, как видим, зимними.

Огромная заслуга во всех последующих событиях принадлежит нашему старейшему и прославленному полярнику Герою Советского Союза Марку Ивановичу Шевелеву. Авиатор и моряк, исследователь и организатор, он был одним из руководителей знаменитой высокоширотной экспедиции 1937 года, высадившей на полюсные льды четверку папанинцев. Генерал-лейтенант авиации Шевелев сумел заинтересовать сложной проблемой группу конструкторов во главе с лауреатом Государственной премии СССР кандидатом технических наук В. М. Глушковым. Они работали и внедрились в арктическую практику аппаратуру «Торос».

Это — сложная радиолокационная установка, которая позволяет «видеть» льды и в полярной тьме, и в тумане, и сквозь снежную стену пурги! «Торос» монтируется на самолете «АН-24», летящем на высоте пяти-шести километров, что позволяет охватывать прибором пространство в добрую сотню километров. Причем разрешающая способность у «Тороса» чрезвычайно высока, полученные с его помощью снимки не уступают по четкости высококачественным фотографиям! Отныне авиация стала «глазами» моряков во все сезоны года, в любую непогоду. Однако это еще далеко не все, Марк Иванович Шевелев продолжал будоражить конструкторов, ставил перед ними другие, поначалу неразрешимые проблемы.

Толщина льда, важнейшая характеристика этого полярного феномена, как определять ее с воздуха? Наши лучшие ледовые разведчики за годы и десятилетия работы в высоких широтах, разумеется, научились неплохо разбираться в различиях между старыми и молодыми льдами, улавливать разницу в их толщине. Но, естественно, весьма приблизительно, точные цифры может дать лишь непосредственное бурение льда, а организовать прямые наблюдения на всем пространстве Ледовитого океана куда как не просто (и не дешево). Вот почему и на этот раз ученые вовсе не арктического, а строго технического направления, задумались над очередной полярной задачей.

Толщину материковых (пресных) льдов уже научились определять с воздуха методами радиозондирования. Однако морские льды — совершенно другое природное образование, они — соленые, они электропроводны, так как содержат рассол-электролит, в котором радиоволны резко затухают. Но все-таки восемь лет назад в Рижском Краснознаменном институте инженеров гражданской авиации, на кафедре радиолокации, под руководством профессора М. И. Финкельштейна начались работы, которые спустя пять лет дали практический результат («Знание — сила» писал о них в № 2 за 1975 год).

Удалось создать установку, получившую краткое и исчерпывающее наименование — «Лед». Была зафиксирована важная закономерность: чем ниже частота излучаемых радиоволн, тем меньше они затухают. Исследователи наконец добились устойчивого разделения сигналов, отражаемых от верхней и нижней границ льда — иными словами, стали получать его толщину. С высоты 200—300 метров, в любых метеорологических условиях, при всевозможных ионосферных помехах аппаратура «Лед» посылает-принимает короткие радиопульсы. Толщина льда одновременно фиксируется на цифровом табло и стрелочном индикаторе, записывается на ленту самописца. Контрольные полеты «АН-2» со «Льдом» на борту (прибор портативный, весит менее 60 килограммов) и прямое бурение морского льда по маршруту полета показали высокую точность аппаратуры. Прибор уже широко использовался для аэроледомерной съемки (родился даже новый термин!) на трассах проводки судов во время арктических навигаций, а также при строительстве дорог на льду. Но о дорогах — позже.

Идет
самолетная
ледовая разведка.



Наш самолет-разведчик летал над Карским морем без посадки около семи часов, выискивая дорогу для кораблей (в другие дни разведка длится и дольше). Эта дорога нашлась, и через сутки с небольшим караван подошел к месту назначения, мысу Харасавэй на западном берегу полуострова Ямал. Мы поспешили туда на маленьком «АН-2», чтобы увидеть следующий этап эксперимента.

ВЕЛИКИЙ СКРОМНИК

Этот арктический полуостров словно вопиет о своей ничтожности: «Я — мал, я очень мал!» Ненецкое его звучание и вообще настраивает на грустный лад: «Край земли». Но и то, и другое неверно. И не так уж мал Ямал, и не столь уж он похож на край света: когда летишь на самолетике вдоль его западного берега, с юга на север, от Марресалея к Харасавэю, в типичнейший северный ландшафт врывается неожиданность — стройная буровая вышка.

На Ямале нашли природный газ. На сегодня здесь выявлено несколько крупных месторождений. Всесоюзное объединение «Комигазпром» приступает к их освоению. Значит, надо строить: поселки, промыслы, дороги, трубопроводы, посадочные площадки. А с чего начинать? Как доставить на Ямал десятки, сотни тысяч тонн разнообразнейших грузов, в том числе — стройматериалы для будущих дорог, аэродромов и т. п.? Очевидно, для этого в первую очередь необходимо море. К счастью, «моря» в Арктике хватает!

Правда, одного моря недостаточно, нужен порт, а здесь нет не только морского порта, но даже мало-мальски оборудованного причала для крупнотоннажных судов. И эти суда, подойдя к берегу... Впрочем, ни о каком берегу речи нет: наша Арктика в ее прибрежной части, к сожалению, мелководна, ее глубины не позволяют судам с осадкой свыше семи-восьми метров подойти к земле ближе, чем на два-три, а кое-где — пять — семь километров. Поэтому суда, максимально приблизившись к желанному берегу, становятся на якорь, и начинается так называемая рейдовая разгрузка.

Судно стоит на рейде, и его лебедки выгружают из трюмов грузы на плоскодонные плавсредства — баржи, понтоны, плашкоуты. Их отбуксировывают к берегу, где начинается томительная переброска грузов за черту прибоя или наивысшей точки прилива. Что и говорить — нелегкая работа... То и дело поднимается волнение на море, плавсредства заливаются водой. Тяжел и опасен труд моряка в условиях открытого рейда, случаются и потери грузов, столь дорогой ценой доставленных к Ямалу. Построили временный причал — его разбило

Разгрузка
у мыса Харасавэй.



в шепки волной, начался нагон воды — оказался затоплен береговой кран, и без того-то полусасосанный в перенасыщенный влагой грунт. Прекратилось волнение — сгустился туман, и приходится прерывать разгрузку во избежание дальнейших неприятностей.

Да еще добавляется такой минус: огромный разброс грузов по берегу. На несколько километров растягивается фронт выгрузки, и потом, когда уйдут суда, береговики на тракторах и вездеходах еще долго собирают ящики и доски, тюки и бетонные плиты, медленно забивая товарами «центральный» склад (грузы для Карской нефтегазоразведочной экспедиции тюменских геологов, базирующейся на Харасавэе, приходилось иногда таскать от места выгрузки на 11 километров!)

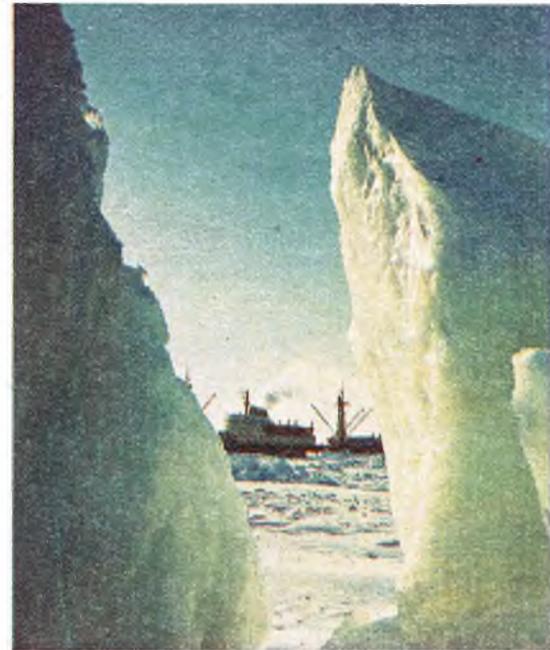
Строить порт, углублять дно? Пожалуй, это самое дорогостоящее решение. И тогда зазвучало специфически северное словечко: припай.

Припай — это сравнительно ровный и совершенно неподвижный морской лед, накрепко припаявшийся к берегу (припай формируется также на реках и на озерах). Он начинает нарастать осенью и к весне достигает наибольшей толщины и прочности. В течение зимы и весны ветры и волнение могут подламывать его, отрывать и уносить в открытое полярное море куски и целые участки припая, становящиеся, таким образом, дрейфующим льдом, но какая-то его часть почти наверняка уцелеет и уж она-то сохранится до лета как минимум, а то и «перелетует» (иногда — не один раз). Конечно, весной и летом, когда идет таяние под действием солнечной радиации и плюсовой температуры воздуха, прочность припая падает, но в период с февраля по апрель лед «держит» хорошо.

Использовать припай в качестве природного, естественного зимнего причала — такая мысль не нова. Более того, в некоторых районах Арктики подобные опыты уже проводились и были успешными. Однако на Ямале имеется ряд осложнений: сжатые сроки, только февраль — апрель (раньше — лед слишком тонок, не выдержит тяжести грузов, позже — преобладающие северо-западные ветры набивают огромный «ледяной мешок» у западных берегов, припай ломается, возрастает угроза его отрыва); удаленность полуострова от «чистой воды», трудности навигации из Мурманска на Ямал в разгар арктической зимы; полная неизвестность, реальны ли подобные крупномасштабные операции, которые не смоделируешь и не спрогнозируешь. Такой эксперимент нуждается в осуществлении на «натуре».

И это было впервые сделано в апреле 1976 года: атомный ледокол «Ленин», выйдя из Мурманска, провел сквозь льды Баренцева и Карского морей дизель-электрическое судно усиленного ледового класса «Павел Пономарев» с четырьмя тысячами тонн грузов. Эти грузы были сняты с борта на припай в районе мыса Харасавэй, на Ямале, а оттуда доставлены на берег, после чего оба корабля благополучно вернулись в Мурманск. Опыт удался, и в 1977 году было решено повторить эксперимент в гораздо большем масштабе. Было запланировано совершить несколько рейсов трех грузовых судов на Ямал. На сей раз проводку осуществляли сразу два ледокола: «Мурманск» и самый крупный в мире атомный ледокол «Арктика».

28 февраля 1977 года караван из двух ледоколов и транспортного судна «Гижига» вышел из Мурманска и через четверо суток подошел к Харасавэю. Еще через неделю он двинулся в обратный путь, на запад. В Баренцевом море, на чистой воде, ледоколы отпустили разгрузившуюся на Ямале «Гижигу» и приняли другое судно, «Наварин». Вот этот-то, второй караван мы и видели с воздуха во время ледовой разведки над Кар-



Суда
в торосистом льду.

ским морем. А спустя двое суток, прилетев на Харасавэй, увидели все три судна, стоящие у кромки припая. Дизель-электроход «Наварин» уже разгружался, а оба ледокола готовились идти за следующим, «Павлом Пономаревым». Нам посчастливилось наблюдать выгрузку на припай, а потом на борту «Арктики» и «Мурманска», поочередно, трижды пересечь западную часть Карского моря и собственными глазами увидеть все, что входило в понятие: «Экспериментальный зимний рейс на Ямал в марте — апреле 1977 года».

ПУТЬ К ПРИЧАЛУ

Главная и единственная задача любого ледокола — ломать и крошить лед, прокладывая канал для идущих в кильватере судов. Чем мощнее и просто-напросто тяжелее ледокол, тем лучше давит он на лед, тем легче преодолевает сопротивление толстых ледяных полей. Ледокол обязан как можно глубже сидеть в воде, и эта глубина должна как можно медленнее и меньше изменяться. Однако о какой стабильности может идти речь, если современный ледокол на дизельном топливе сжигает десятки тонн горючего за сравнительно короткое время?! Он всплывает буквально на глазах, теряя свои качества мощного ледового бойца, и уже не в состоянии преодолеть не только тяжелые, но и довольно легкие льды, отскакивая от них, словно полупустой бочонок.

Этого серьезнейшего недостатка нацело лишен атомный ледокол. Расход его горючего исчисляется отнюдь не тоннами и абсолютно незаметен на протяжении длительных месяцев и даже лет. Атомоход прочно и основательно сидит в воде, его осадка стабильна и практически не изменяется ни на чистой воде, ни во льдах. Капитан может не тревожиться за завтрашний день — «пищи» хватит с гарантией, ледокольные свойства судна не ухудшатся. Да к тому же не придется гнать по Северному морскому пути суда-снабженцы с топливом для «старшего брата».

Словом, «Арктика» пришла в Арктику в ореоле славы сверхсовременного суперледокола и славу эту приумножила во время первых же навигаций. С одной единственной оговоркой: во время летних навигаций. Как она будет сражаться с зимними льдами очень ледовитого Карского моря? — на этот вопрос был призван ответить эксперимент 1977 года.

«Арктика» ломала льды, творила чудеса, выбиралась из ледовых нагромождений, в которых — это единодушное мнение всех, кто участвовал в ямальских операциях, — застрял бы любой другой ледокол. Но рано



Мартовской ночью...



Капитан «Арктики» Ю. С. Кучиев.



В ходовой рубке.

или поздно наступал такой момент, когда она вынуждена была пятиться назад или просить помощи у «меньшего брата», «Мурманска». Оба ледокола начинали идти параллельными курсами, как бы ступеньками — «Арктика» впереди, «Мурманск» чуть сзади, сбoku. Подрубая лед, ледоколы облегчали себе дорогу, не давали друг другу заклинить. Иногда атомоход начинал идти «елочкой», тыкаясь то вправо, то влево. Одним словом, тактика зимнего плавания была гибкой и умелой. Но вот сами зимние льды во многом оказались новинкой.

Ничего удивительного: зимой в Арктике не плавают. То есть не плавали до начала семидесятых годов. Зимние наблюдения за полярными льдами регулярно проводятся либо на береговых полярных станциях, либо на дрейфующих станциях СП. В том и в другом случае — далеко от непосредственной трассы плавания судов. Поэтому, несмотря на, казалось бы, весьма высокий уровень наших нынешних знаний о природе Севера вообще и о морских льдах в частности, капитаны и экипажи ледоколов, участвующих в зимних навигациях, столкнулись с целым рядом неожиданностей. Они касались и льдов, и погоды.

Были среди них и приятные, — например, превосходная видимость в зимнее время по сравнению с летним. Никаких туманов, никакого парения открытого моря — чистой воды просто-напросто не было, всюду — десятибалльный сплошной лед. Конечно, на борту атомохода, как и на всех современных кораблях, есть и новейшая радионавигационная аппаратура, и чувствительный радиолокатор, но, что ни говорите, приятнее видеть не на экране, а собственными глазами картину до самого горизонта. Однако преобладали сюрпризы неприятные.

Не такой уж страшный, не столь уж толстый лед Карского моря оказал довольно стойкое сопротивление даже «Арктике». Ледоходимость зимой резко ухудшилась, ледоколы не раз заклинивались в торосистых

участках ледяных полей, с трудом «съезжали» с них, чтобы начать работу «набегами». И уж во всей полноте проявилось коварное явление — облипание. Громадный атомный ледокол вдруг начинал сбавлять ход в совершенно невинном, на первый взгляд, участке, а у его бортов внезапно возникала и на глазах увеличивалась в длину и ширину белая снежная «борода»! Она-то и тянула судно назад, стопоря в конце концов его ход.

Явление это еще до глубины не познано. Может быть, причина облипания кроется



Корабельная архитектура.

в том, что к бортам ледокола пристаёт снег, смешанный с сильно переохлажденной зимней водой, а льдины, громоздящиеся у бортов, «припечатывают» к судну эту снежно-водяную замазку. В итоге вода выжимается, словно под прессом, а «борода» остается в виде снежного шлейфа и страшно тормозит движение корабля. Мореплаватели и прежде жаловались на облипание, но сильнее всего оно сказывается в зимне-весенних льдах, сравнительно плохо изученных. Вывод напрашивается сам собой: необходимо быстрее заняться исследованиями физических и прочих свойств зимнего арктического льда в тех широтах, в которых осуществляются нынешние рейсы.

Когда в разговоре с капитаном «Арктики» Юрием Сергеевичем Кучиевым я обронил фразу о Северном морском пути как нормально действующей магистрали, то неожиданно услышал темпераментный ответ:

— Разве можно так говорить?! Ведь здесь, в Арктике, все ненормально! Наша цель бороться с любыми выходками северной природы, действовать не просто наперекор стихии, но непременно — с выдумкой, с хитростью. Честь и хвала адмиралу Степану Осиповичу Макарову, создателю «Ермака», первого в мире полярного ледокола. Мы — внуки Макарова, «Арктика» — внук его любимого детища. Но, положи руку на сердце, имеем ли мы право вслед за Макаровым повторять лозунг: «Напролом к полюсу?»

Адмирала понять можно, он боролся не только с арктическими льдами, но, в первую очередь, со скептицизмом и недоброжелательством окружающих. Мы же вооружены, сами видите, какой техникой, обласканы всеобщим вниманием. Поэтому должны особенно тщательно готовить и проводить полярные операции. Нам даны огромные средства, мы должны знать им цену. Какое там «напролом», если у нас за кормой грузовое судно и нам обязательно нужно в целости и сохранности доставить его к пункту назначения! Мы-то пролезем «напролом», медленно, с потерями, но пролезем, а ведомое судно погубим. Нет, только с головой, с трезвым расчетом, с хитростью, основанной на знании, — только так мы будем работать в Арктике.

Вспомните совсем недавнее прошлое, полеты экипажей Чкалова и Громова через

Северный полюс. Мог ли хоть кто-нибудь всерьез предположить тогда, в конце тридцатых годов, что буквально через двадцать лет через точку полюса по трассе Европа — Дальний Восток начнут летать обычные пассажирские самолеты?! Так и с Ледовитым океаном — очень может быть, что наши ближайшие потомки станут смело ходить самыми высокими широтами. У нас уже есть превосходные ледоколы, и я верю, что со временем появятся атомные гиганты еще большей мощности...

У капитана «Арктики» было немало единомышленников на борту атомохода: гидрологи из Арктического и Антарктического института, инженеры из Научно-исследовательского института морского флота, специалисты из ленинградского Кораблестроительного института, сотрудники других институтов, лабораторий, бюро, всесторонне исследовавшие ход ямальского эксперимента. Их выводы сводились к одному: стихия в любом случае сильнее человека, даже вооруженного бесподобной современной техникой. Нужно приравливаться к ней, познавать ее повадки, не забираться в тяжелые ледовые участки,



Замеры, отсчеты, прикидки...

а стремиться либо обойти их стороной (пусть с потерей времени), либо нащупать среди сплошных непреступных льдов паутинки трещин, зоны ослабления, и идти по ним, каким бы извилистым и долгим не был этот маршрут. Тем более, что на борту атомного ледокола есть человек, который умеет распознавать эту ледовую паутину как никто.

— Ежедневно по несколько раз в день, с площадки на корме атомохода поднимался в воздух маленький зеленый вертолет «МИ-2». Он не делал никакого традиционного круга над «Арктикой», а сразу же уходил вперед, выискивая для корабля оптимальный маршрут. Генеральный рекомендованный курс поступал от «большой» ледовой разведки, с борта самолета «ИЛ-14», но конкретные тактические маневры ледокол осуществлял после того, как возвращался его «личный» разведчик и пилот Е. Н. Миронов, артистически сажал вертолет на палубу. Из машины, чьи винты еще не успели замереть, вылезал плотный голубоглазый человек и неторопливо направлялся в ходовую рубку атомохода. Размеренными шагами он подходил к столику с комплектом разложенных на нем карт, углублялся в работу, откладывал расстояния циркулем, рисовал линии и лишь потом отправлялся в угол рубки, где, с трудом сдерживая нетерпение, его ждали капитан и штурманы «Арктики».

Валерий Михайлович Лосев, штатный инженер-гидролог атомного ледокола «Арктика», был одним из главных действующих лиц в зимней ямальской операции. Он прошел полную научно-практическую школу гидролога-разведчика, начав ее на земле. После окончания Ленинградского арктического учи-

лища четыре года зимовал на острове Диксон, затем работал в Арктическом и Антарктическом институте, обучаясь мастерству воздушного ледового разведчика у таких представителей этой профессии, как Н. А. Волков, П. А. Гордненко, С. И. Петров, Ю. М. Барташевич, Д. Б. Карелин, К. Н. Михайлов, Н. Т. Субботин. Мы редко слышим эти имена, и многих уже нет среди нас, но хочется еще и еще раз сказать: они стояли у колыбели авиаразведки, заложили основу методики ледовых наблюдений с воздуха, во многом, благодаря им и их коллегам вот уже десятки лет ходят по Северному морскому пути рекомендованными курсами караваны советских кораблей.

На «Арктике» гидролог Лосев был окружен атмосферой не просто уважения и любви, а какого-то трогательного оберегания. К нему не приставали с расспросами, хотя куда как интересно получить из первых уст информацию о том, застрял ли корабль или вот-вот выберется из ледовой ловушки! И корреспондентам не очень-то позволяли нападать на гидролога, да они и сами прекрасно видели, с какой самоотдачей он работает, сколько раз взлетает-садится, как рано появляется в рубке, как поздно покидает ее. Однако у каждого своя работа, и кор-

участок в нужный момент, напрямик или обходом — безразлично. Вот и летаем, ищем проходы с малой высоты. Снег страшно мешает. Он и борта облипает, и трещины во льдах закрывает, иногда каким-то десятым чувством угадываешь, что под свежим снегом — тонкая трещинка. Как раз сегодня бы-



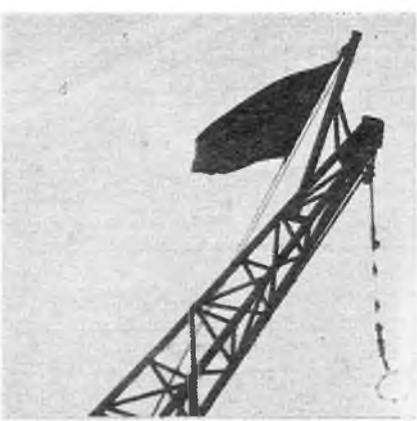
У берегов
Ямала.

Капитан
дизель-электрохода
«Наварин»
В. И. Пшеничный.



респондентам тоже нельзя делать ее плохо. А Лосев, на поверку, оказался вовсе не таким уж замкнутым молчаливником, каким (по-видимому, нарочно?) пытались представить гидролога слишком уж ретивые его «охранители»! И в результате — мысли Валерия Михайловича Лосева об «Арктике» и ледовом зимнем эксперименте:

— Зимой можно плавать по полярным морям. Вот сейчас, в конце марта, в апреле, — самый тяжелый лед, максимум нарастания, а мы плаваем! Конечно, наука еще мало знает о зимних льдах, однако вы же сами видите — «Арктика» идет, и ходко идет. Теории — это одно, а нам, судоводителям (мне очень понравилось, что гидролог Лосев чувствует себя частью семьи судоводителей. — З. К.), главное — пройти сложный



Утренний подъем флага на ледоколе.



Атомоход нуждается в подводном осмотре.



Перед взлетом (вертолетная площадка на корме «Арктики»).

ло такое. Ходили-ходили на вертолете — никакого пути не видно, сплошные торосы. Это спустился к югу отрог Новоземельского ледяного массива. Он каждый год осенью формируется у восточных берегов Новой Земли, потом течения и ветры гоняют его по Карскому морю чуть ли не до самого Ямала. Удивительно стойкий массив, как, впрочем, и все другие ледяные массивы Арктики (их в Советском секторе около десятка). Наш ледокол именно в этом «языке» застрял. Конечно, пробиться бы на малой скорости, набегами, но жалко судно, жалко людей, ведь это какое нервное напряжение — работать в тяжелых льдах! Поэтому мы с пилотом очень старались высмотреть трещинку. И вроде бы удалось. Как по заказу, она идет прямо к мысу Харасавэй, даже сворачивать никуда не надо!

Грешно, имея «Арктику», не исполь-

зовать ее для подобных рейсов. Есть еще атомоход «Ленин», скоро появится родная сестра «Арктики» — «Сибирь». Есть очень хорошие дизель-электрические ледоколы: новый «Ермак», новый «Красин», «Адмирал Макаров», есть хорошо зарекомендовавшие себя ледоколы типа «Москва» — наш «Мурманск» из этой плеяды. А вот чего нет, так это надежного вертолета для ледовой разведки, оборудованного радаром, прожектором, другими необходимыми радионавигационными средствами для полетов в условиях ночи и непогоды на расстояние не десятков, а сотен миль. Можно было бы не только делать основательную разведку, но и высаживать с вертолета «прыгающие» группы наблюдателей (наподобие тех, что работают в высокоширотных экспедициях «Север») — для изучения все тех же льдов на трассе Северного морского пути. Уже существует вертолет «МИ-8», на который мы смотрим с завистью, но пока это, как говорится, «не про нас», да и на кормовую вертолетную площадку ему сесть трудно, нужно изобрести что-нибудь сугубо специальное именно для нас, ледовых разведчиков...

Гидролог Лосев не ошибся. Едва заметная трещинка в сплошном торосистом ледяном массиве вела прямо к западному берегу Ямала, к Харасавэю. На исходе тех же суток «Арктика» с грузовым дизель-электроходом на «усах» (прочных стальных тросах) в сопровождении «Мурманска» подошла к цели.

ДОРОГИ, КОТОРЫЕ МЫ ПРОБИВАЕМ

Цель была близка, до нее оставались считанные километры, эксперимент вступал в завершающую фазу, самую сложную и многоступенчатую. «Мурманск», оставшийся доселе в тени, «на подхвате», призван был теперь сыграть ведущую роль. Из-за мелководья «Арктика» с ее осадкой не в состоянии подойти вплотную к припаю у Харасавэя, за нее это делает «Мурманск», не такой мощный и глубокоосидающий, но достаточно сильный и маневренный, чтобы задвинуть подальше в припайный лед грузовое судно.

Выглядит это так: ледокол и транспортное судно становятся корма к корме, жестко соединяются тросами, и ледокол начинает, работая на всю мощность задним ходом, заталкивать «грузовика» носом в припай. Удар, еще удар, еще и еще удары, а точнее — толчки! С ювелирной точностью действуют в эти ответственные мгновения (складывающиеся в минуты и часы) капитан Владислав Степанович Смолягин, штурманы и рулевые «Мурманска», экипаж «Наварина». Наконец транспортное судно задвинуто в припай ровно настолько, чтобы к его бортам могли подходить машины и трактора, на которые судовые лебедки будут подавать из трюмов разнообразные грузы.

Ледоколы отдыхают, водолазы проводят профилактический осмотр подводной части, лопастей винтов, а команда дизель-электрохода (будь то «Гижига», «Наварин» или «Павел Пономарев», участники нынешнего зимнего похода) трудится на разгрузке вместе с бригадами «Комизгазпрома», сформированными на ямальском берегу. Теперь остается последний вопрос: выдержит ли нагрузку припайный лед? Вопрос, в сущности, наиважнейший, ибо если по каким-то причинам разгрузка не состоится, то закончится неудачей вся уникальная операция, как бы блестяще ни была проведена ее морская, ледовая часть.

В разгрузке в общей сложности участвовали сотни людей, от капитанов дизель-электроходов до водителей автомашин, бульдозеров, вездеходов. И среди них как-то затерялись, растворились несколько человек, со-

трудников Амдерминской гидрометеослужбы и Гидрографического предприятия Министерства морского флота. А между тем их роль в успехе всего эксперимента была чрезвычайно велика и ответственна. Группой руководил начальник ледово-гидрологического отдела Амдерминской научно-исследовательской обсерватории Владимир Михайлович Климович, в нее входили гидрологи Сергей Гордиёнок, Евгений Снегин, Евгений Петров и гидрограф Виктор Ермаченко.

Полярная гидрография, к слову сказать, как всегда, была на высоте. Еще до начала эксперимента гидрографы провели тщательные промерные работы — ведь суда шли к мелководному берегу, нужно было обеспечить их безопасность. Еще и еще раз изучались материалы наблюдений, уточнялись цифры, вводились в действие необходимые радиомаяки и береговые створные знаки. Инженер Ермаченко занимался навигационно-гидрографическими исследованиями непосредственно до начала и в самом ходе эксперимента у мыса Харасавэй.

Под Новый год на Харасавэй прилетела из Амдермы первая группа сотрудников Климовича, в феврале — остальные. Началось повседневное изучение нарастающего припая и глубин под ним. По всей его пяти-шестикилометровой ширине были проложены поперечные профили, через каждые 50 метров вручную бурился лед, измерялась его толщина, глубина моря в этой точке. 500 скважин во льду, тысячи, без преувеличения сказать, всевозможных исследований и измерений (в том числе — обмеры торосов, наблюдения за толщиной снега-облипателя, выпиливание ледяных «кабанов», столбов льда диаметром 22 сантиметра, для изучения на специальном прессе сопротивления льда изгибу и т. п.). Плюс к этому — полеты над припаем с аппаратурой «Торос» и аппаратурой «Лед», придиричивый пеший обход и осмотр припайных владений, их дотошное обследование, пока не было произнесено краткое: «Можно пробивать дороги».

Наблюдения давались недешево. Ломался вездеход, приданный гидрологам (да и не всегда береговые власти оказывались щедры на эту и впрямь очень дефицитную здесь машину). Однажды Климович и его ребята вынуждены были бросить вездеход и шесть километров идти к берегу. А ветер дул прямо в лицо, и мороз, на беду, подкатил к -39° ... Еще и через два месяца после этого лицо Владимира Климовича оставалось черным, хотя уже не раз успели смениться слои отморозенной кожи.

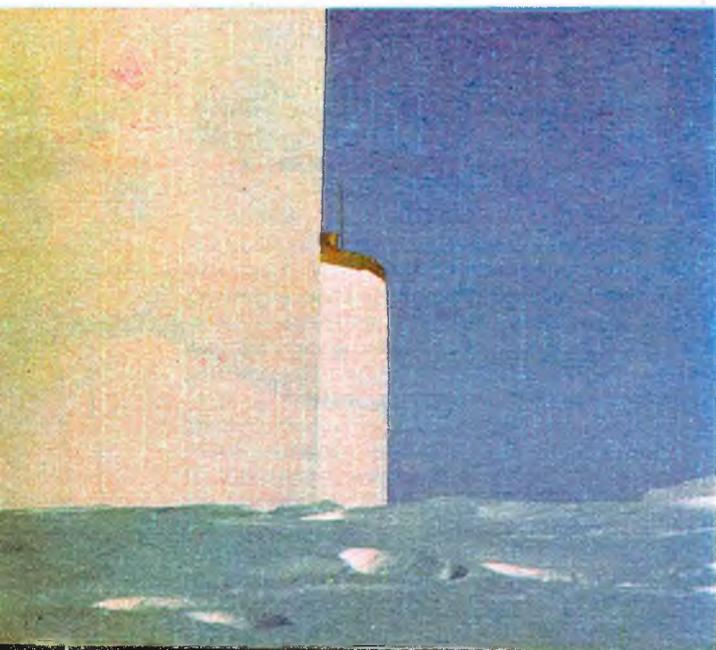
Были трещины во льду, в которые они проваливались и вымокали, были минуты разочарований, когда их изнурительный труд оказывался напрасным: толщина льда по данному профилю не достигала необходимой нормы, приходилось искать новый путь. Однако все сложности к началу марта остались позади, и гидрологов и гидрографа ждала награда: они собственными глазами увидели, как, тонна за тонной, на припай у берега Ямала выбрасываются долгожданные грузы. Мы тоже все это увидели, и даже нас, людей, не принимавших активного участия в зимней операции, увиденное не могло не взволновать.

От места разгрузки судна до берега были проложены несколько дорог по припаю. Их уплотняли тяжелым металлическим треугольником, расчищали бульдозерами, и в итоге трасса стала очень и очень приличной. «Уралы» и «КрАЗы» с пятью и десятью тоннами груза преодолевали эти пять-шесть километров до места разгрузки на берегу за 18—23 минуты. Сама разгрузка шла ходко. Из четырех трюмов судовые лебедки поднимали цемент и железобетонные плиты, свай и пиломатериалы, стекловату, буровые вышки в разобранном виде, емкости для горючего, трубы для будущего газопровода, все-

Сквозь зимние льды Карского моря.



Караван (вид с вертолета).



В этих огромных баках хранится «пища» для техники, пришедшей в нынешнюю Арктику.

возможные механизмы и машины (в том числе и автомобили, которые сразу же поступали в распоряжение ямальских водителей и начинали возить «товары» с корабля на берег). На Ямал прибыли два пятиэтажных дома, различные бытовые сооружения вроде домиков-балков, а также передвижная газотурбинная электростанция весом 29 900 килограммов.

С нею были связаны, пожалуй, главные тревоги: тридцатитонную конструкцию должны были тащить на специальных санях два трактора, каждый весом 12 тонн. Следовательно, суммарная нагрузка на припай на весьма ограниченной площади должна была составить более пятидесяти тонн. Волновались моряки с «Наварина», бережно опускавшие блок станции на лед, волновались сотрудники «Комигазпрома», принимавшие ее внизу. По-особому волновались люди Климовича — их работа, в полном смысле слова, держала сейчас экзамен

на прочность... Все прошло без сучка и без задоринки, два трактора, тяжело урча, медленно, но плавно повезли тяжеловес по снежно-ледяной дороге, заботливо утоптанной еще и еще раз дежурными бульдозерами.

Круглосуточные работы, калейдоскопом сменяющиеся вахты, сон в пол-глаза, тряская, то и дело заносимая метелями дорога (да еще когда точно знаешь, что под тобой — море, а вокруг тьма трещин, замаскированных снегом), заедающий трос на лебедке, замерзающая смазка на механизмах, отсутствие застекленной будки возле судового крана, работа крановщика (а им поочередно были и капитан, и первый помощник, и моторист, и палубный матрос) на беспощадном ямальском ледяном ветру... И при всем при этом такие цифры: если норма выгрузки на арктическом рейде составляет 200—300 тонн в сутки, а в современном, хорошо оборудованном порту — 600—800 тонн в сутки, то на ямальском припайном льду в марте — апреле 1977 года в сутки выгружалось и вывозилось на берег по 1000, 1200, 1500 тонн, а в один из самых славных дней с дизель-электрохода «Наварин» было выгружено и доставлено на берег 2094 тонны!

В это трудно поверить, но, разумеется, все цифры верны до килограмма. «Наварин» за пять суток выгрузил 8205 тонн. По мнению членов экипажа, если бы это происходило летом, на рейде, судно простояло бы не меньше трех-четырех недель, а уж что до потерь — больно думать! В марте 1977 года тоже не обошлось без потерь: при погрузке в автомобиль был разбит 1 (один) ящик кирпича, и это вызвало немалое неудовольствие как на борту судна, так и на берегу...

Секрета в успехе зимней выгрузки нет, хотя для большинства участников операции это был приятный сюрприз. Меньше, чем летом, мешала непогода, бесперебойно подходили и уходили машины — разгрузка шла с обоих бортов, чего нет даже в первоклассном порту, — безупречно действовали и люди, и ледовая трасса, проложенная людьми.

28 февраля начался эксперимент во льдах. 17 апреля ледоколы стали выводить на чистую воду последнее транспортное судно. Было совершено пять рейсов с грузами к Ямалу. Случались задержки во льдах, случалось, сбивался график погрузки-разгрузки, однако не было ни единой мало-мальски серьезной неприятности или, тем более, аварии. Великолепно ходила «Арктика», ей удачно «подыгрывал» «Мурманск». После завершения зимней операции несколько ее организаторов и участников дали ответ на вопрос: «Как, по вашему мнению, прошел эксперимент?»

Кирилл Николаевич Чубаков, начальник Администрации Северного морского пути при Министерстве морского флота СССР: «Все очень хорошо. Мы были уверены в успехе — слишком много труда было вложено в изучение и освоение трассы Северного морского пути. Мы плаваем летом, плаваем осенью и шаг за шагом уходим «в зиму», приближая начало круглогодичных навигаций».

Василий Андрианович Куроптев, руководитель зимних рейсов, капитан дальнего плавания: «Молодцы моряки, молодцы ледовые разведчики, и берег тоже хорошо подготовился к встрече караванов. Когда будет больше специальных грузовых дизель-электроходов, способных работать в полярных льдах, тогда и размах операций будет другим».

Анатолий Казимирович Жилинский, начальник Гидрографического предприятия Министерства морского флота СССР: «Полярные гидрографы свою задачу в рамках зимнего эксперимента выполнили. В будущем нам предстоит провести ряд сложных дополнительных изысканий, но мы не сетуем — лишь бы совершенствовались, превращались в круглогодичные навигации по Карскому и другим морям Северного Ледовитого океана!»

Виталий Иванович Пшеничный и Евгений Васильевич Иванов, капитан и первый помощ-

ник капитана дизель-электрохода «Наварин»: «Наш экипаж работал с большим азартом, мы всеми руками голосуем за выгрузку на припай. Больше того, уверены, что этот метод получит самое широкое распространение в Арктике. У нас даже родилась дерзкая мысль: а что если и снабжение маленьких полярных станций организовать таким образом? Не летом, когда судну вроде нашего «Наварина» придется обходить два десятка точек и на каждой терять дни и недели на рейдовую выгрузку, а, скажем, в декабре — январе. Для полярных станций ведь не нужны какие-то особые тяжеловесы, как для Ямала, можно не ждать, когда припай приобретет большую толщину, — вполне хватит, допустим, 0,5 метра, и можно будет с помощью вездехода быстро выбросить на берег те несколько десятков или даже сотен тонн, которые предназначены каждой маленькой полярной зимовке».

Водитель автомашины «Урал», совершавший рейсы между разгружающимися кораблями и берегом Ямала: «Интересное дело, и зарплата хорошая. Конечно, нелегко, семья далеко, с развлечениями негусто. Но, с другой стороны, какие тут могут быть развлечения — в себя бы прийти после каждой такой смены...»

Общий итог: на ямальском берегу, на специальной площадке, после завершения зимней навигации 1977 года сосредоточились 36 тысяч тонн всевозможных грузов. Ближайшим же летом они пойдут в дело: на строительство домов, дорог, буровых вышек... Возить зимой, строить летом — вот какой новый оборот принимают события в Арктике!

* * *

Наступила эпоха отдачи. Отдачи всего того, что миллионлетиями копила в себе Арктика, того, к чему в течение целых веков стремились достойнейшие представители рода человеческого, безвестные русские поморы, скромные российские полярные гидрографы, участники славных высокоширотных экспедиций, советские покорители Северного полюса и Великого Северного морского пути. Сегодня мы видим эту отдачу собственными глазами, восхищаемся тем, что видим, с полным основанием рассчитываем увидеть еще более великие свершения.

...К двери маленькой каюты, в которой мы жили на ледоколе, была прибитая металлическая дощечка с надписью: «2 ученика». Штатных учеников в то время на борту не было, потому-то нас и поселили там. И в течение всей поездки — в Карском море, на ямальском берегу, в вертолете и самолете ледовой разведки, вплоть до самого Мурманска, героического и гордого города, в котором завершилась наша плавания, — мы старались оставаться внимательными и благодарными учениками.

Москва — Амдерма — мыс Харасавэй — Карское море — Мурманск — Москва.

Этот репортаж был уже набран, когда поступило сообщение, взволновавшее весь мир: выйдя из Мурманска 9 августа 1977 года, пройдя несколькими ледяными морями, преодолев тяжелые льды Центральной Арктики, оставив за кормой более 2500 миль, советский атомный ледокол «Арктика» 17 августа, в 4 часа утра, прибыл в точку географического Северного полюса!

Никогда прежде ни один надводный корабль не совершал подобного плавания. Сбылись замечательные предвидения Степана Осиповича Макарова, творца первого в мире полярного ледокола. Страстно желая проникнуть на своем «Ермаке» в околорасположенное пространство, пройти «напролом к полюсу», он пророчески писал: «Говорят, что непоборимы торосы Ледовитого океана. Это ошибка; торосы поборимы; непоборимо лишь людское суеверие».

НЕДАЛЕКО ОТ МОСКВЫ

«Число научно-исследовательских институтов и других научных учреждений у нас постоянно растет. Это, видимо, в принципе закономерно».

Л. И. Брежнев

За шестьдесят лет существования нашего государства советская наука стала могучей преобразующей силой. Замечательные достижения советских ученых неотделимы от стремительного прогресса естествознания и передовой общественно-политической мысли нашего века. Штаб отечественной науки — Академия наук СССР, — определяющий стратегию научного поиска, постоянно ищет все новые и новые формы организации коллективов ученых, способных эффективно решать важнейшие научно-технические и социальные проблемы. Одной из таких форм, показавшей свою жизнеспособность, стали научные центры. Наш журнал на протяжении последнего десятилетия рассказывал читателям об успехах и достижениях Сибирского

отделения АН СССР, Уральского научного центра, Дальневосточного научного центра и Северо-Кавказского научного центра высшей школы. В этом номере, выходящем в то время, когда весь наш народ празднует шестидесятилетие Великой Октябрьской социалистической революции, вы прочтете подборку о работах ученых Ногинского научного центра.

«Животворный источник технико-экономического и социального прогресса, роста духовной культуры народа и его благосостояния — вот что такое для нас наука сегодня». Эти слова, сказанные Л. И. Брежневым, относятся к советской науке в целом. Ими мы и хотели бы начать рассказ о Ногинском научном центре.

Вид с крыши
гостиницы
на жилую часть
Черноголовки.

фото В. Бреля



**ИНТЕРВЬЮ
С УПОЛНОМОЧЕННЫМ
ПРЕЗИДИУМА АКАДЕМИИ
НАУК СССР ПО НОГИНСКОМУ
НАУЧНОМУ ЦЕНТРУ АН СССР,
ДОКТОРОМ ХИМИЧЕСКИХ
НАУК ПРОФЕССОРОМ
Ф. И. ДУБОВИЦКИМ**

— Федор Иванович, вам, зачинателю научно-исследовательской работы в Ногинском научном центре, одному из первых его организаторов, естественно задать вопрос: какова история создания Ногинского научного центра?

— Мне действительно посчастливилось с первых дней заниматься созданием научно-технической базы всего комплекса научных учреждений центра и организацией исследовательских работ филиала, теперь отделения Института химической физики АН СССР.

Как известно, в середине пятидесятых годов начали создаваться научные центры, объединяющие ряд институтов по различным отраслям науки. В Новосибирском академгородке было начато строительство Сибирского отделения АН СССР; в Пущино под Москвой — центра биологических наук; в Красной Пахре — комплекс физических институтов и других. Немного позже возникла необходимость построить загородную экспериментальную базу для Института химической физики АН СССР. Этого требовали условия научных исследований, которые в нем проводились, — по изучению процессов получения новых полимерных материалов и их свойств, по изучению кинетики и механизма химических реакций на комплексных катализаторах, исследованию кинетики и механизма биохимических реакций, по процессам горения и взрыва и другим направлениям. Это и явилось началом развития Ногинского научного центра. (Название «Ногинский» присвоено нашему центру потому, что он расположен в Ногинском районе Московской области.)

Для строительства филиала нам удалось получить относительно большую по своим размерам территорию. И когда строительство это началось, то Президиум АН СССР решил, что на территории филиала ИХФ найдется место не одному, а нескольким институтам. Такая идея — располагать в удалении от больших городов рядом несколько взаимодополняющих научно-исследовательских учреждений, естественно, обуславливалась самим характером развития современной науки. Дело в том, что исследование фундаментальных проблем и особенно их приложений, по сути дела, всегда имеет комплексный характер, и их успешное решение требует объединения сил коллективов ученых, инженеров и техников различных специальностей.

Наш центр не был задуман как единое целое, подобно, скажем, центру биологических наук в Пущине; скорее мы похожи на «Пахру» и сравнительно в меньшем масштабе — на Сибирское отделение АН СССР.

Поначалу к Черногловке (наш городок расположен вблизи деревни и речки Черногловки проявлял интерес академик Л. Ф. Верещагин. Он хотел создавать свой институт у нас. Были планы и у академика В. А. Кириллина и академика А. Е. Шейндлина в отношении строительства своего МГД-генератора тоже в Черногловке. Но они, по-

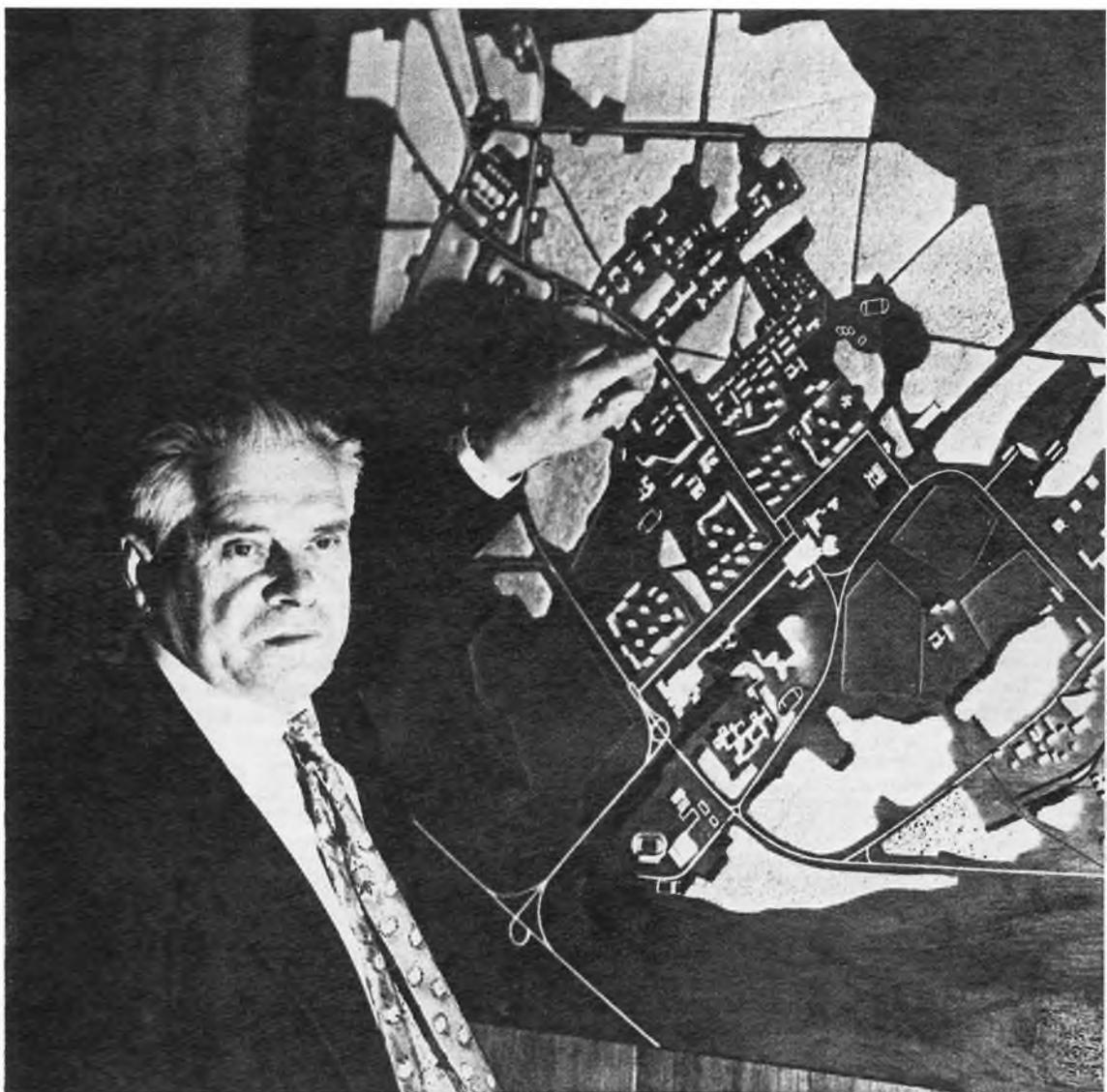
видимому, правильно поступили, выбрав для своих институтов другие места, где теперь успешно развивают свою деятельность.

В 1972 году академик Г. В. Курдюмов как директор-организатор при активной помощи своего ученика и заместителя Ю. А. Осипьяна приступил к организации на территории филиала ИХФ АН СССР Института физики твердого тела. Теперь это крупный, хорошо оснащенный, располагающий сильным составом физиков институт.

В это же время, также на базе филиала Института химической физики, под руководством академика Н. М. Жаворонкова начал создаваться Институт новых химических проблем, но он не получил должного развития. Пока это небольшой научный коллектив.

Далее события развивались следующим образом. В Институте физики твердого тела — ИФТТ — был отдел экспериментальной минералогии, но по решению тогдашнего президента АН СССР академика М. В. Келдыша он должен был стать самостоятельным институтом. И действительно, вскоре нам удалось построить красивое и удобное здание для Института экспериментальной минералогии, и новый институт зажил полноценной жизнью. Почти одновременно с созданием ИЭМа академики Н. Н. Семенов и Г. В. Курдюмов выдвинули идею о том, что Черногловке нужен свой Институт теоретической физики. Получилось так, что мысль эта родилась очень вовремя — нам удалось собрать здесь всех учеников покойного академика

Ф. И. Дубовицкий у схемы Ногинского научного центра.



Л. Д. Ландау, и в Ногинском научном центре в 1965 году появился еще один институт, названный его именем. В нем работает всего около семидесяти человек. Но это сильные физики-теоретики, присутствие которых здесь, в Черногловке, сказывается на результатах многих работ — я думаю, все без исключения наши институты испытывают на себе влияние хорошей физической школы.

В нашу научную семью входит еще лаборатория космической химии. Ее решили создать именно здесь вначале потому, что хотели вдали от городских предприятий и прочих источников различного рода помех создать бесфоновую лабораторию, но потом задачи, решаемые ею, существенно изменились.

Я перечислил научные учреждения, входящие в Ногинский научный центр Академии наук СССР. Но законы градостроительства и сама жизнь требуют, чтобы вместе с институтами и лабораториями возникли и другие организации, которые позволили бы занять людей, непосредственно не связанных с наукой. В связи с этим мы решили в комплексе с научными учреждениями иметь экспериментальный завод научного приборостроения, единственный завод такого рода в Академии наук.

Пять лет тому назад первая очередь завода вступила в строй. Цель его — выпускать научное оборудование, разрабатываемое академическими конструкторскими бюро, которые есть, например, в Москве, Ленинграде, Пущине. Наш завод выпускает уникальные приборы. К концу пятилетки прецизионные приборы должны быть изготовлены на сумму десять миллионов рублей, и это будет составлять половину планируемой суммы.

Завод экспериментального научного приборостроения помог во многом решить проб-

лему занятости членов семей наших научных работников. Но мы запланировали создать еще большую, хорошую издательскую базу Академии наук, которая «впитает» в себя оставшуюся неиспользованную рабочую силу — ей потребуется около полутора тысяч человек.

Есть у нас прекрасная центральная библиотека, вычислительный центр с электронно-вычислительной техникой. И, что я считаю очень важным, созданы хорошие бытовые условия — удобные квартиры, расположенные близко от места работы, прекрасные школы — общеобразовательная школа Академии педагогических наук, музыкальная, спортивная, детские сады, больница, поликлиника, гостиница. Дом ученых, почта.

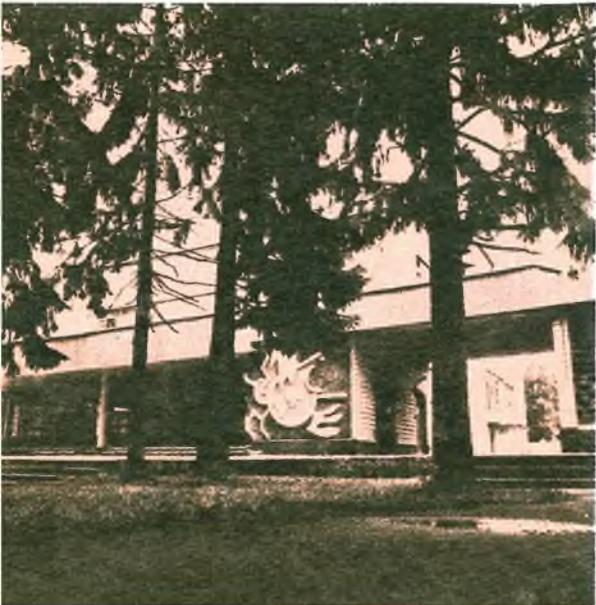
То, как все это строилось, стало теперь историей. А начинали мы впятером: я приехал сюда на пустое место с четырьмя своими учениками — Мержановым, Манелисом, Дреминым, Стесиком. Теперь все они доктора наук, заведуют лабораториями, стали авторами многих важных работ, а тогда еще и кандидатских не защитили.

Так развивалась экспериментальная база, так происходило становление научной тематики. Разумеется, все это на протяжении почти двадцатилетней деятельности происходило не без трудностей. Они, эти трудности, в первые годы возникали, пожалуй, в результате быстрого развития научно-исследовательских работ по актуальным проблемам новой техники и сравнительно быстрого роста коллективов сотрудников, а это, в свою очередь, было связано и с ростом всех остальных подразделений, обслуживающих науку. Мы всегда имели в виду, что научная творческая работа ученого, производительность его труда в значительной степени связана с постановкой технического обслуживания проводимых в лабораториях работ, хотя мы знаем, что для творческой деятельности и этого недостаточно, потому что эффективность труда ученого, безусловно, определяется, главным образом, самим научным сотрудником, его организованностью, его отношением к делу, увлеченностью своей работой и, разумеется, общей творческой атмосферой, хорошими научными традициями коллектива.

Вот такова история создания Ногинского научного центра — события эти, как видите, еще не успели покрыться пылью веков, и вы легко можете встретиться со всеми, кто делал здесь первые шаги.

— В чем видятся вам особенности вашего центра?

Административный корпус.



— Все научные центры во многом схожи, но свое лицо у нас, конечно, есть. Прежде всего, мы расположены на оптимальном, я считаю, расстоянии от города — до ближайшего метро шестьдесят километров, час пути. Тем, кто работает, скажем, в Пущине, надо два с половиной — три часа, чтобы добраться до Москвы, и потому сотрудникам очень непросто побывать на нужном семинаре и успеть вернуться домой. Пахра, напротив, слишком близка к столице, и работающим в ее институтах людям не очень хочется расставаться с Москвой, они тратят на работу и обратно много времени и сил, им трудно задержаться вечером в лаборатории. У нас же оседают прочно, обживаются как следует, и при этом ни одно московское научное событие не является для нас недоступным.

Потом — сильный состав ученых и, что еще важнее, молодой. Средний возраст у нас и теперь не превышает 35 лет, а при организации центра был 27. Ученые у нас энергичные, растущие, полные сил и стремлений. Тут еще надо добавить, что у нас всегда много студентов, аспирантов, практикантов. Наши лаборатории служат базой для многих учебных институтов — Московского физико-технического, Куйбышевского политехнического, химического факультета МГУ, Института тонкой химической технологии, Московского института стали. Именно из числа этих студентов мы черпаем свои кадры.

Что же касается тематической особенности нашего центра, то он имеет физико-химический профиль; можно сказать, что основным объектом наших исследований является твердое тело, весь комплекс его химических и физических свойств.

И, наконец, еще одна особенность. Институты, расположенные здесь, принадлежат четырем разным отделениям Академии наук, таким образом, у них нет единого «хозяина»: совет директоров, которым руководит академик Н. Н. Семенов, — орган совещательный, а не административный, он занимается только чисто научными вопросами. Впрочем, принадлежность к разным отделениям Академии никак не мешает совместным работам наших институтов.

— Каковы, на ваш взгляд, главные итоги деятельности Ногинского научного центра и каковы планы на будущее?

— Я мог бы много говорить о разработках, внедренных в народное хозяйство со значительным экономическим эффектом, и еще больше о фундаментальных исследованиях, которые ведут институты центра, — о проблеме строения и химического превращения вещества в различных физико-химических условиях, установления связи между строением и свойствами вещества, создания научных основ новых технологических процессов и материалов для новой техники. Но мне хочется сказать тоже о главном, с моей точки зрения, результате: в общем комплексе научных учреждений АН СССР организован новый научный центр, сильные коллективы ученых, инженеров, техников и рабочих, которые вносят достойный вклад в развитие науки, техники, народного хозяйства.

А планы... Мы не торопимся расти вширь, не собираемся в ближайшие годы создавать новые институты. Да и в «старых» число сотрудников не будет расти чересчур быстро. Иначе жителей поселка станет слишком много для того, чтобы мы по-прежнему могли именовать его «научным центром», — мы не хотим допустить того, чтобы население, не имеющее отношения к институтам и лабораториям, составляло значительный процент. Мы не спешим становиться городом: к концу пятилетки цифра населения не увеличится более чем в полтора раза.

А вот научных планов у нас много. Но говорить о них, наверное, преждевременно — вот закончатся новые важные и интересные исследования, тогда и побеседуем...

АКАДЕМИК Н. Н. СЕМЕНОВ, ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА ДИРЕКТОРОВ НОГИНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА АКАДЕМИИ НАУК СССР:

Известно, что в живых организмах при нормальных температурах и давлениях идут процессы, для реализации которых химическая технология создает установки, рассчитанные на сотни атмосфер и градусов. По своей активности биологические ферменты в сотни раз превосходят наши обычные катализаторы. Фермент представляет собой большую белковую молекулу, содержащую один или несколько активных центров, состоящих всего из нескольких атомов. Во многих случаях, особенно в ферментах, катализирующих окислительно-восстановительные реакции, активные центры содержат те или иные ионы металлов переменной валентности.



Все многочисленные ферменты синтезируются живыми организмами. Однако сами по себе ферменты являются строго определенными химическими соединениями, и их никак нельзя отнести к живым образованиям. Некоторое время назад нам захотелось проверить следующее предположение: нельзя ли использовать для ускорения химических реакций, так сказать, адаптированные ферменты — те комплексные соединения, которые и есть активный центр фермента. Такие катализаторы можно было бы в дальнейшем синтезировать в промышленных условиях.

Первый перспективный шаг в направлении реализации этой идеи был сделан в 1966 году в Институте химической физики. Решив в лабораторных условиях задачу фиксации азота при нормальном давлении и температуре, наша отечественная наука захватила лидерство в одной из важнейших областей химии. И вот уже около десяти лет никому не уступает этой роли. Сейчас над близки-

ми проблемами во всем мире работают многие лаборатории, сотни ученых, поэтому и прогресс пойдет быстрее и удерживать первенство будет тяжелее. Правда, я считаю, что гораздо интереснее и, значит, плодотворнее, работать на еще нетронутых, целинных участках науки, прокладывая новые пути. Ведь, как известно, идущий по следу обогнать не может.

Возможно, через некоторое время какие-то промышленные отрасли будут напоминать внешне сельскохозяйственное производство. Солнечная энергия станет выращивать не только злаки, овощи и фрукты, но и органические материалы, сырье, заготовки для фабрик и заводов. В перспективе это позволило бы получать ежегодно примерно в сто раз больше энергии, чем мы сейчас имеем от добычи и сжигания горючих ископаемых.

Применение химических принципов живой природы только начинается. Безусловно, достижения в этой области могут привести к принципиальным переменам в самых разнообразных отраслях — от энергетики до медицины.

ФИКСАЦИЯ АТМОСФЕРНОГО АЗОТА — ТАЙНА, ВЫРВАННАЯ У ПРИРОДЫ * «ЧИСТОЕ» ТОПЛИВО, БЕЗОПАСНОЕ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ * ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА? ОНИ НЕИСЧЕРПАЕМЫ

БЕСЕДА С ПРОФЕССОРОМ А. Е. ШИЛОВЫМ, ЗАВЕДУЮЩИМ ЛАБОРАТОРИЕЙ КОМПЛЕКСНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ, И ПРОФЕССОРОМ Г. И. ЛИХТЕНШТЕЙНОМ, ЗАВЕДУЮЩИМ ЛАБОРАТОРИЕЙ КИНЕТИКИ ФЕРМЕНТАТИВНОГО КАТАЛИЗА

— В Черногоровке нам не раз и не два приходилось слышать, что научный центр дает своим сотрудникам возможность объединить усилия — и в этом одно из главных его достоинств. Примеров успешного сотрудничества приводилось немало, но почти всякий, кто приводил их, называл обе ваши лаборатории. Как родился этот союз и что за родники питают его?

А. Е. ШИЛОВ: — Предыстория нашей сегодняшней жизни такова. Лет приблизительно двадцать назад в нашем Институте химической физики возник интерес к новой для него тематике — биологическим проблемам. Академик Николай Николаевич Семенов обратил внимание на то, что биологические процессы в химическом своем аспекте крайне любопытны, потому что идут с непостижимой пока эффективностью. Реакции эти природа отбирала в течение многих миллионов лет, у нее было время отшлифовать их до совершенства. В частности, ферменты — вещества, «работающие» внутри живых клеток, являются наилучшими из возможных катализаторов протекающих там процессов. В живых организмах идет множество реакций (природа живого в смысле химических процессов оказалась еди-

ной), и каждая из них катализируется своим ферментом. Он ведет ее с необходимой для организма скоростью в обычных условиях и вдобавок чрезвычайно избирательно — из многих тысяч веществ, находящихся в клетке, фермент включает в работу именно те, что нужны, которые должны быть использованы, никак не воздействуя на остальные, при этом получается только то, что нужно, и, следовательно, реакция всегда идет без отходов.

Г. И. ЛИХТЕНШТЕЙН: — Задача, поставленная академиком Семеновым, формулировалась так: понять, как устроены и как работают биологические катализаторы, и научиться моделировать их работу на физико-химическом уровне. Николай Николаевич поручил вести эти работы своему ученику Александру Евгеньевичу Шилову, который возглавил отдел, специально созданный здесь, в Черногоровке. В составе этого отдела и появилась наша лаборатория.

А. Е. ШИЛОВ: — Мы понимали, что если бы удалось «перенять» у ферментов хотя бы часть их опыта, мы могли бы найти путь к созданию катализаторов совершенно нового типа. Химики, как те, кто занимается чисто фундаментальной наукой, так и те, кто работает для промышленности, всегда с изумлением и завистью думают о живой природе. Как, каким чудом, используя те же самые законы, правящие нашим миром, умеет она в мягких условиях — без высоких температур и давлений, без агрессивных веществ, без отравления окружающей среды — вести свои химические процессы? Естественно, мы, специалисты в области химической кинетики и катализа, были рады сотрудничать с лабораторией, которая поставила себе целью изучить действие ферментов — идеальных катализаторов.

Г. И. ЛИХТЕНШТЕЙН: — Но и у нас была своя очевидная корысть: ведь все свои наблюдения и гипотезы нам предстояло как-то проверить, а единственный способ тут — построить действующую модель фермента. Работает — мы правы, нет — надо снова искать. Вот такую модель — катализатор, действующий по принципу фермента, и должна была создать лаборатория Александра Евгеньевича Шилова.

— Итак, ваше сотрудничество, воздвигнутое на таком твердом фундаменте, как взаимная нужность, и питаемое надеждой создать новые эффективные технологии, возникло. Но объектов у химической бионики — видимо, так следует называть созданное вами направление? — тысячи. С чего вы решили начать?

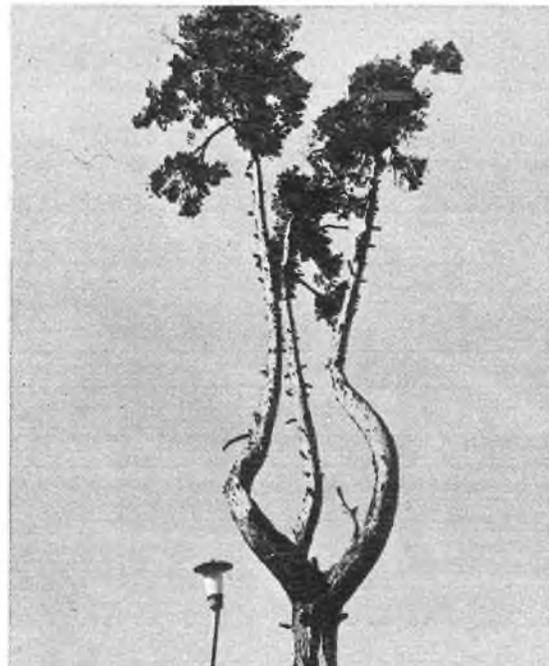
А. Е. ШИЛОВ: — С фиксации азота. Почему? Потому, может быть, что здесь контраст между тем, что делает природа, и тем, что умеет делать в своей лаборатории человек, был, пожалуй, особенно разителен: азот, который известен в химии своей инертностью и который, как это писалось во всех учебниках, реагирует при обычной температуре только с металлическим литием, фиксируется азотфиксирующими бактериями «с легкостью» при низких температурах, атмосферном давлении и в присутствии воды и кислорода. Известный промышленный способ связывания азота путем его реакции с водородом с образованием аммиака требует высокой температуры, больших давлений и очень чувствителен к примесям — таким, как, в частности, кислород и вода. Кроме того, мы учитывали и практическую важность задачи. Ведь ежегодно из почвы с урожаем выносятся около ста миллионов тонн азота, а мы, несмотря на все усилия, можем пока дать растениям лишь 20—30 процентов необходимого им азота в виде удобрений, где он находится в связанной форме. Таким образом, нужны новые пути его связывания.

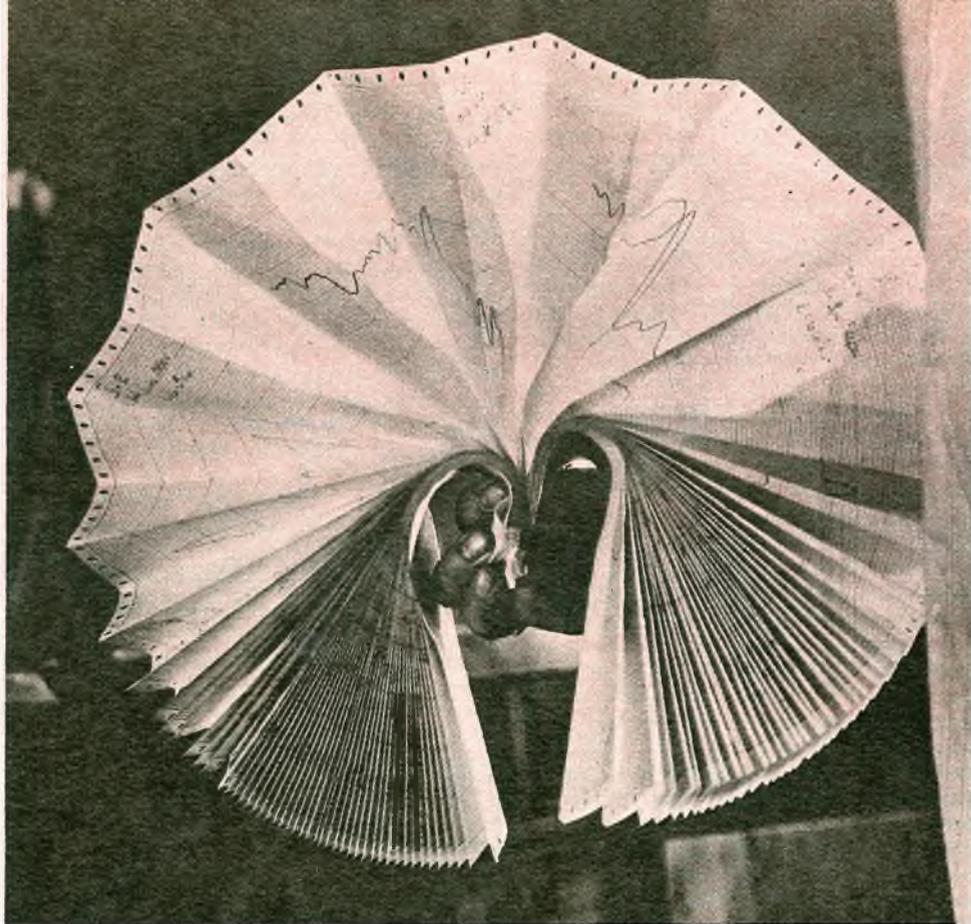
В двух словах наша идея состоит вот в чем. Как вообще можно восстановить азот, то есть передать ему электроны? Почему он такой инертный, что сам по себе не вступает в реакцию с водородом? После работ Лайнуса Полин-

га стала ясна причина: в азоте есть три связи, из которых первая — особо прочная, и потому разорвать ее крайне трудно, для этого нужна большая энергия в 130 килокалорий. Как же быть? Мы предположили, что можно построить химическую систему, в которой рвутся сразу две связи, но при этом образуются четыре новых. Звучит парадоксом, но энергетически такая реакция более выгодна. Использовать для этого мы могли бы атомы металла — именно они способны передать электроны на азот. Поскольку одновременно азот должен был приобрести четыре электрона, мы назвали этот механизм коллективного действия «четырёх-электронным».

Физика процесса тут непростая, я позволю себе поэтому прибегнуть к аналогии. Представьте, что нам надо перевезти строительные блоки разной величины — по 25 тонн и по 1 тонне, а грузовик способен поднять лишь 10 тонн. Задача неразрешима, но если мы построим платформу, которую потащат четыре грузовика, на ней можно разместить уже 40 тонн и, следовательно, самый тяжелый из наших блоков (вместе с легкими) удастся доставить по назначению.

Не всякий металл, а лишь переходный, то есть такой, что может менять свою валентность, способен передать электроны атомам азота. Не случайно, что, как оказалось, именно молибден присутствует в нитрогеназе — ферменте, ведущем восстановление азота в природе. Получив данные о структуре этого фермента, добытые в лаборатории, которой руководит теперь Герц Ильич Лихтенштейн, мы смогли смоделировать его работу. Конечно, речь не шла о том, чтобы просто скопировать нитрогеназу, — и сложно, и не нужно, как нет необходимости повторять устройство птицы в самолете, достаточно воспользоваться принципами аэродинамики полета. В результате нам в 1970 году удалось с помощью искусственного, созданного нами катализатора, включающего молибден, получить в пробирке из азота воздуха гидразин, продукт неполного восстановления азота, а затем и аммиак — вещество, где азот восстановлен до конца. Правда, я хотел бы упомянуть работы Марка Ефимовича Вольпина с сотрудниками, которые еще в 1964 году в Институте элементоорганических соединений впервые сумели восстановить азот в неводных растворах под действием сильных восстановителей в присутствии соединений переходных металлов. При этом обычно получаются нитриды — соединения металлов с азотом, которые образуют аммиак при действии кислоты. В нашем случае реакция идет в воде или спирте, нитриды не образуются, азот, используя протоны воды, переходит сначала в гидразин, а затем и в аммиак, либо, как это было найдено для некоторых систем, — непосредственно в аммиак, минуя стадию гидразина. Именно так действует фермент нитрогеназа.





Этот «веер», исписанный перьями самописца, позволяет постронть всего одну кривую — одну из почти бесчисленного множества нужных для проведения любого эксперимента.

— Какой путь пришлось вам пройти, прежде чем первая молекула аммиака была искусственно получена из черноголовского воздуха?

Г. И. ЛИХТЕНШТЕЙН: — Сотни лет химики не могут вовлечь азот в реакцию при мягких условиях. Наверное, до сих пор это считалось бы невозможным, если бы не ежесекундное чудо, которое мы наблюдаем, — деятельность клубеньковых бактерий и микробов, называемых «свободноживущими», которые превращают в аммиак более 150 000 000 тонн азота в год.

Виктор Андреевич Яковлев, основатель нашей лаборатории, не побоялся взяться за проблему, казавшуюся неразрешимой. По образованию химик, он глубоко разбирался и в биологии, и до 1966 года, когда его назначили директором Института витаминов, Виктор Андреевич успел сделать очень многое. Способствовало тому, конечно, и обстоятельство, что уровень современной химии и биохимии постоянно возрастал и становилось возможным проводить ранее немыслимые исследования.

Работа наша состояла из нескольких этапов — я назову только самые важные. Прежде всего надо выделить фермент. В микроорганизмах их — я уже говорил об этом — тысячи. Кроме того, в клетках всегда существуют и другие белковые вещества. Поэтому выделить нужный фермент в чистом виде — дело непростое. Но в последнее время разработано несколько надежных и удобных способов, позволяющих эту задачу решить. Сегодня биофизик обязан уметь выделить любой нужный фермент — такой тест часто служит для определения уровня его квалификации.

Теперь что значило для нас «нужный фермент»? Естественно, тот, который катализирует реакцию восстановления азота. Мы брали «мешок», содержащий около двух тысяч белков, — микроб, преобразующий азот в аммиак, — и разрушали его оболочку. Белки вытекали в раствор, и мы запускали в эту смесь меченый молекулярный азот, содержащий тяжелый изотоп ^{15}N . Если получается меченый аммиак, можно быть уверенным, что искомым «фермент икс» в данной смеси присутствует. (Если же нет, можно предположить, что он содержится в разорвавшейся оболочке микро-

ба — такое тоже бывает.) Далее сортируем белки и каждый раз точно так же исследуем полученные фракции: в какой из них запрятан искомый фермент — нитрогеназа. Раскручиваем в ультрацентрифугах, где скорость на периферии достигает скорости реактивного истребителя. Белки разделяются по молекулярному весу. Фракцию, содержащую нитрогеназу, переосаждаем с помощью специальных реагентов — идет еще один этап разделения. Далее — просеиваем на молекулярных ситах, задерживающих одни и свободно пропускающих другие белки. Потом, наконец, используем особые колонки, в которых различные белки с различной скоростью цепляются за препятствия на их пути. Всего восемь — десять операций.

Но вся эта работа была бы на обычном, рутинном биохимическом уровне, если бы не одна крупная неприятность — фермент необычайно чувствителен к кислороду и тяжелым металлам. Достаточно неумовимого количества их, ничтожных следов — и нитрогеназа погибает. Видимо, тут и кроется причина почти тринадцатилетних неудач в попытках выделить этот фермент. Поэтому любая простейшая операция превращается у нас в серьезную проблему. Несколько лет ушло на разработку методики, аппаратуры, специальные вещества — протекторы, «обезвреживающие» металлы и молекулы кислорода.

Но вот фермент выделен. Наступает пора изучать его кинетику, то есть скорость реакции получения аммиака из азота в зависимости от различных условий — температуры, кислотности среды, добавок различных веществ. В результате удается получить определенную информацию о том, что же происходит во время работы нитрогеназы и как этот фермент устроен. Выяснилось, что азот сначала образует соединение с ферментом — комплекс, и лишь потом реакция идет дальше. Сама нитрогеназа оказалась гигантским белком — ее молекулярный вес около 350 000. Для сравнения — молекулярный вес воды 18, гемоглобина, всем известной белковой молекулы, — 60 000, и это уже считается большим весом.

На огромном молекулярном пространстве фермента мы обнаружили 32 атома железа, 2 атома молибдена и еще ряд групп, которые входили в состав активного центра. Нам надо было установить, как располагаются эти атомы металлов — случайно ли, собираются ли они вместе, каковы расстояния между ними. Справиться с этой задачей удалось не сразу...

А. Е. ШИЛОВ: — ...но решение было очень существенно для нас. Я говорил о теоретических догадках, которые у нас были о работе фермента, восстанавливающего азот. Связаны они были именно с металлами, и потому просто узнать, что в настоящей нитрогеназе содержится молибден и железо, — уже значило получить некоторое подтверждение нашей гипотезы. Однако расположение атомов играло в наших выкладках особую роль. Нам обязательно надо было, чтобы атомы молибдена и железа жили не по одиночке, а группировались минимум по четыре вместе, создавая таким путем ту самую «платформу», о которой я говорил. Этого требовал наш гипотетический «четырёхэлектронный механизм» работы нитрогеназы. Оказалось, что атомы молибдена и железа, действительно, работают в нитрогеназе коллективно.

— Каким образом удалось изучить строение и работу такой огромной и сложной молекулы, как нитрогеназа?

Г. И. ЛИХТЕНШТЕЙН: — Работать приходилось сначала вслепую — ведь никто в мире не возьмется произвести рентгеноструктурный анализ такого запутанного белка. На гербе нашей лаборатории изображен слоненок — он символизирует методику нашей работы. Помните историю о магарадже, устроившем конкурс мудрецов? Каждому предлагалось войти в темную комнату, ощупать то, что там находится, и угадать, что это. Первый сказал, что нащупал змею, другому попались какие-то колонны, третий говорил об огромных живых лопухах, а четвертый, не входя в комнату, сказал, что там находится слон.

Поскольку невозможно напрямую изучать строение огромной белковой молекулы, приходится судить о нем по косвенным, отрывочным и частным данным. Было очевидно, что обычные физико-химические методы не позволяют нам расшифровать устройство нитрогеназы. По счастью, в наших лабораториях к тому времени уже был хорошо освоен новый оригинальный способ проникать в глубины молекул. Он основан на том, что в молекулу вводятся специальные зонды, обладающие свойствами миниатюрной магнитной стрелки. Чувствительный прибор — спектрометр электронного парамагнитного резонанса — «снимает» информацию, идущую от зонда. Вновь позволю себе сравнение. Если нужно изучить движения спортсмена, то можно привязать к рукам и ногам его горящие лампочки и тогда в темной комнате удастся записать траектории движения светящихся точек. По этим трекам потом нетрудно рассчитать всю интересующую нас кинематику и динамику.

Что за зоны мы используем, что служит нам лампочкой? Спиновые метки. Вы знаете, что всякая химическая связь образуется за счет компенсации двух электронов. Если один из них не скомпенсирован, то появляются определенные свойства — химические и магнитные. Это и есть «спин». Мой покойный учитель профессор Нейман обнаружил соединения, обладающие одним нескомпенсированным электроном, но в то же время являющиеся химически стабильными соединениями. Это так называемые стабильные радикалы эминоксильного ряда.

— Нам рассказывал о них Геннадий Николаевич Богданов.

— Да, они много работали со стабильными радикалами, но в ином, чем мы, направлении. Моя аспирантская деятельность тоже, кстати сказать, началась именно с изучения этих соединений. Мы уже тогда понимали, что их особые магнитные свойства можно как-то

использовать. И теперь вот наши спиновые метки дают массу информации о молекуле белка, куда удалось их внедрить. Если поместить рядом несколько компасов, то стрелки их начнут изменять свое положение в зависимости от близости соседних. Нечто похожее мы наблюдаем в своих экспериментах. Заместив, скажем, два атома железа спиновыми метками, мы видим, что если они находятся на близком расстоянии — до тридцати ангстрем, — то метки чувствуют друг друга и прибор четко показывает изменения в спектре парамагнитного резонанса. По этим изменениям можно вычислить расстояния между атомами. Так удается «прощупать» белковую молекулу даже очень сложной структуры.

Оказалось, что малейшее изменение геометрии белка сразу ведет к изменению его химических свойств. Теперь нам ясно почему — атомы металла сдвигаются или раздвигаются, включая или выключая многоэлектронный механизм. А метки, как сейсмические станции, улавливают самые тонкие события, происходящие в исследуемой молекуле. Благодаря им мы знаем теперь, что белок не просто шарик, в который вмонтированы активные центры — атомы металлов. Нет, белковая молекула не стеллаж, не хранилище реагентов, а активный участник химических процессов: он растягивается, сжимается, «дышит», воздействуя тем самым на ход реакции.

Нами был разработан и еще более тонкий метод — мы назвали его методом электронно-плотных меток. Тут меткой служит молекула, содержащая целую гроздь тяжелых атомов ртути или другого металла. Происходит интенсивное рассеивание рентгеновских или электронных лучей, и в электронный микроскоп удается увидеть многое, не доступное ранее изучению.

Вот так, собирая информацию разными путями, используя данные, полученные в многочисленных лабораториях мира, изучающих ферменты, мы пытаемся нарисовать портрет своего «слоненка».

— Но вы уже сумели «запрячь» его...

— Нет, и до этого еще далеко. Лишь в лабораторных условиях можно сегодня получать из азота воздуха гидразин и аммиак. Но мечтать никто нам не запретит. Я вижу ферму завтрашнего дня, в которой стоит установка, засасывающая воздух, пропускающая его через баки с нашим катализатором и затем посылающая аммиак по трубкам прямо в поле. Сейчас уже, кстати, аммиак вводят в почву непосредственно в виде газа из баллонов, и результат получается прекрасный. Гидразин тоже найдет себе применение — ведь это превосходное топливо, обладающее очень большой энергоемкостью. Соединяясь с кислородом, гидразин выделяет огромное количество тепла, и, что крайне важно, в виде отходов получается вода и азот — совершенно безвредные продукты.

Мечты эти вовсе не беспочвенные: предусмотрена серия работ, которыми руководит Александр Евгеньевич Шилов.

А. Е. ШИЛОВ: — Поскольку речь зашла о мечтах, то есть о планах на будущее, я хочу рассказать вам, над чем мы работаем теперь. Конечно, стремимся довести лабораторные эксперименты до промышленной технологии — нам первым в мире удалось восстановить азот до гидразина и хотелось бы, чтобы эта реакция нашла практическое применение. Такая же картина с активацией насыщенных углеводородов. Комплексами металлов в растворах. Нам — и тут мы тоже были первыми — удалось найти системы, в которых идет процесс, по-видимому, подобный тому, что осуществляют метанооксиляющие бактерии. Сначала мы использовали комплексы платины, а теперь — комплексы меди. Интересно, что именно медь служит активным центром в ферментах — «живых» катализаторах.

Последние наши работы связаны с фотосинтезом. Идут они как бы в два этапа — со-

ответственно природе этого процесса. Сначала мы пытаемся разложить воду на кислород и водород, как это и делают зеленые растения (водород в растениях обычно отлагается, так сказать, в «связанном» виде), используя солнечный свет и катализаторы. Мы надеемся, что со временем можно будет с хорошим коэффициентом полезного действия осуществлять этот процесс. Тут нам видятся предпосылки для новых типов преобразования солнечной энергии в химическую, не говоря уж о том, что водород — дешевое универсальное топливо, топливо вдобавок «чистое», поскольку, сгорая, превращается снова в воду.

Но для того чтобы полностью смоделировать фотосинтез, надо полученный водород, не доводя до его выделения в свободном виде, заставить восстанавливать двуокись углерода — углекислый газ. В результате этой реакции, как известно, получаются в живой природе органические вещества, главным образом углеводы. Двуокиси углерода вокруг нас очень много — соли угольной кислоты, карбонаты, вобравли в себя значительную часть всего углерода, накопленного на планете. Мел, мрамор и другие минералы содержат более 99 процентов всего связанного углерода. Со временем, когда будет близок к исчерпанию тот единственный процент, что заключен в угле и нефти и газе, нам обязательно придется обратиться к карбонатам и взять у них углерод, потребный для создания, например, полимеров и множества других материалов, без которых человек уже не может существовать. То, что мы делаем сейчас в наших лабораториях, позволит встретить этот момент в биографии человечества во всеоружии научных знаний и технических методов. Пока же нами найдены лишь некоторые химические системы, позволяющие каталитически восстанавливать двуокись углерода в воде до формальдегида и спирта. Для первого шага, мы считаем, неплохо.

СВОБОДНЫЕ РАДИКАЛЫ ПОЙМАНЫ НА МЕСТЕ ПРЕСТУПЛЕНИЯ. НО ОНИ ЖЕ СПОСОБНЫ ОТОДВИНУТЬ СТАРСТЬ

ИНТЕРВЬЮ С КАНДИДАТОМ ХИМИЧЕСКИХ НАУК Г. Н. БОГДАНОВЫМ, ЗАМЕСТИТЕЛЕМ ЗАВЕДУЮЩЕГО СЕКТОРОМ КИНЕТИКИ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

— Геннадий Николаевич, не могли бы вы назвать какую-то основную научную идею, какую-то ведущую концепцию, которой отвечали бы работы, ведущиеся в вашем секторе?

— Такая единая концепция основана на высказанном два десятилетия назад академиком Николаем Марковичем Эмануэлем, руководителем нашего сектора, положении о перспективности использования представлений и методов химической кинетики для изучения молекулярных механизмов и закономерностей

развития различных биологических процессов, среди которых наибольший интерес для теоретических исследований и возможных практических приложений представляли процессы патологии.

Эта точка зрения нашла многочисленные подтверждения при изучении кинетики и свободнорадикальных механизмов опухолевого роста. Было установлено, что развитие опухолей как в опытах на животных, так и у человека характеризуется рядом общих закономерностей. Единичная опухолевая клетка приводит к возникновению опухоли в организме по экспоненциальному закону удвоения — два в степени, 2^n . При этом в начальной стадии процесс идет скрыто, без видимых проявлений. Это так называемый период индукции, который затем сменяется стадией быстрого роста опухоли. Анализ особенностей кинетики опухолевого роста при химических и физических воздействиях — процессов торможения, регрессии и рецидивов — позволил разработать строго количественные критерии для отбора и изучения новых противоопухолевых препаратов. С этой точки зрения важное значение имели также представления о свободнорадикальных биофизических сдвигах, которыми на молекулярном уровне сопровождается опухолевый рост.

Свободные радикалы представляют собой частицы, обладающие неспаренным электроном. Они образуются при разрыве химической связи или переносе одного электрона. Как правило, свободные радикалы являются чрезвычайно реакционноспособными частицами, что, впрочем, зависит от их типа и строения.

Физические методы обнаружения свободных радикалов, в первую очередь электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), применимы и для изучения биологических объектов. Прямыми опытами с использованием этого метода была подтверждена точка зрения об интенсификации свободнорадикальных процессов при индукции опухолей химическими канцерогенами, росте экспериментальных опухолей, а также при рецидивах хронического лейкоза человека.

Отмечая особую роль свободных радикалов в этих процессах и общность поведения их в химических и биологических процессах, Николай Маркович Эмануэль предложил использовать известные малотоксичные вещества, тормозящие развитие радикальных процессов, — ингибиторы — в качестве противоопухолевых препаратов.

На практике вещества такого рода используются как стабилизаторы смазочных масел и полимерных материалов, как консерванты лекарственных препаратов, как антиоксиданты пищевых жиров.

Опыты показали, что ингибиторы-антиоксиданты способны тормозить рост опухолей, инактивировать онкогенные опухолеродные вирусы и проявлять антиканцерогенное действие в опытах по химическому канцерогенезу. Наиболее обстоятельно изучен ионол — антиоксидант из класса так называемых пространственно-затрудненных фенолов. Ионол обладает выраженным противоопухолевым действием, предотвращает развитие предопухолевых изменений и возникновение опухолей при действии канцерогенов. Эти данные имеют важное значение для проблемы профилактики и терапии раковых заболеваний. В частности, ионол рекомендован фармакологическим комитетом Министерства здравоохранения СССР для практического применения в клинике под фармакопейным названием «Дибунол».

Итак, концепция свободнорадикальных механизмов опухолевого роста, предложенная Н. М. Эмануэлем, стала для нас ключевой. Она заложила основы и создала новую область онкологии — физико-химию рака, базирующуюся на современных физико-химических методах исследования и строго

количественных подходах к описанию процессов патологии. Эти вопросы изложены в новой, только что вышедшей монографии Н. М. Эмануэля «Кинетика экспериментальных опухолевых процессов».

Сейчас в Черноголовке работами в этом направлении заняты три лаборатории — физико-химических основ онкологии, экспериментальной химиотерапии и молекулярной биологии. Перспективы работ связаны еще и с тем, что ингибиторы радикальных процессов обладают не только противоопухолевым действием. Они проявляют также радиозащитный эффект при облучении, снимают токсическое действие некоторых ядов и, что особенно интересно, увеличивают среднюю продолжительность жизни экспериментальных животных, то есть являются геропротекторами. Как видно, фронт наших исследований, исходящих из единой научной концепции, существенно расширился.

— Видимо, развитие свободнорадикальной концепции вышло из периода индукции?

— Скорее, мы просто стали больше знать о природе и роли свободных радикалов в биологических процессах. Регистрируемые методом ЭПР изменения содержания свободных радикалов и парамагнитных металлокомплексов рассматриваются, например, как физико-химический тест изменений функциональной активности органов и тканей. Это позволяет использовать метод ЭПР для изучения системного действия опухоли на организм, проявляющегося в дисфункции и дистрофии жизненно важных органов, даже отдаленных от места локализации опухоли. Работая в этом направлении, нам удалось экспериментально доказать по изменению спектров ЭПР замороженных образцов печени большую степень злокаче-

ности опухолевых процессов. Это свидетельствует о том, что свободные радикалы являются активными участниками в развитии опухолевых процессов. Это подтверждается тем, что свободные радикалы являются активными участниками в развитии опухолевых процессов. Это подтверждается тем, что свободные радикалы являются активными участниками в развитии опухолевых процессов.

Изучение активной роли свободных радикалов при развитии процессов патологии находит сейчас все новые и новые точки приложения. В связи с проблемой действия различных факторов окружающей среды на живые организмы значительный интерес представляет явление «свободнорадикальной бури», сопровождающихся резкими колебаниями парамагнитных свойств различных органов и тканей. Они возникают в животных и растительных клетках при воздействии окислительных жиров, инсектицидов, поверхностно-активных веществ, промышленных ядов, выхлопных газов и т. д. Под влиянием обычных синтетических моющих средств («Новость», «Лотос», «Кристалл»), которые так или иначе попадают в водоемы, резко меняется содержание свободных радикалов в клетках водорослей, например хлореллы. Здесь уместно упомянуть и о фотохимических свободнорадикальных процессах образования смога — квазиатмосферы больших промышленных центров, где, как в огромной реторте, под влиянием солнечного излучения идут сложные реакции газообразных промышленных отходов, выхлопных газов двигателей, паров воды и т. д. В этих условиях ускоренно идут процессы коррозии металла, старения полимерных материалов. И хотя живые организмы имеют системы защиты от экзогенных свободных радикалов, важно знать возможные повреждающие механизмы их биологического действия.

— Вы упомянули, Геннадий Николаевич, о том, что ингибиторы свободнорадикальных реакций обладают не только противоопухолевым действием, но еще и способны продлевать жизнь организма. Какие работы ведутся в этом направлении?

— Свободнорадикальная концепция как химическая модель процесса старения живых организмов введена в геронтологию также академиком Эмануэлем Н. М. В его статье «Свободные радикалы и действие ингибиторов радикальных процессов при патологических состояниях и старении живых организмов», получившей широкий резонанс во всем мире, приведены результаты по использованию ингибиторов в качестве геропротекторов, то есть веществ, замедляющих сам процесс старения и увеличивающих продолжительность жизни экспериментальных животных. Показано, что малотоксичный препарат из класса ингибиторов — антиокислителей, близкий по структуре к витамину В₆, увеличивает среднюю продолжительность жизни более чем в полтора раза по сравнению с контрольной группой мышей, не получавших препарата. В основном переводе этих данных на жизнь человека получается, что творческий возраст может быть увеличен до 120 лет!

Эти препараты пока не вышли из стадии экспериментального изучения, но естественный интерес к ним очень велик.

— Предполагается ли клиническая проверка этих весьма перспективных экспериментальных результатов?

— Конечно. В области онкологии использование принципов и методов физической химии уже дало свои результаты и для практической медицины. Фармакологическим комитетом приняты и рекомендованы к применению в клинике два новых противоопухолевых препарата — «дибунол» о котором я уже говорил, и «нитрозометилмочевина». Это существенный результат комплексной программы работ, которые выполнены единым научным коллективом ученых различных специальностей — химиков, физиков, математиков, биологов и врачей. Таким коллективом, созданным и работающим под руководством академика Николая Марковича Эмануэля, и является наш сектор, об основных работах которого я рассказал здесь.

ПРОДОЛЖАЕМ РАССКАЗ О РАБОТАХ ИНСТИТУТА ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

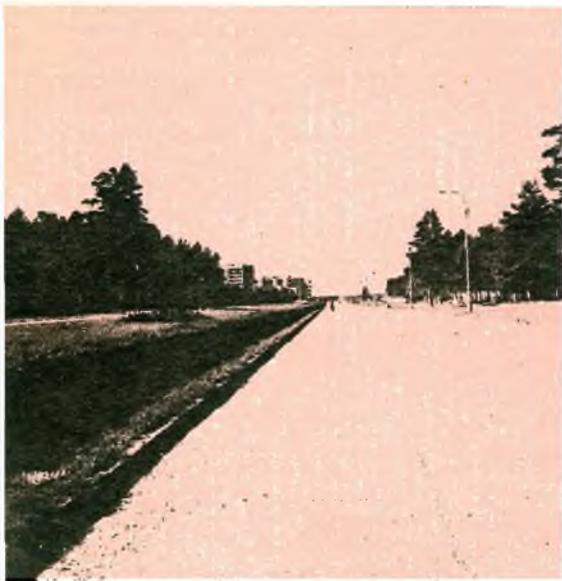
В конце двадцатых — начале тридцатых годов в нашей стране трудами Н. Н. Семенова, Я. Б. Зельдовича, Д. А. Франк-Каменецкого были заложены основы теории горения. Это научное направление оказалось необычайно плодотворным: прошло почти полвека, но, как искры от костра, «разлетаются» от теории горения все новые и новые идеи, методы, области применения. Справедливость этих слов иллюстрируют работы Института химической физики, в том числе тех его лабораторий, которыми руководят доктор химических наук Г. Б. Манелис и доктор физико-математических наук А. Г. Мержанов.

ИЗ ПЛАМЕНИ — ИСКРЫ

МОГУЧЕЕ ОРУЖИЕ — ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ * СВС — ОСНОВА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ * ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ РАССЧИТЫВАЕТ ХИМИК

Вопрос к профессору А. Г. МЕРЖАНОВУ:

— Александр Григорьевич, любая научная работа имеет две стороны: сами исследования, с их методами, результатами и частными задачами, и общая идеология — некая отдален-



ственности беспиригментных меланом, что часто наблюдается и в клинике. В нашей лаборатории показано также, что изменение содержания свободных радикалов в печени может служить показателем развития экспериментальных лейкозов. Эти работы позволяют надеяться на принципиальную возможность разработки новых методов ранней диагностики раковых заболеваний.

Хотелось бы также отметить, что помимо свободных радикалов, образующихся в процессах жизнедеятельности клетки, важную роль играют экзогенные свободные радикалы, которые зачастую противоречиво ведут себя в биологических системах. Одни из них поражают живые клетки, другие способны устранить возникшую патологию. В этом проявляется двойственное действие свободных радикалов. В частности, это относится и к так называемым стабильным свободным радикалам ими-

«Знамя» —
статья,
октябрь,
1977

35

ная цель, ради которой, собственно, и создается та или иная лаборатория. О практических результатах, полученных вами, мы слышали, беседуя с Федором Ивановичем Дубовицким. Теперь хотелось бы понять философскую подкладку этих достижений — из чего вы исходили, какую научную концепцию развивали?

— В самом общем виде она сформулирована еще Гераклитом: в основе всего сущего огонь, «закономерно воспламеняющийся и закономерно угасающий». Действительно, между механизмом горения и многими другими процессами, протекающими в природе, существует прямая аналогия. А поскольку теория горения разработана сегодня достаточно полно, выводы ее распространить на широкий круг явлений, не имеющих, казалось бы, к горению никакого отношения, но подчиняющихся тем не менее тем же закономерностям.

Итак, огонь, «закономерно воспламеняющийся». В чем эта закономерность? В том, что тепло, выделяющееся при реакции, усиливает ее саму, из-за этого выделяется еще больше тепла, реакция вновь набирает силу — и так далее, лавинообразно, до теплового взрыва. Уравнения, описывающие этот цепной процесс, написанные Н. Н. Семеновым, весь сложный и эффективный аппарат, созданный его последователями, позволяют рассчитывать любую реакцию, которая идет с самоускорением, — как принято говорить, с положительной обратной связью. Таких ситуаций удалось обнаружить множество. Вот всего два примера — пробой диэлектрика и разогрев вязкой жидкости, протекающей по трубе. И в том и в другом случае тепло, выделяющееся из прохождения тока или трения жидкости о трубу, снижает сопротивление — электрическое или гидравлическое, а это ведет к еще большему выделению тепла.

Название нашей лаборатории — макрокинетики химических реакций — означает, что мы изучаем, как протекают химические реакции в тех случаях, когда существенную роль играют физические факторы, к примеру передача тепла или вещества. Можете представить себе, насколько широко здесь поле деятельности, — химических реакций не перечислить, а вариантов протекания их в реальных условиях — и того больше. Поэтому мы ограничили себя изучением процессов, к исследованию которых применима теория горения. Впрочем, слово «ограничили» тут едва ли применимо. Возьмите катализ — один из самых загадочных химических процессов. Почему, скажем, на поверхности некоторых веществ, платины к примеру, многие реакции идут куда быстрее, чем в объеме окружающего газа? Ответить на этот вопрос крайне важно, но раньше необходимо постичь закономерности каталитических процессов. Поскольку и они проходят с сильным выделением тепла, мы постарались применить все ту же теорию горения. Был разработан специальный метод — электротермографический. Платиновая нить, через которую пропускали ток, являлась одновременно катализатором, источником высокой температуры и в то же время термометром сопротивления. С ее помощью мы исследовали воспламенение и потухание и пришли к выводу, что оба эти процесса далеко не всегда имеют тепловую природу, а вызываются чаще всего неизвестными нам химическими причинами. То тепло, которое выделяется в результате реакции, мы компенсировали уменьшением тока, пропускаемого через нить, — таким образом, чтобы всегда автоматически поддерживать одну и ту же температуру. И что же? Воспламенение и потухание шло своим чередом. Мало того, мы обнаружили своеобразный эффект памяти: если вести дело к воспламенению проволоочки, но остановить процесс, дать всей системе остыть, а затем начать пропускать ток вновь, то нить воспламеняется теперь за короткое время — точно

такое, что оставалось ей до воспламенения, когда процесс был остановлен. Осмыслив полученные результаты с точки зрения теории горения, мы смогли дать им теоретическое объяснение и многое понять в механизме катализа.

Теория горения — могучее оружие, и не применить его, если к тому есть возможность, было бы обидным. Надо лишь отрешиться от того узкого понимания этого термина, которого придерживаются химики по сей день. Для них гореть — значит соединиться с кислородом. Для нас — вступить в любую реакцию, ведущую к лавинообразному нарастанию тепла. Мы, скажем, сжигаем ниобий в азоте и получаем тугоплавкое соединение нитрид ниобия. Расчет реакции при этом ведем с помощью классических формул. И они позволяют нам управлять процессом. Таблетка прессованного порошка ниобия горит по поверхности, а сердцевина остается непрореагировавшей, то есть получается брак. Однако из теории горения известно, что существуют два режима, поверхностный и послыйный. Чтобы перевести реакцию во второй из них, надо снизить температуру и скорость горения. Как? Например, простейшим путем: вводим балласт — 20—30 процентов добавки конечного продукта, нитрида ниобия, который не горит. Теперь реакция идет медленнее, но мы не испортили ее «чужой» примесью.

Знание теории горения позволило нам создать новую технологию — самораспространяющийся высокотемпературный синтез, сокращенно СВС. Так получают теперь тугоплавкие соединения титана, ниобия, циркония, гафния, тантала, цезия, вольфрама, молибдена, индия и других металлов с углеродом, бором, азотом, кремнием, серой, алюминием, водородом. Из-за высокой температуры исходные вещества почти полностью превращаются в конечные, а многие примеси испаряются.

Я мог бы привести еще немало примеров, подтверждающих основную нашу мысль: многие и многие процессы в природе подчиняются одним и тем же закономерностям и могут поэтому быть описаны одними и теми же уравнениями, изучены в рамках одной теории. Хорошо известно, что развитие современной науки сопровождается ветвлением: появляются такие дисциплины, как химическая гидродинамика, космическая медицина или рентгеновая астрономия. Но этой все более узкой специализации противостоит, как и ранее, стремление выявить единство природы. Одно из проявлений этого стремления — поиск аналогий, перенос идей и методов из одной, хорошо исследованной научной области, в другую, малоизученную. И в этом, если хотите, — философия нашей работы.

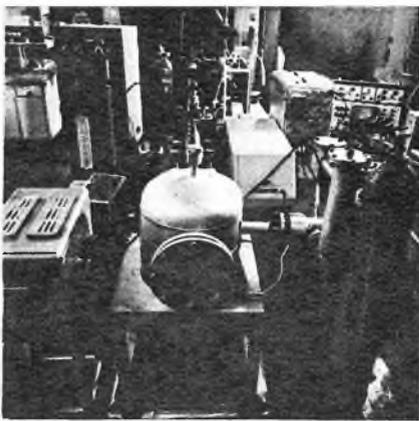
Вопрос к профессору Г. Б. МАНЕЛИСУ:

— *Георгий Борисович, расскажите, пожалуйста, о тех из ваших работ, которые изменили ранее существовавшие представления.*

— В Институте физики твердого тела вам обязательно скажут, что большинство реальных свойств кристалла — физические, механические, электрические — определяются дислокациями, то есть дефектами его решетки. Недавно удалось обнаружить, что вдобавок и реакционная способность веществ в твердой фазе тоже связана с дислокациями. Их можно рассматривать как некоторое возбужденное состояние атомов, энергетически отличающееся от нормального. Реакция, как нам удалось показать, начинается именно в тех местах, где есть такие нарушения, обязанные своим происхождением истории кристалла. Начавшись в некой точке, реакция приводит к тому, что в данном месте выделяются продукты, вызывающие механические напряжения и деформации, — ведь вновь получившиеся вещества всегда отличаются по плотности, по другим своим характеристикам от исходного.

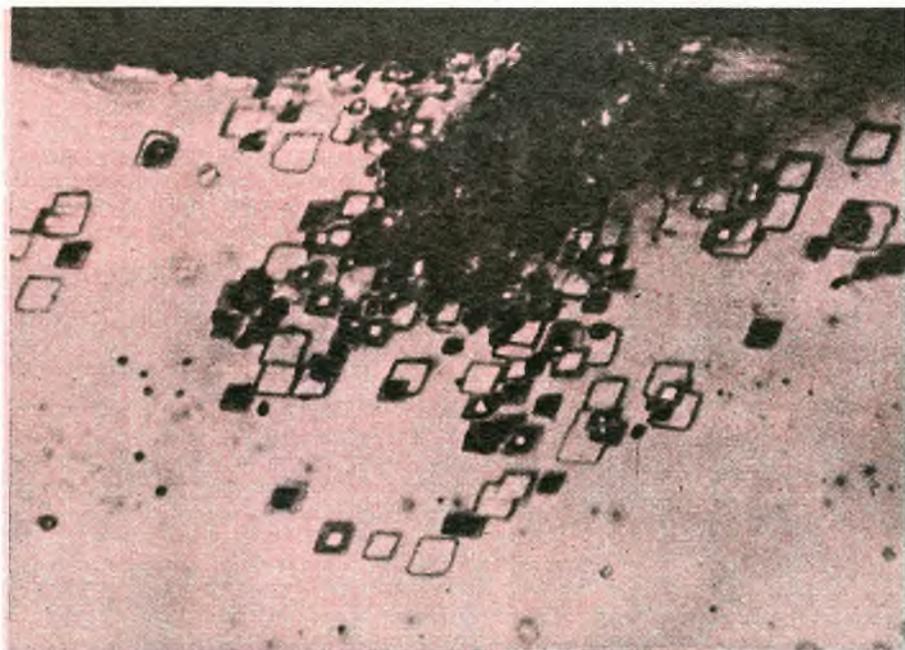
В результате дислокации, расположенные в начале по кристаллу, каким-то образом начинают двигаться. При этом число их растет. Возникает своеобразная реакция, по всем формальным признакам напоминающая цепную, открытую академиком Семеновым для газов или же происходящую в уране при взрыве, но только идет она в твердом теле чисто химическим путем. Таким образом, химическая реакция, раз возникнув в каком-то месте кристалла, постепенно его охватывает целиком за счет движения зоны перемещающихся и размножающихся дислокаций подобно тому, как развивающееся пламя охватывает весь объем, способный к горению.

Фундаментальные соображения теории горения позволили нам сказать свое слово и в такой далекой для химии области, как долговечность конструкций и материалов. В свое время в Ленинграде, в Физико-техническом институте, под руководством академика Иоффе начались работы по механизму разрушения твердых тел. Они продолжались и развивались до последних лет академиком Журковым. Именно им и была высказана мысль, что разрушение тела под действием механического напряжения — это своего рода химическая реакция. Нам эта идея оказалась очень близкой. Ведь обычно любые химические явления пытаются объяснить с помощью физических представлений, а тут впервые происходит прямо противоположное — истинно физический процесс рассматривается с химических позиций, как разрыв связей внутри молекул вещества. Мы изучали разрушение различных тел, считая каждый раз, что происходит химическая реакция, но только скорость ее существенно возрастает под действием механического напряжения — так, как если бы речь шла, скажем, о температуре. В этом случае оказывалось возможным воспользоваться результатами теории горения. Ведь скорость химической реакции возрастает по экспоненте под воздействием электрических или магнитных сил, а на атомно-молекулярном уровне действие механических сил тоже ведет к магнитным и электрическим эффектам. Существует некоторый энергетический барьер, который необходимо преодолеть, чтобы реакция произошла. Чем выше температура, напряжение электрического или магнитного поля, тем ближе мы подходим к этому барьеру. И точно так же механическая деформация облегчает химическую реакцию. Но величины механических напряжений, которые мы реально прикладываем к твердому телу, особенно с учетом концентраций напряжений, неизбежно возникающих из-за неоднородностей, эквивалентны громадным электрическим или магнитным полям: приложив нагрузку всего в несколько сотен килограммов на квадратный миллиметр, мы растягиваем атомы столь сильно, как не могли бы сделать чудовищно большие доступные сегодня магнитные или электрические поля. Действие напряжений эквивалентно действию очень высоких температур. Таким образом, существует полная аналогия между температурой и механическими силами в данном случае. Она и дает нам право применить с детства знакомый аппарат теории горения. Он позволяет рассчитать, что произойдет через определенный промежуток времени с реагирующими веществами. Мы, используя все богатство накопленных в теории горения результатов и методов, сумели развить кинетическую теорию прочности. Особенностью развиваемой нами теории является последовательный анализ разрушения при учете всей кинетической сложности химических реакций методами теории горения. В свете ее, при механических нагрузках, приложенных к твердому телу, происходит следующее. Под воздействием напряжения где-то, в наиболее слабой точке сечения, разрываются химические связи. Теперь напряжение, действующее на все другие молекулы сечения, возросло, вероятность разрыва увеличилась. Рушится еще одна связь. И так далее, лавинообразно. В жизни

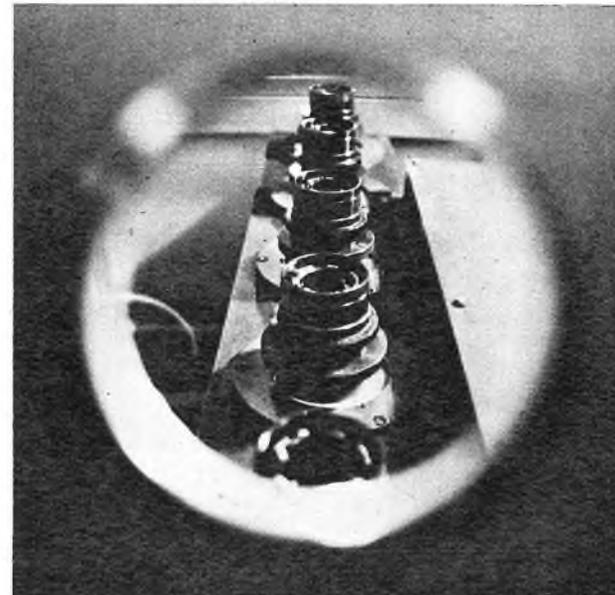


картина выглядит несколько иной. Сначала процесс идет незаметно, месяц или год образец вполне цел, но в нем происходит накопление повреждений. И вдруг, когда число разорванных связей достигает заметного количества, происходит почти мгновенный разрыв. Наша заслуга в том, что удалось построить методику, по которой можно рассчитывать долговечность конструкций, учитывая химические особенности системы; ранее же полагали, что тут возможен лишь эмпирический подход. По-

3. Так выглядит часть измерительного проектора БПС-75, выпускаемого экспериментальным заводом научного приборостроения.



2



3



1. Ударная труба.
2. Здесь видно, как растет число дислокаций.

явилась и неожиданная возможность — управлять долговечностью материалов химическим путем. Скажем, в полимерах добавка ингибиторов цепных разветвленных реакций позволяет направленно менять прочность материалов и долговечность конструкций, изготовленных из них.

Еще одна наша научная удача связана с так называемыми неравновесными химическими реакциями. Представьте себе такой случай. В процессе реакции выделяется энергия, но она не успевает распределиться по всему объему и нагреть его, а задерживается на некоторое время на продукте этой реакции, образуя возбужденную частицу. Поскольку таких колебательно возбужденных частиц получается сразу много, родилась идея построить химический лазер. Он и был сделан у нас в институте В. Л. Тальрозе. Мы также особенно настойчиво стали изучать такие реакции. Видимо, и наши «находки» рано или поздно пойдут в дело. Но пока одна из этих неравновесных реакций дала толчок новому направлению работ. Существуют ударные волны — они возникают, например, когда спутник входит в атмосферу или самолет преодолевает сверхзвуковой барьер, возникают при взрывах. Реакции в этих волнах протекают весьма своеобразно. До последнего времени считали, что до ударного фронта температура газа одна, сразу за ним — другая, а сам тонкий слой, который, собственно, и представляет собой бегущую волну, газодинамическая теория не рассматривала вовсе. Но именно в нем, как мы установили, идут наиболее любопытные процессы. Ведь до ударного фронта газ имеет какую-то невысокую температуру, скажем, комнатную, за ним — весьма высокую, в несколько тысяч градусов, причем этот нагретый газ движется со скоростями до километра в секунду. Когда исследователь рассматривает газ, ему безразлично, что весь газ куда-то движется, — интерес представляет лишь относительное движение его частиц. Однако на ударном фронте

не просто сталкиваются молекулы холодного и горячего газа, но еще добавляется составляющая скорости самого горячего газа — мы как бы выстреливаем нагретыми молекулами по холодным. Поэтому на этом узком участке наблюдается пик энергий столкновений. А отсюда — возможность протекания процессов, не реализуемых ни до, ни после волны. Вот эти-то реакции и оказались неравновесными. Они тем более интересны, что представляют практический интерес, — в лаборатории профессора А. Н. Дремина в ударных волнах осуществляют такие процессы, которые не идут в статике при тех же давлениях и температурах. Потеря радиосвязи при вхождении спутника в атмосферу тоже вызывается ионизацией во фронте ударной волны, скорость которой, вероятно, оказывается выше, чем считалось ранее. Взаимодействие солнечного ветра с земной атмосферой тоже вызывает ударную волну, весьма, правда, необычную из-за разреженности газа. Обычная теория детонации тоже теперь нуждается в дополнениях в связи с нашими работами. И даже такое любопытное явление, как свечение при ударных волнах, хорошо известное физикам и химикам, но объясненное до сих пор лишь частично, ныне, нам кажется, получит полное и всестороннее объяснение благодаря этим работам.

Следующий пункт нашего маршрута — Институт экспериментальной минералогии, ИЭМ

«Знание — сила», октябрь, 1977

37

**ИНТЕРВЬЮ
С ЗАМЕСТИТЕЛЕМ ДИРЕКТОРА
ИНСТИТУТА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
МИНЕРАЛОГИИ АН СССР
ЧЛЕНОМ-КОРРЕСПОНДЕНТОМ
АН СССР В. А. ЖАРИКОВЫМ**

— Само название вашего института звучит непривычно. Быть может, Вилен Андреевич, для начала вы расскажете нашим читателям о том, что представляет собой экспериментальная минералогия, когда и почему она возникла?

— Рождение этой науки по времени практически совпадает с организацией нашего института. В этом есть своя логика. Как вы знаете, геология, наука о Земле, ее строении, имеет перед собой важную задачу — изучить закономерности размещения полезных ископаемых. Но последние десятилетия поставили эту науку в достаточно сложное положение: фонд месторождений, которые легко открываемы с земной поверхности, практически исчерпался. Быть может, где-либо в тайге еще и осталась надежда найти подобные залежи, но в экономически освоенных районах геологи уже не дают никаких оптимистических прогнозов. Они сознают, что задача теперь состоит в том, чтобы научиться искать месторождения полезных ископаемых, которые не выходят непосредственно на поверхность, скрыты в глубинах Земли. Это сложная проблема, поскольку она требует понимания тех процессов, что происходят при образовании горных пород, минералов и руд. Особенность их состоит в том, что они протекают при высоких температурах и давлениях и, самое главное, сопровождаются переносом огромного количества вещества. Понимание физико-химической сущности таких необычных процессов — а оно дает нам, естественно, надежные поисковые признаки и критерии — требовало совершенно нового методического подхода. Так родились теоретические науки — физико-химическая минералогия, физико-химическая петрология и физическая геохимия. Но развитие этих наук может опираться только на эксперимент. Ведь природа не установила ни термометров, ни барометров в те далекие времена, когда образовывались нынешние месторождения. Мы можем лишь выдвигать гипотезы о тех условиях, при которых шли процессы, — считается, что температура равнялась 1500—2000 градусам, а давление составляло тысячи или даже десятки тысяч атмосфер. Информация об истинных условиях образования скрыта в самих закономерностях состава минералов. Однако ее надо расшифровать...

Единственный способ сделать это — провести экспериментальные исследования. Другого нет. В пятидесятые годы этого века проблема встала настолько остро, что все крупные геологи понимали: без развития экспериментальной минералогии дальнейший прогресс в геологии едва ли возможен.

При этом было очевидно: нам не удастся воспользоваться данными других наук — физики, химии, технологии различного рода производств, — ибо специфика природных процессов столь велика, что ни в каком виде человеческой деятельности ей не находится достаточно полных аналогов. Следовательно, необходимо было организовать специальные исследования, направленные на то, чтобы выявить физико-химическую сущность процессов минералообразования, в том числе — образования горных пород и руд.

Лет пятнадцать назад у нас наблюдалось в этом направлении довольно заметное отставание от уровня мировой геологической науки — оно и естественно, поскольку основной заботой геологов было выявление месторождения наиболее доступных полезных ископаемых на огромной территории нашей страны. Для



того чтобы быстро наверстать упущенное и выйти на передовые рубежи, и был создан наш институт. Он — единственный у нас в стране. Успехи, достигнутые институтом с тех пор, как и сама инициатива его организации, связаны с именем академика Дмитрия Сергеевича Коржинского, нашего директора, одного из самых крупных геологов, создателя целой научной школы, к которой принадлежим все мы, его ученики, а теперь уже — и наши ученики, и даже ученики наших учеников.

— Итак, 1 октября 1969 года здесь, в Черногловке, был создан институт, целью которого стало экспериментально изучить физико-химические закономерности, по которым в природе образуются минералы, руды и горные породы. В каких направлениях стали вы работать?

— Прежде всего я хочу, чтобы вы не представляли себе дело так, будто мы ведем эксперименты, а осмысливает их кто-то другой. Нет, теоретическая геология — в центре наших интересов, ради ее развития мы, собственно, и работаем. Что же касается направлений работы института, то я, естественно, могу назвать только самые главные.

Зарождение и эволюция магм — вот над чем работают наши лаборатории. Ведь большинство месторождений на определенном этапе своего образования почти обязательно связаны с магмами — силикатными расплавами, веществом земной коры и мантии, которое находится в жидком состоянии, — мы встречаем их на поверхности в виде вулканических извержений. На глубинах от таких магматических тел отделяются при известных обстоятельствах горячие водные растворы, которые и приводят к образованию месторождений полезных ископаемых. Установить, что скрывается конкретно под словами «определенные условия», «известные обстоятельства», — вот задача, стоящая перед нами.

Таким образом, нам приходится изучать магму с самого ее «дня рождения» — начиная с условий, существующих в мантии Земли, то есть при давлениях в десятки и сотни тысяч атмосфер и температурах в тысячи градусов. Нам удалось получить тут результаты, имеющие фундаментальное значение. Если раньше считалось, что для эволюции магм важны лишь температура и давление, то мы выяснили: очень многие особенности эволюции магматических расплавов связаны со взаимодействием этих расплавов с флюидами — гидротермальными растворами в надкритическом состоянии, то есть при температурах выше критической для воды точки, когда уже нет разницы между паром и жидкостью. Экспериментируя в лабораторных условиях, мы установили четкие зависимости между составом магм и составом и свойствами

флюида, с которым она взаимодействует. Отсюда намечались пути к решению обратной задачи — когда в природе мы видим те или иные магматические тела, то по составу их можно теперь судить о растворах, выделявшихся из этих магм, вызвавших в итоге перенос и отложение рудного вещества.

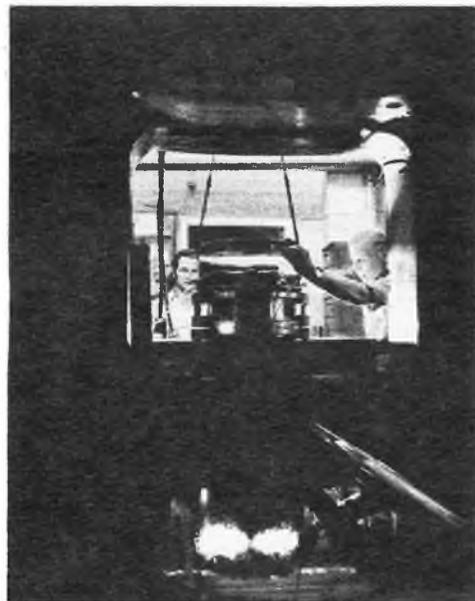
Экспериментальные данные позволяют с большей чем раньше уверенностью принимать мантийную теорию происхождения магм. Планета наша, как вы знаете, состоит из земной коры — некоего подобия кожиры на яблоке толщиной всего 20—40 километров, ниже которого на тысячу километров идет слой мантии, а далее — нижняя мантия и ядро. Но самые глубокие скважины не превосходят полтора десятков километров, поэтому о процессах, происходящих в мантии, мы можем судить лишь на основании моделирования, чем мы и заняты. В лаборатории Юрия Андреевича Литвина есть условия для получения сверхвысоких давлений и одновременно — достаточно больших температур. Благодаря этому уникальному оборудованию и оказалось возможным получить ценные для геологии результаты.

Другое направление работ, на которое мы тратим примерно половину всех наших сил и средств, — это геотермобарометрия. Суть его в следующем. Поскольку земные минералы не склонны расширяться для нас тайны своего сотворения, надо в лабораторных условиях получить точно такие же вещества, в тех же композициях, соотношениях, термодинамических равновесиях. Тем самым мы исправим ошибку природы, столь остро ощущаемую геологами, — установим термометры, барометры и потенциометры в далеком прошлом планеты и сумеем прочесть их показания. И здесь нам удалось добиться кое-каких успехов — создано представление о газовом дыхании Земли, вызываемом теми самыми флюидами, о которых уже шла речь.

Если геотермобарометрия изучает закономерности распределения различных компонентов между сосуществующими минералами в равновесии, в наступившем статическом состоянии, то динамику, предшествовавшую этим равновесным состояниям, изучают другие лаборатории института.

Как идет минералообразование? В породе, слагающие земную кору, внедряется магматический раствор, пропаривает их собою. В результате происходят необратимые процессы. Среди них особое значение имеют так называемые метасоматические процессы — когда преобразование горных пород идет в твердом состоянии, без расплавления, под действием магматических растворов. Рудные ком-

Здесь подвергаются огромным давлению образцы.



поненты, переносимые растворами, отлагаются избирательно, в определенных условиях. При этом в широком ареале происходят метасоматические изменения горных пород. Познав закономерности подобных сложных процессов, геологи получили бы в свои руки косвенные признаки для обнаружения месторождений. Околорудный метасоматизм — оригинальное направление, возникшее у нас в стране, а экспериментальные исследования проведены впервые в нашем институте, и лишь в последнее время за рубежом стали появляться сходные работы. В лаборатории вы сможете увидеть колонки полученных «в пробирке» метасоматитов всех главных типов, связанных с оловянными, вольфрамовыми, золотыми, полиметаллическими месторождениями. Искусственно полученные минералы весьма близки к тем, что наблюдаются в природе вокруг соответствующих залежей тех или иных ископаемых.

И, наконец, последнее крупное направление работ института — изучение состава и свойств флюидов. Мы хотим все знать об этом водном горячем, перегретом растворе, который является переносчиком рудных компонентов, —



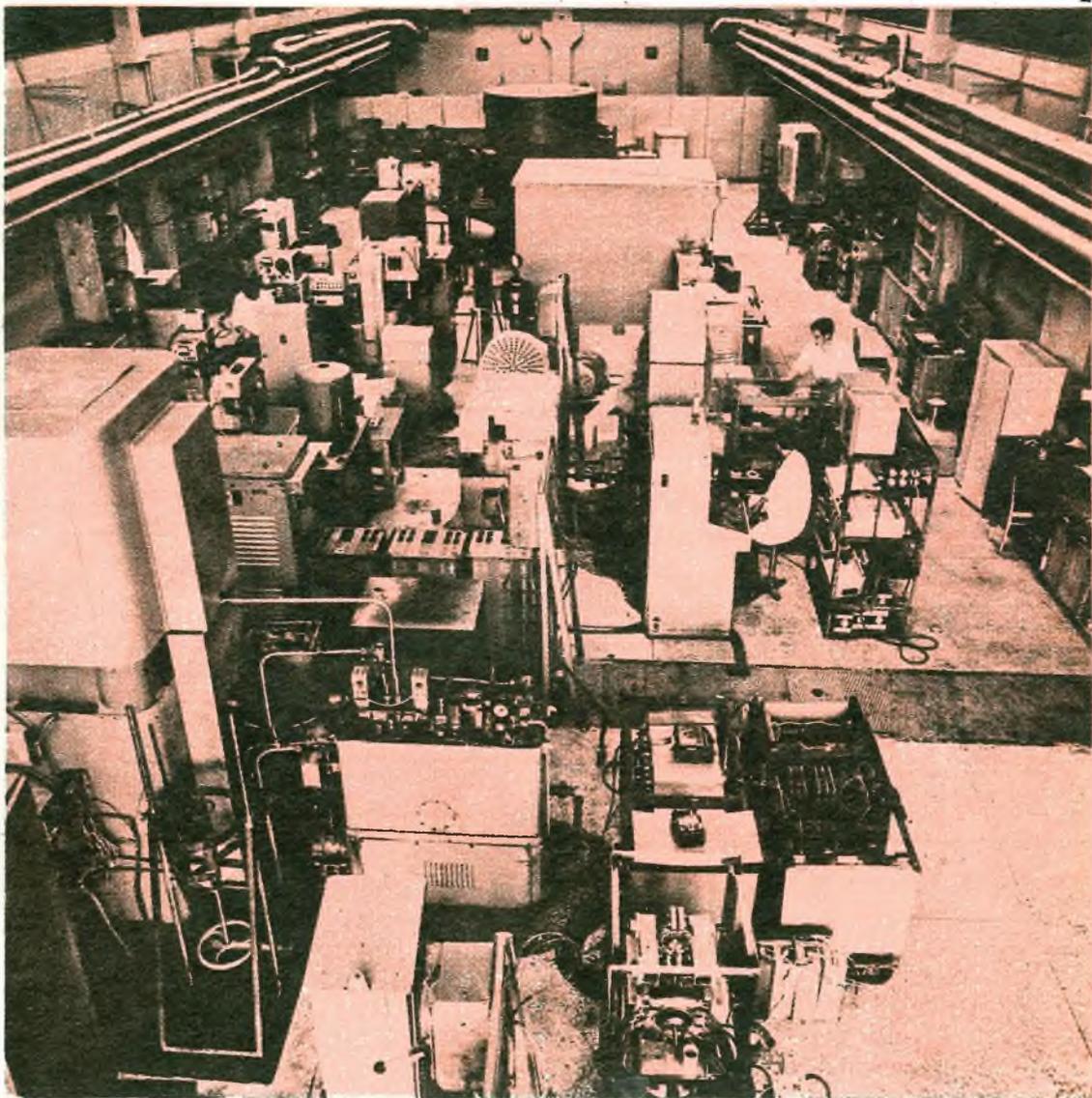
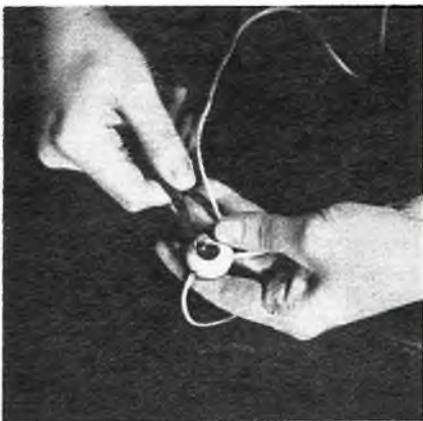
составляют основную массу рудных запасов. Тем важнее знать нам все особенности фильтрации растворов через породы, подобные гранитам. Теория зонального распределения рудных месторождений вокруг магматических масс вся построена на результатах исследований, о которых я вам рассказываю.

— Вилен Андреевич, слово «флюид» в вашем рассказе встречалось чаще, чем какой-либо иной геологический термин...

— И неудивительно. Когда оказалось, что состав и свойства флюидов оказывают порой решающее воздействие на судьбу месторождения, решают для него вопрос, «стать или не стать», то мы, естественно, занялись изучением этих своеобразных растворов. В лабораториях были созданы условия, соответствующие природным, и далее проводились исследования поведения флюидов различного состава в этих условиях. При этом оказалось полезным сосед-



1. Вот такой образец подвергается огромному давлению. Сигналы о том, что с ним при этом случается, бегут по проводам к...
2. лабораторному оборудованию и измерительным устройствам.

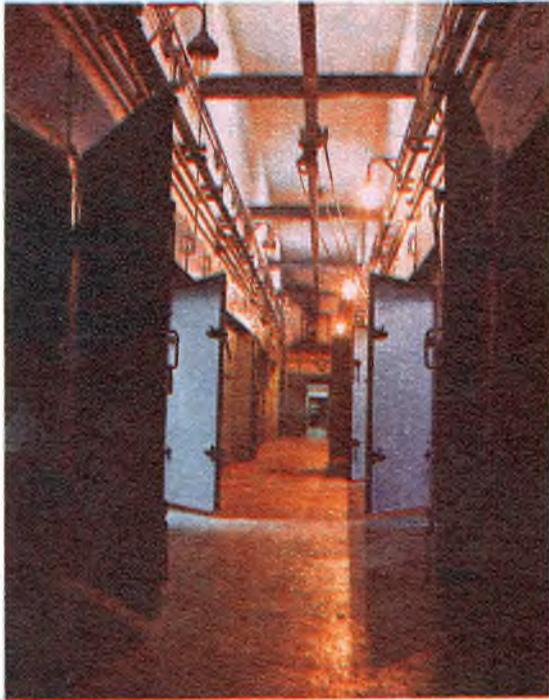


и многое уже выяснили. Самое любопытное здесь, пожалуй, — закономерности просачивания, фильтрации флюидов сквозь горные породы. Эти исследования, тоже впервые проведенные у нас в институте, открыли совсем новую область в геологии — у нее еще нет названия, но точнее всего, мне кажется, было бы «физико-химическая геохимическая гидродинамика». Продвижение флюидов вверх по земной коре частично, конечно, происходит по трещинам, ослабленным зонам. Но в основном в глубинах коры оно идет через тонкопористые породы. Граниты, например, способны в неограниченных количествах фильтровать через

себя флюиды. И при этом выясняется, что процесс этот совершенно другой, чем просто движение нагретого раствора по трещине или трубе. Гранит, пропуская через себя раствор, заставляет его непрерывно взаимодействовать с твердой поверхностью, вступать в сложные физико-химические и электрохимические процессы. В результате вещество перемещается через тонкопористые среды не слитно, а раздельно. Вот эта закономерная дифференциация вещества — когда каждая составляющая раствора движется со своей скоростью — как раз и приводит к образованию гидротермальных месторождений, а они, как известно, и

ство с Институтом химической физики и Институтом твердого тела.

Искусственные, получившиеся в результате такого моделирования минералы многое рассказали геологам о палеотемпературах и палеодавлениях. С другой стороны, колонки полученных метасоматитов позволили делать уверенные предсказания о том, какие руды находятся на глубине: флюиды пронизывают породы вполне определенным образом, различные компоненты далеко не случайно оказываются тем или иным способом распределенными в пространстве. Каждый вид околорудных изменений теперь говорит нам о многом, потому что мы своими руками умеем эти изменения получать, прогоняя те или иные флюиды через те или иные породы в условиях определенных



температур, давлений, щелочности. Стало ясно, почему с березитами, например, связаны полиметаллы и золото, с кварц-силицитовыми метасоматитами связан молибден, одним словом, совокупность минералов, слагающих горную породу, в принципе способна теперь «заговорить» — сообщить нам, что следует ожидать в данном районе в глубинах Земли. Естественно, эти работы, имеющие одновременно большое значение для фундаментальных геологических исследований, для всей идеологии этой науки и для практики — поиска полезных ископаемых, мы ведем особенно интенсивно.

— И в заключение — вопрос, который мы в той или иной форме задаем в Черногловке в каждой беседе: как сказывается на вашей работе то обстоятельство, что вы трудитесь именно в Ногинском научном центре?

— Группа институтов, составляющая центр, объединена тем, что все они имеют физико-химическую направленность. В этом смысле наш институт не стоит особняком — ведь мы тоже изучаем физические и химические свойства, только объект наш — природные тела. Естественно, что мы самым широким образом используем методики и приемы, выработанные нашими коллегами. Скажем, для мо-

делирования минералообразования необходимы сверхвысокие давления — и их получают разными способами, например с помощью взрыва, в различных лабораториях Черногловки. Мы связаны с Ногинским центром и исторически — ведь институт наш развивался из лаборатории, входившей в Институт физики твердого тела, с которым мы и теперь сохраняем тесные дружеские и деловые контакты.

Институт физики твердого тела — второй по величине в Ногинском центре. Проведенные в нем исследования известны специалистам во всем мире.

ИНТЕРВЬЮ С Ю. А. ОСИПЬЯНОМ, членом-корреспондентом АН СССР, директором Института физики твердого тела

— Мы знаем, Юрий Андреевич, что институт ваш — старожила здешних мест. Мало того, в его недрах возник новый институт, ныне успешно исследующий земные недра, а из теоретических представлений о наилучшем строении вашего института «физически» родился Институт теоретической физики. Какими вам видятся сегодня те первые годы?

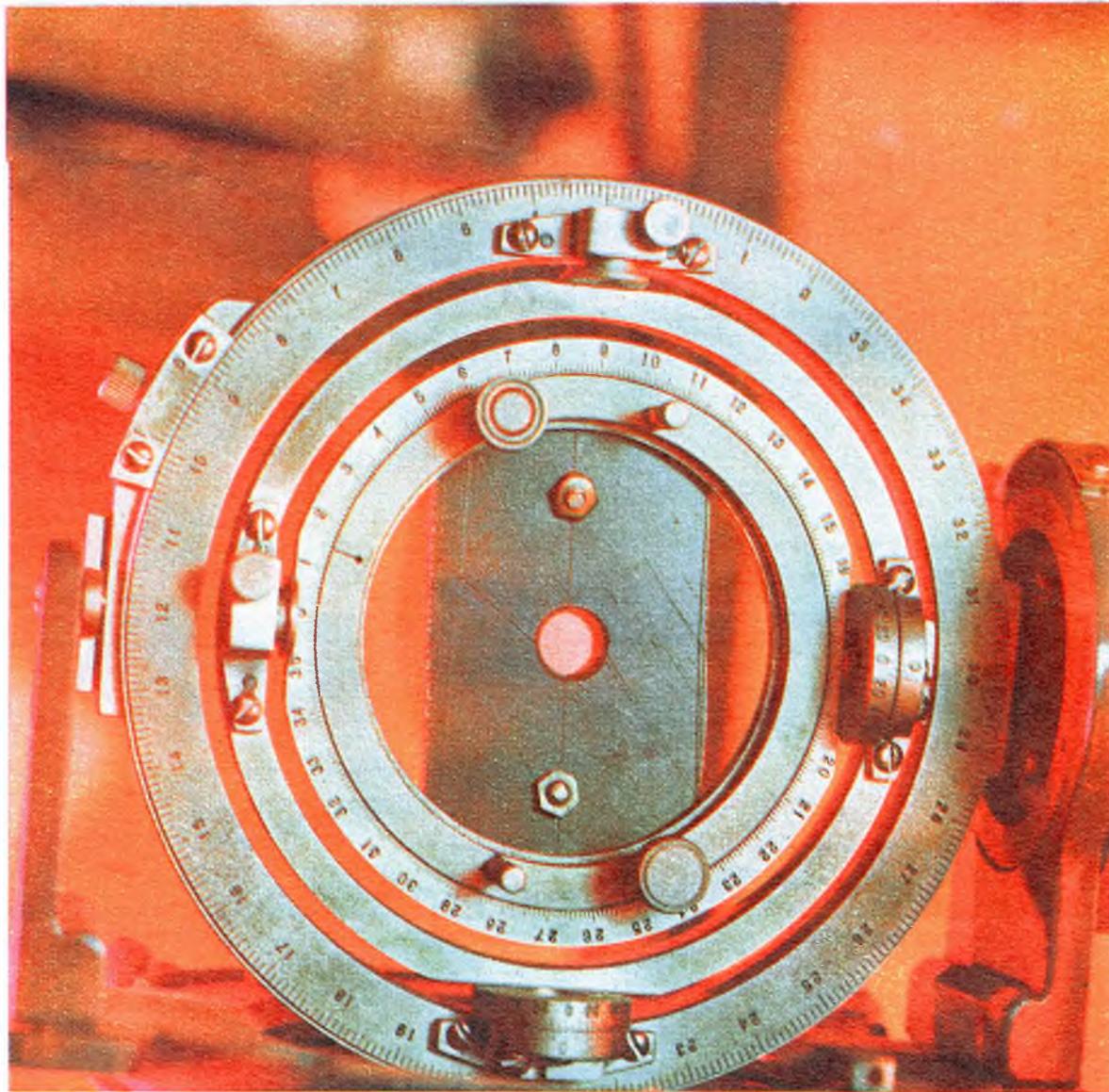
— Институт наш, действительно, возник вместе с организацией Ногинского центра, причем в отличие от других, основой для которых стали какие-то отделы старых институтов, переехавшие в Черногловку, мы развивались практически от нуля. В течение полутора лет я вообще был единственным сотрудником института и занимался тем, что рисовал «квадратики» его будущей структуры и консультировал строительный проект.

В основу института были заложены три руководящие идеи, касающиеся его функциональной структуры, пропорций между числом научных и всех остальных сотрудников и способов внедрения в практику законченных исследований.

Прежде всего мы хотели, чтобы он состоял из трех сильных подразделений: в центре — мощный отдел экспериментальных исследований, по бокам — два крепких фланга: теоретический отдел, большой и сильный, призванный питать идеями экспериментаторов, и хорошо развитый технологический отдел, способный быстро переваривать научные идеи и доводить их до промышленных образцов.

Что касается пропорций между работниками различного плана, то тут мы исходили из убеждения, что сегодня любой эксперимент, проведенный на современном уровне, требует огромной подготовительной работы, на которую как раз и уходит основное время научного сотрудника. Но это нерационально, поскольку его высокая научная квалификация в это время не используется.

И, наконец, третий наш тезис состоит в том, что, хотя научные исследования делятся на фундаментальные и прикладные, мы не вправе требовать от всех научных сотрудников, чтобы они одновременно занимались и наукой и внедрением результатов своих исследований. Общество наше немыслимо без разделения труда, и это надо всегда помнить. Другое дело, что организация в целом ответственна за то, чтобы получать и научные результаты и стимулировать внедрение их в промышленность



1. Мощные бетонные стены и толстые стальные двери в лабораториях Института экспериментальной минералогии — необходимость. Ведь тут моделируются процессы, идущие

в недрах Земли. 2. Бесчисленные шкалы приборов... 3. Плазменная горелка. Золотая капсула должна быть надежно запаяна, прежде чем ее отправят в лабораторию.



— В какой мере реализовались эти ваши пожелания и надежды?

— Жизнь, конечно, внесла в них свои коррективы. Вместо большой и сильной группы теоретиков внутри института возникла еще более привлекательная организация, а именно целый Институт теоретической физики, выросший из нашего теоретического отдела, точнее, из тех усилий, которые предпринимались для его создания. Мы заинтересованы в одном — привлечь сильных теоретиков к нашей работе, а являются ли они административно подчиненными нам или нет — абсолютно неважно, если есть деловой контакт. Он у нас есть: мы регулярно проводим совместные семинары, теоретики из ИТФ участвуют в обсуждениях и постановке наших экспериментальных задач.

Что же касается другого фланга, технологического, то на пятнадцатом году своего существования институт наш — обладатель крупного и сильного технологического отдела с хорошим оборудованием и обширным комплексом всевозможных способов обработки и получения материалов.

Теперь у нас в штате 1200 человек, из них научных сотрудников — всего 100. Все остальные — это производственный персонал, инженерно-технический состав, который отвечает за всевозможные методические разработки, аппаратуру и так далее. И временный состав: учащиеся разных рангов — студенты, аспиранты, стажеры, прикомандированные специалисты из других институтов. Эту пропорцию мы будем стремиться сохранить и дальше, но для того, чтобы эффективно использовать даваемые ею преимущества, нужно, чтобы эти сто человек были специалистами высокого класса. Каков сейчас обычный путь молодого человека, который приходит к нам и хочет у нас работать? Как правило, мы «питаем» за счет выпускников Московского физико-технического института. Там у нас есть кафедра физики твердого тела, которая в основном состоит из наших сотрудников, являющихся по совместительству преподавателями этой кафедры. Студенты кафедры в нашем институте как на базе проводят четыре учебных года — с третьего до шестого курса. Они вообще все время находятся здесь: учатся и работают в стенах нашего института и живут в Черноголовке. Обучение их специальности ведут не вузовские штатные преподаватели, а наши сотрудники в свободное от теоретической и экспериментальной работы время. Они преподают им ту науку, которой собственными руками и занимаются, науку сегодняшнего, а не вчерашнего дня. Кроме того, студенты ведут у нас научную работу, которая занимает у них с каждым курсом все больше времени. После окончания института мы берем их на должность стажеров. Далее — три года аспирантуры. Таким образом получается, что мы с ними знакомы что-то около десяти лет. Если за десять лет молодой человек стал высококвалифицированным специалистом, значит, он у нас остается.

Идеи о внедрении результатов научных работ в практику привели к тому, что наш институт состоит из двух больших групп лабораторий, одна из которых занимается фундаментальными, а другая — прикладными исследованиями. Труд разделен у нас между разными людьми, у которых хороший контакт друг с другом. Он как бы состоит из трех стадий: первая — получение научного результата, вторая — осмысливание его как результата, который может служить основанием для использования в практике, и третья — это работа по внедрению этого результата в технологию и промышленность. Все это делают разные люди, которые все работают в нашем институте и связаны друг с другом.

Мы приветствуем самостоятельность в работе и добровольное объединение. Руководителем проблемы или темы может быть любой



сотрудник института. Создаются временные коллективы по тематике, решается какая-то задача, а потом коллектив может быть распущен, образуются следующие группы и так далее. Это некая динамическая структура, в то время как лаборатории наши организованы статически, по методическому принципу. В них сосредоточено оборудование, которое «стреляет» в каком-то определенном направлении. Есть лаборатория электронной микроскопии, есть лаборатория рентгеноструктурного анализа, низких температур, механических свойств твердого тела и так далее. И заведующий лабораторией у нас главным образом отвечает за то, чтобы методика, которой он руководит, отвечала всем современным требованиям.

Но для комплексного исследования надо пользоваться всеми методиками. И поэтому часто происходит объединение людей, которые ими владеют. Практически весь инженерно-технический персонал закреплен за определенными лабораториями, где каждый отвечает за какую-то часть методического оборудования. Нужно, чтобы, например, электронный микроскоп работал, совершенствовался, оснащался какими-то новыми приспособлениями, — этим и занимается инженерно-технический персонал.

— Очевидно, институт, столь необычно устроенный, и занимается необычными проблемами...

— Нет, конечно, проблемы наши вполне традиционны для физиков-твердотельцев. Основная проблема физики твердого тела — поиск связей между структурой и свойствами. Для того чтобы понять эти связи, надо прежде всего хорошо знать структуру твердых тел. Поэтому у нас много именно структурных тем: как устроено твердое тело, по каким законам расположены в реальном пространстве атомы твердых тел, в какие структуры они организованы. Это первая и основная наша проблема. Здесь наши исследования иногда не отличаются от исследований других институтов, скажем Института кристаллографии. Но и тут есть одно новое и очень интересное направление — изучение так называемой электронной структуры.

Что это такое? Любое твердое тело мы можем представить как систему атомов, упакованных в пространстве по каким-то законам. Но в зависимости от того, как ведут себя электроны, мы делим эти тела на металлы, полупроводники и диэлектрики.

В металлах каждый атом отдает часть своих электронов в общее пользование, возникает коллектив электронов, которые снуют между атомами. Но каковы законы, которые управляют движением этих электронов проводимости? В каких направлениях, с какими скоростями и энергиями движутся они?

Оказывается, есть такие законы, и их можно понять, изучить, а сейчас даже описать количественно. И сегодня мы можем составлять атлас электронных структур так же, как кристаллографы сейчас составляют атласы атомных структур. И это дает нам право немного пофантазировать. На наших глазах совершился один революционный переворот в технике, который был связан с заменой га-

зоразрядных электронных ламп на полупроводники. Почему полупроводники так эффективны? Потому что в единице объема такого кусочка в миллионы раз больше электронов, чем в вакуумном пространстве радиолампы. Плотность потока заряженных частиц намного больше, и мы умеем этим потоком управлять. Миниатюризация таких устройств связана только с этим и больше ни с чем. Теперь представьте себе, что мы научились управлять электронами в металле. Тогда кусочек металла окажется прибором. Электронов в нем еще в миллионы раз больше, чем в полупроводнике, — значит, размеры радиодеталей станут просто микроскопическими. Мы называем эту область металлической электроникой, и это первое наше большое направление исследований.

Второе интересное направление, которым мы занимаемся, — это исследование экситонов, но это слишком специальная область, чтобы говорить о ней сороговоркой.

И, наконец, третье направление наших исследований — дислокации в твердых телах, область, наиболее мне близкая, и потому про эти работы мне хотелось бы рассказать подробнее.

Что такое дислокации? Это определенно-го рода дефекты кристаллической решетки, которые образуются и распространяются в твердом теле под действием внешних, как правило механических, сил. Дислокации — носитель пластической деформации так же, как электрон — носитель электрического тока. Мы положили начало исследованию взаимодействия электронов и дислокаций. Оказалось, что состояние электронов внутри кристалла влияет на то, как успешно движутся дислокации внутри кристалла под действием внешних сил. И если изменить состояние электронов, то и дислокации будут двигаться по другим законам. То есть фактически, если вы изменили электронное состояние, то этим самым вы, может быть, меняете прочность и пластичность тела.

Это выглядело совершенно нелепым в свете старой классической физики. Ведь мы всегда знали, что прочность и пластичность — это свойства, которые определяются на атомном уровне, но никак не на электронном. Прочность и пластичность — это свойства кристаллической решетки: так нас всегда учили.

Однако у нас в институте был обнаружен довольно любопытный эффект, который мы назвали «фотопластическим». Если осветить некоторые вещества, они становятся в несколько раз прочнее. То есть возрастает сопротивление пластической деформации. В кристалле кванты света срывают электроны со своих мест и заставляют их неким образом перераспределяться. И дислокация теперь движется через систему электрически перезаряженных точек, ей приходится продирааться через систему зарядов, которые теперь расположены по-другому, чем раньше. Это явление в корне изменило все наши представления о природе пластичности. Выяснилось, к примеру, что дислокации несут на себе электрические заряды.

Выходит, что дислокации влияют не только на механические свойства кристаллов, но и на электрические, магнитные, оптические и прочие их свойства. Все эти и подобные им явления стали предметом исследования целой области науки — дислокационной физики.

Все то, о чем я здесь рассказал, — это только главные, стратегические направления в физике твердого тела, которыми занимается наш институт. Это те направления, в которых нам есть что сказать, те области, где мы являемся одними из главных «законодателей моды». Причем слово «мода» в отличие от его общепринятого понимания здесь обозначает не сиюминутный каприз, а четко и определенно выраженную потребность времени, насущную необходимость научно-технического прогресса последней четверти XX века.

О ЧЕМ ПОМНЯТ ЭЛЕКТРОНЫ.* МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ВОДОРОД И ЭКСИТОННАЯ ЖИДКОСТЬ.

В. ТИМОФЕЕВ,
доктор физико-математических наук,
заведующий лабораторией
неравновесных электронных процессов

ЭКСИТОНЫ

В последние годы в самых разных областях физики проявляется интерес к так называемым экстремальным состояниям вещества. Экстремальные — это некие крайние, предельные ситуации: сверхнизкие и сверхвысокие температуры, плотности, энергии и так далее. Такие состояния могут существовать в природе, — например, в пульсарах и «черных дырах», но их можно вызвать и искусственно, скажем, сжимая дейтериевую мишень лазерными лучами, как это делается в установках для лазерного термоядерного синтеза. С необычным экстремальным состоянием вещества — металлическим водородом — связаны сегодня большие надежды на решение проблемы высокотемпературной сверхпроводимости. Известно, что при атмосферном давлении и обычных температурах водород — молекулярный газ. Однако при температурах около 20°K он может превратиться в молекулярную жидкость, а при 14°K — в твердое вещество. В таком состоянии он является диэлектриком, однако при высоких давлениях порядка трех миллионов атмосфер не исключено существование более стабильной фазы — атомарного металлического водорода, который, как полагают, может оказаться сверхпроводником. В этом направлении ведется много теоретических исследований. Ставятся и эксперименты, которые, к сожалению, очень сложны и дороги, — требуется чрезвычайно сильно сжимать вещество, одновременно удерживая его при температуре, близкой к абсолютному нулю. Но есть надежда обойти эти трудности и с помощью сравнительно недорогих модельных экспериментов решить вопрос о том, возможна ли сверхпроводимость в металлической фазе водорода. Такой моделью могут послужить экситоны.

Что же такое экситон? Это система, в некотором отношении подобная атому водорода. Осветите кристаллическую решетку твердого тела — и квант света может столкнуться с одним из электронов. Если электрон от удара вылетает вообще за пределы данного атома, происходит обычная ионизация. Но он может ударить его так, что электрон останется как бы в поле зрения этого атома и поэтому вынужден «помнить» о том месте, откуда он вылетел. А там осталась «дырка», которая имеет положительный заряд, и поэтому между нею и электроном возникает кулоновское взаимодействие, которое, словно резиночка, не дает электрону далеко улечь. Вот из-за того, что существует такое взаимо-

действие, образуется связанная водородоподобная система, где роль ядра играет дырка. Такая система и называется экситоном.

Причем может быть так: выбитый со своего места электрон столкнулся со следующим электроном и возбудил его, теперь следующий атом стал возбужденным и так далее. Получается, что возбуждение может двигаться по кристаллу подобно тому, как движется частица. Отсюда и само слово «экситон», которое на русский можно условно перевести как «возбужден», — его придумал Я. И. Френкель, теоретически предсказавший возможность существования таких квазичастиц.

Когда экситонов в кристалле немного, с очень хорошим приближением их можно рассматривать как газ, состоящий из водородоподобных атомов, но только находящийся не в вакууме, а в кристаллической среде. И так же, как атомы водорода при достаточно большой плотности и низкой температуре могут конденсироваться в жидкость, экситоны в подобных условиях тоже способны переходить в состояние, во многом похожее на жидкость. Вот этот переход и позволяет моделировать всевозможные экстремальные ситуации, в которых находится вещество. Как способ моделирования поведения вещества в таких ситуациях экситоны представляют собой наиболее эффективный, интересный и недорогой объект. Поэтому мы и занимаемся исследованием экситонного конденсата, это главное в нашей работе.

Одно из наиболее заманчивых явлений, которое можно предполагать в системе экситонов высокой плотности, — так называемая бозе-эйнштейновская конденсация: ожидается, что при некоторых низких температурах и начиная с некоторой плотности экситоны могут конденсироваться в состояние с нулевыми скоростями. Такая экситонная жидкость, по идее, не должна обладать никакой вязкостью, то есть во всех отношениях это явление подобно сверхтекучести гелия при низких температурах. Еще одно из предполагаемых явлений в экситонном конденсате — это сверхпроводимость.

Мы провели лишь первые опыты, но они дают надежду, что исследования экситонного конденсата принесут много интересного и полезного.

КАК ОСТАНОВИТЬ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЦИКЛОН? * ЧЕМ ХУЖЕ МЕТАЛЛ, ТЕМ ЛУЧШЕ СВЕРХПРОВОДНИК * «СЭНДВИЧИ» И КУПЕРОВСКИЕ ПАРЫ.

В. ШМИДТ,
доктор физико-математических наук,
руководитель группы
сверхпроводниковых материалов

НИЗКОТЕМПЕ- РАТУРНАЯ СВЕРХ- ПРОВОДИМОСТЬ

— Сверхпроводники, которые давно уже использует промышленность, представляют собой сплавы ниобия с титаном. На смену им приходят новые материалы, у которых на-

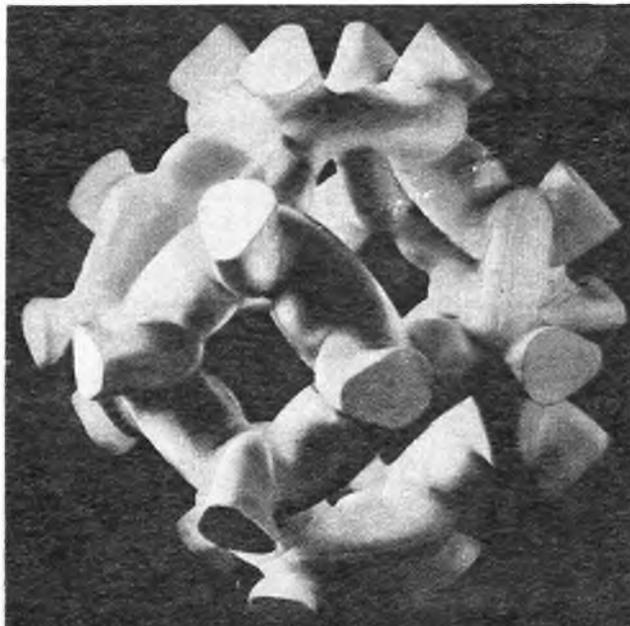
много выше так называемые критические параметры: критическая температура и наибольшее магнитное поле, которые еще не лишают сверхпроводник его главного свойства — пропускать через себя ток, не оказывая ему никакого электрического сопротивления. Однако материалы эти хрупки как стекло, и изготовить из них проволоку для обмоток электромагнитов крайне сложно. Этой чисто технологической проблеме у нас в институте уделяется очень большое внимание.

Однако на очередь дня встает новая проблема — созданы еще одни материалы, теперь уже третье поколение сверхпроводников, на базе сплавов ниобия с германием и алюминием. У них еще более заманчивые характеристики — если сверхпроводники первого поколения имеют критическое магнитное поле в сто тысяч эрстед, во втором поколении величина эта доходит до двухсот тысяч, то в третьем она подобралась уже к четыреста тысячам. Ясно, что если бы иметь такие обмоточные материалы, то можно было бы сделать огромные шаги во многих областях науки и техники — в частности, в деле создания термоядерных установок с магнитным удержанием плазмы и ускорителей элементарных частиц, не говоря уж об обычной электротехнике и энергетике.

Пока мы умеем делать лишь небольшие ленточки из таких материалов, и хотя перейти от коротких кусочков к длинным проволокам — задача трудная, мы стоим на пороге ее решения. Но остается другой важный вопрос, не решив который нельзя сделать сверхпроводники промышленно выгодными, а именно: как поднять величину критического тока? Вот эта задача уже не просто технологическая, она еще и физическая. Ведь известно, что если на сверхпроводник наложить внешнее магнитное поле — а без этого никак обойтись нельзя, ибо все сверхпроводники, которые работают в соленоидах, подвергаются действию большого магнитного поля, созданного ими же самими, — то в нем возникают сверхпроводящие вихри, которые располагаются в пространстве, образуя правильную решетку. Оси вихрей параллельны внешнему магнитному полю. И когда электрический ток протекает поперек структуры вихрей, возникают силы Лоренца, которые начинают эти вихри сносить. А при движении вихрей возникает рассеяние энергии, и сверхпроводник перестает быть сверхпроводником.

Поэтому нужно сделать так, чтобы вихри не сносились. Для этого их надо закрепить на каких-то внутренних неоднородностях материала. И вот вся борьба идет за то, чтобы создать такие внутренние неоднородности. Тогда можно пропускать большие токи через такой материал. Это большая и самостоятельная физическая задача, потому что до сих пор не до конца понятен механизм взаимодействия вихрей с неоднородностями. А до того, как она решена, нельзя научиться уп-

Так выглядит одна из
Ферми-поверхностей



равлять такими неоднородностями, а также создавать их специально с заданной целью. Поэтому мы отдельно занимаемся исследованием взаимодействия вихрей с различными неоднородностями. Один из самых интересных случаев, изучаемых нами, — взаимодействие вихрей просто с поверхностью сверхпроводника, потому что поверхность — это тоже неоднородность, самая простая и главная. А если создать сверхпроводник с большим количеством внутренних поверхностей, то получится целая система дефектов, на которых вихри могут закрепляться. Другую надежду мы связываем с тем обстоятельством, что очень сильными неоднородностями, на которых могут крепиться вихри, являются границы зерен некоторых поликристаллических материалов. Их

играет явление, которое сейчас во всем мире называют «андреевским отражением», — оно было предсказано советским теоретиком А. Ф. Андреевым из Института физических проблем АН СССР. Суть его в том, что если электрон из нормального металла налетает на сверхпроводник и энергия его меньше ширины энергетической щели в сверхпроводнике, то электрон отражается от этой щели и летит обратно в том направлении, откуда пришел, но поменяв знак заряда на противоположный. Если же электроны оказываются зажатыми между двумя стенками, то, непрерывно отражаясь от них, они как бы несут от одной поверхности к другой информацию о том, что и там существует сверхпроводимость. И таким образом устанавливают не-

с помощью простого винта создаете контакт между нормальным металлом и сверхпроводником, причем контакт чисто механический? Каков механизм, который обеспечивает превращение одиночных электронов в куперовские пары? И, наконец, что представляет собой эта граница между нормальным металлом и сверхпроводником?

Вот на эти вопросы мы и пытаемся найти ответы.

ВЕРНИСАЖ ФЕРМИПОВЕРХНОСТЕЙ.* ВМЕСТО ЛАМПЫ — КУСОК МЕТАЛЛА?* ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ОРБИТЫ.

В. ГАНТМАХЕР,
доктор физико-математических наук,
заведующий лабораторией
электронной структуры металлов



мы тоже сейчас дотошно исследуем в своих лабораториях.

Сейчас мы занялись исследованиями «сэндвичей» — систем типа «сверхпроводник — нормальный металл — сверхпроводник». Это очень интересная система, во многом совершенно непонятная. С одной стороны, она проявляет все типичные свойства перехода Джозефсона: пары сверхпроводящих электронов — так называемые куперовские пары — вроде бы проходят из сверхпроводника сквозь тонкий слой меди, которая не является сверхпроводником, в другой сверхпроводник без разрушения. Получается, что вся система в целом — сверхпроводник. Но, с другой стороны, расстояние между двумя пластинками ниобия, то есть толщина медной прослойки, слишком велика, чтобы пары могли пройти такое расстояние, не разрушаясь. Существует несколько точек зрения на то, почему это происходит. Возможно, что большую роль здесь

Институт физики
твердого тела.

которую связь между двумя «берегами», то есть сверхпроводниками.

Проблема «сэндвичей» увлекает нас не только своей чисто научной стороной, но и тем, что она важна для практики. Ведь даже если все проблемы сверхпроводимости решены, все равно надо как-то соединить сверхпроводящую часть с обычной — с проводами, шинами, выключателями и т. д. И потому у людей, которые занимаются сверхпроводимостью, возникает простой и естественный вопрос: как происходит переход тока из нормального металла в сверхпроводник? В нормальном металле ток осуществляется одиночными электронами, в сверхпроводнике — куперовскими парами. Но что происходит на границе, когда вы

МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

— Куперовские пары, то есть связанные друг с другом электроны, и экситоны, то есть электроны, связанные со своим антиподом, «дырками», — все это экзотические объекты современной физики. Но оказалось, что с меньшими трудностями связано изучение даже таких, казалось бы, простейших объектов, как свободные электроны, не связанные ни друг с другом, ни с кристаллической решеткой.

Что известно сейчас об электронной физике металлов?

В чистых металлах при достаточно низких температурах электроны внутри них имеют очень большую длину свободного пробега. Поэтому в некотором смысле кусок металла можно уподобить вакуумной камере, внутри которой летают электроны, сталкиваясь с примесями и тепловыми колебаниями решетки, так же, как электроны, скажем, в радиолампе сталкиваются с атомами остаточных газов. Это дало основание все понятия, которыми мы пользуемся в вакуумной электронике, применять для электронов в металле. С одной только оговоркой: хотя электрон в таких условиях и свободен — в том смысле, что он не привязан к отдельному атому, а перемещается в пространстве, ни с чем не сталкиваясь, тем не менее он «знает» о существовании кристаллической решетки. Уже одно наличие этой решетки изменяет многие его свойства.

В металле связь между энергией и импульсом электрона описывается очень сложными и причудливыми функциями. Графически они изображаются в виде так называемых Ферми-поверхностей, которые столь кра-

сивы, что служат предметом зависти скульпторов и художников. Зная Ферми-поверхность, физик может рассчитать траекторию движения электронов в реальном пространстве, поэтому мы и создаем одну «физическую скульптуру» за другой, как химики строят скульптуры молекул.

Траектории электронов в металле оказались возможным измерить и непосредственно. Например, при помощи так называемого радиочастотного размерного эффекта, открытого в нашем институте.* Суть его в том, что к металлической пластинке параллельно ее плоскости приложено магнитное поле, в этом случае электроны крутятся по круговым или спиральным траекториям вдоль силовых линий магнитного поля, причем размер их траекторий зависит от величины поля: чем сильнее оно, тем меньше размер траектории. Нетрудно понять, что можно сделать поле столь большим, что траектории станут целиком помещаться в пластинке, и, наоборот, столь малым, что размер траектории окажется больше, чем толщина пластинки, и тогда электронам придется стукаться о поверхность. Вот в зависимости от того, ударяется электрон о поверхность или нет, меняются электрические свойства пластинки. Поэтому, регулируя величину магнитного поля, можно отметить тот момент, когда размер траектории электрона становит-

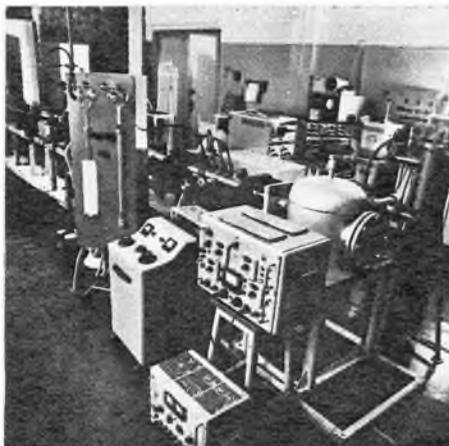
ся в точности равным толщине пластинки. А теперь, если поворачивать магнитное поле, можно траекторию, как штангенциркулем, прощупать со всех сторон и нарисовать ее точный геометрический чертеж.

А когда мы знаем форму траектории, то по ней можем судить, как связаны в металле импульс и энергия электронов. Это помогло выяснить, по каким законам движутся электроны в металле, а зная эти законы, удалось построить в каком-то смысле новую электродинамику металлов — электродинамику электронно-дырочной плазмы.

Сейчас перед нами стоит проблема, как научиться контролировать эти эффекты, управлять рассеянием электронов, уменьшать его. Более или менее известно, на чем может электрон рассеиваться, что уменьшает длину

его свободного пробега: тепловые колебания решетки, примеси посторонних элементов, механические дефекты и, наконец, межкуристаллические границы и поверхности. Изучить законы рассеяния на каждом из этих видов дефектов — вот то большое и трудное направление в физике металлов, которое развивается сейчас у нас целым рядом сотрудников.

Что же касается практических применений наших результатов, то реальное положение таково. Хотя физика металлов за последние пятнадцать лет радикально изменилась, превратившись из «вещи в себе» в «вещь для нас» — в том смысле, что мы теперь все понимаем, что там происходит, — тем не менее никаких широких применений, кроме сверхпроводимости, пока не видно. Почему все то, о чем я сейчас рассказывал, трудно использовать непосредственно в промышленности? Потому что это низкие температуры, очень чистые вещества. А поскольку все, что могли бы пока делать «металлические транзисторы», делают, и неплохо, транзисторы обычные, то пока нет смысла усложнять себе жизнь и связываться с капризными металлами. Хотя, впрочем, где-нибудь в космосе наши устройства могут оказаться конкурентоспособными с обычными приборами — ведь низкие температуры там специально создавать не надо.

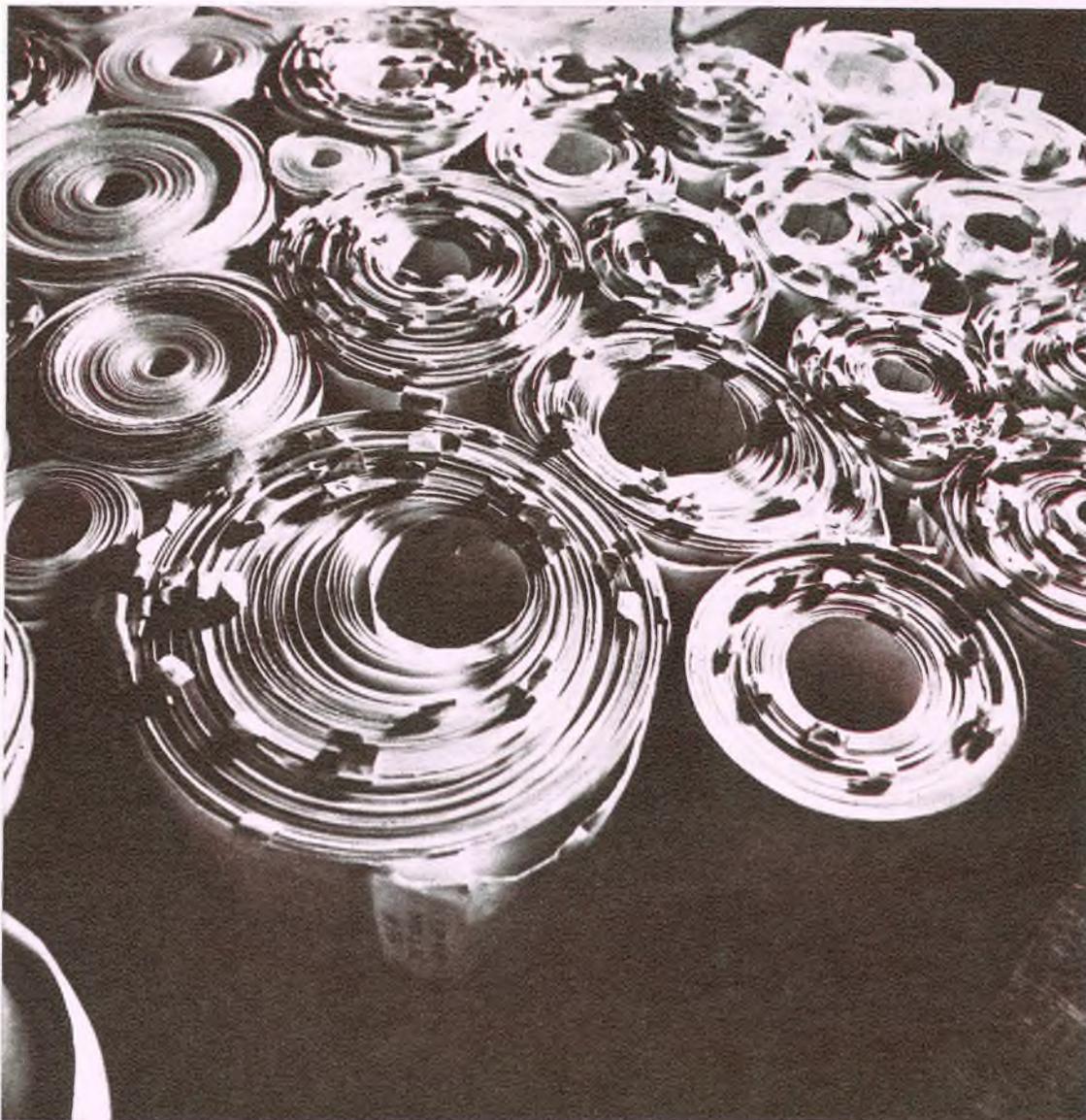


На фотографиях, помещенных на этой странице, нет ничего необычного.

Лабораторные стенды, приборы, люди, склонившиеся над чертежами и схемами. Бесконечные рулоны бумаги, на которых бесстрастные самописцы пишут летопись жизни институтов и лабораторий. Все как в любом другом научном учреждении страны...

Удивительно лишь одно: всего несколько лет назад здесь не было ни этого совершенного оборудования, ни этих увлеченных своим делом людей, а шумел, окружая небольшой город Ногинск, вековой лес.

* Он получил название «эффект Гантмахера». — *Примечание редакции.*



По контрасту с Институтом физики твердого тела и Институтом экспериментальной минералогии, где все в работе и движении — гигантские прессы, впечатляющая автоклавная, могучий технологический отдел, — Институт теоретической физики, который был следующим в нашем маршруте

по Ногинскому центру, поразил своей тишиной. Несколько комнат, где самый сложный инструмент — телефон или пишущая машинка. Неторопливо беседующие, как-то по-домашнему спокойные люди. Ни суетолаки, ни спешки, ни переплетения проводов и труб: «служенье муз не терпит суеты...»



БЕСЕДА С ЧЛЕНОМ-КОРРЕСПОНДЕНТОМ АН СССР, ДИРЕКТОРОМ ИНСТИТУТА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМЕНИ Л. Д. ЛАНДАУ И. М. ХАЛАТНИКОВЫМ

— Кое-что об обстоятельствах создания вашего института мы уже узнали из беседы с Юрием Андреевичем Осипьяном...

— Да, наш институт был организован немногим позже, чем другие. Но идея его создания возникла за несколько лет до того, — к несчастью, при драматических обстоятельствах. Когда в 1962 году академик Ландау попал в автомобильную катастрофу и стало ясно, что ему уже не удастся вернуться к научной работе, мы, его ученики, стали думать, как сохранить традиции нашей научной школы. Ее всегда отличал универсализм, широкий спектр проблем, находящихся в сфере ее интересов — от теории физики низких температур и твердого тела до астрофизических проблем и теории элементарных частиц. Кроме того, теоретическая физика имеет свои собственные проблемы, свои законы внутреннего развития и порой нуждается в решении задач и вопросов — например, чисто методического характера, — которые могут и не представлять в данный момент интереса для какой-то конкретной области физики. Казалось разумным создать специальный институт, который занимался бы только теоретической физикой. Эта идея была поддержана в Академии наук, и через некоторое время такой институт был организован здесь, в Ногинском научном центре.

— Вы говорите об универсальности тематики, но ведь вначале ваш институт планировался главным образом как институт теоретической физики твердого тела...

— Да, это так, но мы постепенно расширяли круг наших интересов, и сейчас оказались перекрытыми практически все области теоретической физики. Очень сильная группа, в том числе члены-корреспонденты АН СССР А. А. Абрикосов, Л. П. Горьков и И. Е. Дзялошинский, по-прежнему заняты теорией твердого тела. Но у нас работает и

академик А. Б. Мигдал, один из крупнейших в мире теоретиков в области ядерной физики. Среди наиболее развитых у нас тем — сверхпроводимость, ведет эти работы доктор физико-математических наук А. И. Ларкин. И совместно со специалистами из ИФТТ и ИХФ удалось добиться немалых результатов. Есть еще одна проблема, относящаяся к разряду наиболее важных в сегодняшней науке, — термоядерный синтез. И тут тоже ученые нашего института, которыми руководит доктор физико-математических наук С. И. Анисимов, ведут активные теоретические исследования, взаимодействуя с теоретиками и экспериментаторами из других институтов. Работаем мы и в таких областях, которые находятся, так сказать, на переднем крае, — астрофизике и физике элементарных частиц, где наиболее трудные, порой совсем не решенные проблемы. Надеюсь, вы выберете время побеседовать с нашими сотрудниками, и потому я намеренно ничего не говорю о содержании их работ.

— Разумеется, Исаак Маркович, мы так и поступим. Но есть вопрос, который лучше всего задать, видимо, вам: в чем особенность вашего института, чем не похож он на другие научные учреждения?

— Особенность... В том, пожалуй, что мы стремимся убрать барьеры, неизбежно вырастающие между различными направлениями в науке. Не секрет ведь, что сейчас люди, работающие в разных областях знаний, с трудом понимают друг друга, а время ученых-универсалов уходит в прошлое. Дошло до того, что даже два физика, занимающиеся разными проблемами внутри своей науки, вынуждены долго искать взаимопонимания. Мы же стремимся обо всем говорить на одном языке, если угодно — сохранить общий стиль научного мышления. У нас в институте есть даже первоклассный математик, большой специалист в своей науке, которому удалось влиться в наш коллектив, найдя общий язык с физиками, — это член-корреспондент АН СССР С. П. Новиков.

Другая особенность института связана с особенностью самой теоретической физики. В ней, следуя путем чисто логических рассуждений, легко прийти к совершенно абсурдным, далеким от истины выводам. Это ведь не эксперимент, где увидел, измерил, опубликовал. Если нет хороших критических умов, очень строгой научной цензуры, физик-теоретик не застрахован от самых чудовищных ошибок. Нам хочется верить, что коллектив, собравшийся в этих стенах, способен стать неким «верховным судьей», могущим предостеречь любого не в меру увлекшегося теоретика от заблуждений. С этой целью у нас регулярно работают семинары.

По четвергам — в Москве, в Институте физических проблем, от которого мы отпочковались, но связей не порвали, а по пятницам мы собираемся здесь, в Черногловке. Все работы, которые хотят опубликовать наши сотрудники, обязательно докладываются на этих семинарах. Причем этот порядок касается всех — аспирантов и академиков, рядового сотрудника и директора института.

Институт наш небольшой, в нем практически нет обслуживающего персонала, только несколько вычислителей и лаборантов.

В этом смысле мы как бы противоположность институту физики твердого тела. Главное же наше отличие от других — очень сильный коллектив теоретиков самого широкого профиля.

— Как подбираете вы кадры для своего института?

— В Московском физико-техническом институте мы пользуемся редкой привилегией — отбирать на кафедру проблем теоретической физики студентов, получивших на госэкзамене по физике (есть в МФТИ такой экзамен после первых пяти семестров) отличные оценки. Для них мы устраиваем специальный вступительный экзамен и отбираем самых подходящих. Эти студенты «обкатываются» на нашей кафедре три года, делают здесь свои дипломные работы и, как правило, все они потом идут в аспирантуру. И уже в процессе обучения в аспирантуре мы отбираем среди них будущих сотрудников. Каждого стремимся узнать как можно глубже — ведь расти вширь мы не можем, иначе потеряется единство, общность интересов. Институт перестанет быть управляемым, придется тогда пойти на ужесточение связей, ограничение творческой свободы, — скажем, мы тогда уже не сможем позволить каждому заниматься теми вопросами, что ему в данный момент интересны. В больших институтах директор не всегда может знать, чем конкретно занимается каждый сотрудник, у нас же все гораздо проще: почти домашняя обстановка, я еще способен знать своих сотрудников не только в лицо, и для непосредственной научной работы есть время. Нам удастся пока сохранить в институте такой дух, когда сотрудники не стремятся замкнуться в узкоспециальных рамках. И это, быть может, главное наше достижение, потому что новые пути в теоретической физике, как показывает ее современная история, развиваются людьми широко образованными, способными переключаться с одной проблемы на другую. Есть много направлений в сегодняшней теоретической физике, и прогресс в ней наблюдается только тогда, когда они оказывают влияние друг на друга, порождая новый взгляд на вещи и новые результаты.

ЭЛЕКТРОНЫ
В ОДНОМЕРНОМ
МИРЕ.* НИ МЕТАЛЛ,
НИ ДИЭЛЕКТРИК,
НИ ПОЛУПРОВОДНИК.*



А. ЛАРКИН,
доктор физико-математических наук

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ

Исследование проблемы сверхпроводимости развивается сейчас по двум основным направлениям.

Цель первого из них — изучить свойства тех сверхпроводниковых металлических сплавов, которые уже созданы и работают при температурах порядка десяти — двадцати градусов Кельвина с охлаждением их жидким гелием. У них есть много полезных свойств, которые могут и должны найти свое применение. И здесь уже не до размышлений о том, высока или низка их критическая температура. Лучше попытаться использовать все, что можно, из этого довольно обширного арсенала.

Подобными задачами занимаются наши коллеги в Институте физики твердого тела. Причем сталкиваются с целым рядом не только рутинных задач, но, на мой взгляд, и с довольно удивительными и неожиданными вещами. Например, оказывается, что чем металл хуже приготовлен — больше примесей, больше дефектов, — тем он лучше с точки зрения сверхпроводимости.

Другое направление поисков в проблеме сверхпроводимости определилось желанием научиться делать сверхпроводники, у которых критическая температура была бы заметно выше. Лучше всего, чтобы это была сверхпроводимость при комнатной температуре. Но, на худой конец, совсем неплохо повысить температуру хотя бы еще на несколько градусов, чтоб охлаждать их не жидким гелием, а, например, жидким водородом. Это было бы значительно дешевле и проще.

Проблема высокотемпературной сверхпроводимости по ряду моментов несколько похожа на другую проблему, а именно — управляемый термоядерный синтез.

Первый момент — их прикладное значение. В этом смысле из множества физических задач сверхпроводимость стоит ближе всего к проблеме управляемых термоядерных реакций. Причем, может быть, и для полу-

чения этих реакций сверхпроводимость окажется незаменимой, чтобы сделать, скажем, более экономичные по энергопотреблению сверхпроводящие магниты. Ведь сейчас термоядерные установки пожирают очень много энергии — пока еще намного больше, чем дают.

Но есть и чисто физические аналогии. Например, в тороидальных магнитных ловушках — «токамаках» — заряженные частицы плазмы движутся практически одномерно — только вдоль силовых линий магнитного поля. Как по ниточке. Такое движение принято называть одномерным, поскольку в уравнения движения таких частиц входит только одна координата.

А самые большие надежды в высокотемпературной сверхпроводимости возлагаются сейчас на соединения, в которых движение электрических зарядов тоже одномерно, — так называемые одномерные проводники.

Надо сказать, что теоретики всегда любили одномерные модели. Обычный мир наш трехмерен, имеет длину, ширину и высоту. Но иногда проще что-то посчитать, если представить, что есть только одна координата и нет двух других, и посмотреть, как бы такой одномерный мир был устроен. Однако обычно это рассматривалось как некая абстрактная, вспомогательная модель, не имеющая отношения к действительности.

А тут вдруг оказалось, что реально могут существовать органические вещества, где электроны находятся в таком одномерном мире. Создавать эти вещества одними из первых научились наши соседи из Института химической физики. Очень любопытна структура таких соединений: молекулы в них уложены стопками одна на другую, совсем как стопка карандашей. Каждый «карандаш» — это цепочка молекул, причем вдоль цепочки расстояние между молекулами маленькое, а в двух других направлениях, то есть между

соседними «карандашами», — намного больше. Поэтому вдоль цепочки, от молекулы к молекуле, электронам двигаться гораздо легче, чем поперек, с «карандаша» на «карандаш». В силу этого проводимость вдоль стопки в тысячу раз больше, чем в двух других, перпендикулярных направлениях.

Вот и выходит, что когда мы рассматриваем свойства такой системы, отвечающие за ее электропроводность, можно с очень высокой степенью достоверности рассматривать ее как одномерную. Так оказалось, что абстрактные одномерные модели нашли самое непосредственное применение в нашем реальном мире.

Коль скоро наш разговор зашел об аналогиях между проблемами высокотемпературной сверхпроводимости и управляемого термоядерного синтеза, нелишне упомянуть и еще об одной аналогии. И там и тут самые первые идеи были самыми радужными. Но когда пошел эксперимент, все стало значительно сложнее. И там и тут добиться желаемого мешают неустойчивости: и «одномерная» плазма оказалась неустойчивой, и проводимость в одномерных соединениях тоже.

И там и тут возникла своя большая наука, своя физика — как экспериментальная, так и теоретическая.

Для сверхпроводимости нужно, чтобы электроны в веществе притягивались друг к другу, связывались в пары, и тогда эти пары текут по металлу без сопротивления. Обычно в пустоте и в воздухе одноименные электрические заряды отталкиваются. Но в твердых телах — и в этом все дело — свободные электроны не совсем свободны, поскольку чувствуют на себе влияние кристаллической решетки, в пространстве которой они перемещаются. Причем каждый электрон притягивает к себе положительный заряд — ближайший ион, сидящий в узле решетки. И к этому же положительному заряду притягивается, в свою очередь, другой электрон. Так, посредством узла решетки, возникает эффективное притяжение между парой электронов. А чем сильнее это притяжение, тем будет выше температура, при которой наступает сверхпроводимость.

Такого рода механизм по ряду причин, на которые мне бы не хотелось отвлекать внимание читателей, связан с деформацией кристаллической решетки. И поэтому задача состоит в том, чтобы найти такие тела, в которых деформация решетки происходила бы легче всего. Но твердые тела устроены так, что если решетка деформируется очень легко, то это случается чаще всего самопроизвольно. Причем так, что происходит фазовый переход, и кристалл оказывается в каком-то другом состоянии, где решетка уже деформируется с большим трудом. (Это естественное стремление всех систем — из неустойчивого состояния переходить в более устойчивое с меньшей потенциальной энергией. Представьте себе хотя бы шарик на гребне волны, так и норовящий скатиться во впадину.) Так вот в этом новом состоянии взаимодействие между электронами уже оказывается слабее.

Предварительные расчеты, которые мы проделали, давали надежду, что в одномерных органических соединениях подобная неустойчивость будет не очень сильной. И научившись предотвращать ее, мы сможем добиться появления сверхпроводимости.

Было исследовано много одномерных соединений, у них обнаружилось немало удивительных свойств...

...Но найти в них сверхпроводимость, хотя бы низкотемпературную, до сих пор не удалось.

Опять-таки вмешалась неустойчивость! Хотя одномерные соединения, может быть, и более устойчивы, чем обычные твердые тела. Ведь электроны в них не могут отклоняться вбок, а вынуждены двигаться, как по желобку, только вдоль цепочки молекул. Но даже в

такой жесткой обстановке электроны умудряются проявлять свой норв: при некоторой температуре им оказалось выгоднее расположиться периодически вдоль цепочки и стабилизироваться в таком состоянии.

И поэтому вместо проводников эти вещества становятся диэлектриками, так и не дойдя буквально на один шаг до сверхпроводящего состояния.

Совсем недавно нашли и такие одномерные проводники, которые уже до сколь угодно низких температур сохраняют свойства металлов. Но сверхпроводимость у них так и не наступает.

В таких случаях я люблю говорить, что нужно искать там, где темно. И поскольку в нашем распоряжении появился некий класс совершенно новых соединений, надежда что-то найти в них все-таки больше, чем в обычных металлах, которые исследованы уже довольно хорошо. Там мы, по-видимому, подошли к пределу: за пять лет удалось повысить температуру всего на полградуса, а такими шагами можно двигаться очень долго. А тут, хотя, может быть, сверхпроводимость и не получится, есть все же вероятность создать какое-то вещество с совершенно необычными свойствами.

Но уже и те соединения, которые удалось создать, принесли много интересного и удивительного, хотя и не связанного со сверхпроводимостью. Если опять вспомнить аналогию с плазмой, которую иногда называют четвертым состоянием вещества (правда, здесь не скажешь, что открыто новое состояние вещества,— это все-таки твердые тела), одномерные органические системы можно назвать четвертым состоянием твердого тела. Они не похожи ни на металл, ни на полупроводник, ни на диэлектрик; а иногда похожи и на то, и другое, и третье сразу.

Разумеется, столь уникальные свойства не замедлят найти себе практическое применение.

«ПРОБНЫЙ КАМЕНЬ» ТЕОРИИ МИКРОМИРА.* КВАРКИ НА «ВЕРЕВОЧКЕ».

А. БЕЛАВИН,
кандидат физико-математических наук

КВАРКИ: ПОЧЕМУ ОНИ НЕ ВЫЛЕТАЮТ?

Это только один из множества вопросов, на которые мы пытаемся ответить, занимаясь теоретическими исследованиями в физике элементарных частиц.

Кстати, физика микромира не является каким-то инородным включением в сфере интересов нашего института, а выглядит как естественное продолжение работ Л. Д. Ландау и его учеников по развитию квантовой теории поля.

Что же касается вопроса о кварках, то он — своего рода «пробный камень» для любой теории, претендующей на роль всеобъемлющей теории микромира. Это именно так, поскольку речь идет о структуре адронов — самого обширного семейства частиц, до последнего времени считавшихся элементарными. Как они устроены и почему их так много? Ответить на эти, в самом общем виде поставленные вопросы, значило бы понять цели природы, так отменно потрудившейся на этом уровне организации материи.

Так вот, кварки. О них говорилось уже очень много, но, на мой взгляд, они того заслуживают. Заслуживают потому, что все более вескими становятся их «притязания» на роль самого элементарного «кирпичика» материи, из которого составлены почти все известные сейчас частицы. Довольно любопытна и показательна история, которая произошла с кварками. Сначала все относились к ним как к неким метафизическим сущностям. Говорили, что в некоторых случаях барионы и мезоны ведут себя так, как если бы они были составлены из кварков. А что это в действительности так, никто, боже упаси, и не думал. Но за 10—12 лет отношение к ним в корне изменилось. Чем ближе человек к физике элементарных частиц, тем больше у него вера в то, что кварки реально существуют внутри адронов.

Причем похоже, что на малых расстояниях, то есть глубоко внутри адронов, кварки ведут себя так, как будто они ничем не связаны друг с другом. И что еще удивительнее: коль скоро это такие свободные частицы, почему их нельзя выбить из адрона? Почему мы их не видим и, как мне кажется, никогда не увидим?

Некоторые экспериментаторы считают, что все это выдумки теоретиков, просто нужен ускоритель с еще большей энергией. И тогда стоит лишь посильнее ударить по адрону, как кварки оттуда посыплются сами.

Но в действительности такой ускоритель уже существовал — это молодая, горячая Вселенная. Расчеты показывают, что в те времена были очень высокие температуры. А значит, должны были существовать не только электрон-позитронные пары, но и частицы с более тяжелыми массами и энергиями, достаточными для того, чтобы родить кварки.

В свое время кварки очень настойчиво искали: и в космосе, и в океанской воде и в горных породах. По оценкам, их должно быть примерно один кварк на миллиард нуклонов. А экспериментальная оценка пешагнула уже за 10^{-20} .

Поэтому надежда обнаружить дробно заряженные кварки в природе очень мала. То же самое относится и к ускорителям со все большей энергией. Естественно предположить, что когда мы ударяем сильно по адрону и передаем кваркам большой импульс, они могут разойтись на большие расстояния, однако вылететь не могут. Создается впечатление, что между ними возникают силы типа струн.

Как можно было бы представить себе «струну», связывающую кварки в адронах?

Обычно силовые линии электрического поля, созданного зарядом, расходятся равномерно во все стороны. Чем дальше от него находится другой заряд, тем меньше силовых линий будет их связывать. Сила взаимодействия падает с расстоянием.

В кварках же, как показывают проведенные расчеты, все не так. Силовому полю, которое они возбуждают в пространстве, энер-

гетически выгоднее не расходиться по всем направлениям, а идти по кратчайшему расстоянию между кварками. Вокруг пучка силовых линий этого поля возбуждаются кольцевые токи магнитных монополей, которые виртуально возникают в вакууме. Вот эти самые кольцевые токи, циркулируя вокруг силовых линий, сжимают их в пресловутую «струну». Энергия такой струны тем больше, чем больше ее длина.

Вот и получается, что чем сильнее мы ударяем по системе кварков и чем дальше они разлетаются друг от друга, тем больше сила, которая возвращает их назад.

Разумеется, это очень упрощенный вариант представлений о микромире, вытекающих из выводов так называемых калибровочных теорий — большого класса моделей, призванных объединять все виды взаимодействий между частицами. Сейчас все больше теоретиков (это я могу сказать и про себя) обращается в их веру, развивая формальный аппарат калибровочных теорий и пытаясь уложить в их схему многообразие экспериментальных фактов. И все больше сложных, казалось бы, неразрешимых противоречий, типа парадокса кварков, начинает находить логичное объяснение в свете калибровочных теорий.

Институт новых химических проблем более всех других, видимо, связан с «родоначальником» Черногловки — Институтом химической физики, о важнейших работах которого вы только что прочли. Теперь...

...ВСЕГО ОДИН ВОПРОС К КАНДИДАТУ ХИМИЧЕСКИХ НАУК Г. ГАВРИЛОВУ, УЧЕНОМУ СЕКРЕТАРЮ ИНСТИТУТА НОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

— Геннадий Михайлович, нам бы хотелось услышать о нескольких самых новых из тех новых химических проблем, которыми занят ваш институт.

— Прежде всего — новые способы синтеза неорганических веществ. Например, синтез в ударной волне, который мы вели вместе с лабораторией профессора А. Н. Дремина из Института химической физики. Этим способом удалось получить нитрид бора — вещество, по твердости не уступающее алмазу, но превосходящее его по химической стойкости. Станки, использующие алмазный

инструмент, работают с такими огромными скоростями, что температура в зоне резания достигает сотен градусов, и алмазный резец попросту сгорает. А нитрид бора устойчив до 1200—1400 градусов. Кроме того, с его помощью оказывается возможным обрабатывать детали с неровной поверхностью — хрупкий алмаз при этих условиях быстро разрушается.

Занимаемся мы также плазмохимическим синтезом — он позволяет получать жаропрочные соединения: окислы, нитриды и карбиды тугоплавких металлов титана, ванадия, ниобия, циркония. Преимущество его в том, что вещества получают в виде мельчайших частичек, и поэтому их легко спекать, чтобы получить нужное изделие, — необходимая для этого температура снижается на 500—600 градусов. Вещества эти могут служить, в частности, связкой для изготовления инструментов из нитрида бора.

Наконец, еще один изящный метод синтеза — химическое осаждение из газовой фазы. Таким способом получают монокристаллические пленки в полупроводниковой промышленности: пары веществ реагируют на нагретой подложке, и сразу получается пленка нужного состава, поскольку при этом в нее можно ввести необходимые примеси.

Другое направление наших работ — твердые электролиты. В аккумуляторах, как известно, электролитом служит кислота или щелочь, но далеко не всегда допустимо иметь дело с жидкостью. В институте получены материалы, напоминающие фарфор, структура которых позволяет переносчикам тока свободно перемещаться. Таким образом, они ведут себя как обычные жидкие электролиты, но не боятся механических воздействий, а кроме того, обладают высокой удельной емкостью. Сейчас во всем мире ведутся напряженные исследования по созданию источников тока с твердыми электролитами — если удастся добиться емкости 300 ампер-часов на килограмм веса аккумулятора, проблему электрообильного транспорта можно будет считать решенной.

Большое народнохозяйственное значение имеют работы нашего института в области химической металлургии. Сейчас все острее встает вопрос о разработке месторождений полезных ископаемых, в которых общие запасы ценных компонентов велики, но содержание их в руде мало. Примером этого могут служить месторождения бедных оловянных руд. В институте разработана технологическая схема обогащения таких руд методом химической возгонки, при использовании которой извлечение олова повышается на 25—30 процентов. Для проведения процесса используется дешевый хлористый кальций, который в значительной степени может быть регенерирован. Применение такой схемы делает экономически выгодной переработку огромных, в миллионы тонн, отвалов, скопившихся за десятилетия работы оловянных заводов — ведь содержание олова в них зачастую не ниже, чем в тех рудах, которые можно перерабатывать по нашей технологии.

Но те же оловянные руды, а также большинство сульфидных руд цветных металлов, содержат обычно мышьяк. При обжиге руды мышьяк окисляется и летит в атмосферу, что приводит к загрязнению окружающего пространства. У нас в институте найден способ удаления мышьяка из сульфидных концентратов в форме труднорастворимого малотоксичного трисульфида, который намного более удобен в обращении по сравнению с трехокисью. Процесс осуществляется в замкнутом пространстве в атмосфере циркулирующих газов, без выброса их в атмосферу. Использование нового процесса позволит не только полностью исключить загрязнение атмосферы, но также существенно снизить затраты на очистку концентратов от мышьяка.

Последний пункт — лаборатория космохимии. Она обосновалась здесь, на черноголовской земле, хотя объекты ее исследований и находятся в далеком космосе. На стыке физики, химии и минералогии зародилась новая область науки, рассказом о которой мы завершаем наш маршрут.



вованья Солнца и планет, и даже протопланетной туманности. Следы этого облучения несет на себе химический и изотопный состав вещества, скажем, на поверхности Луны и других безатмосферных планет, на малых планетах-астероидах и в метеоритах, насквозь пронизываемых быстрыми частицами. Зная, как, в какую сторону и на сколько меняется изотопный состав элементов в зависимости от энергии частиц, интенсивности и времени облучения, можно воссоздать физические условия, в которых находилось то или иное космическое тело.

В частности, по изотопному составу метеоритов можно определять, какова, например, была интенсивность космических лучей в Солнечной системе два года назад. Или, скажем, за миллион лет до нашей эры!

Но прежде чем это стало возможным, необходимо было узнать, как именно меняется изотопный состав элементов под влиянием различных типов облучения. Какие изотопы и с какой скоростью накапливаются или разрушаются в веществе в зависимости от сорта, энергии, количества частиц, бомбардирующих его? Другими словами, составить программу поведения вещества на все возможные случаи его космической жизни.

С этой целью много лет мы занимались моделированием ядерных процессов, протекающих в космических телах под действием частиц высоких энергий. Начали с того, что стали облучать мишени самого разного химического состава частицами, ускоренными на синхротронном Объединенного института ядерных исследований в Дубне. В основном, мы изучали реакции на протонах, потому что космические лучи на 85 процентов состоят именно из протонов, которые и играют главную роль в таких процессах.

Собрав обширный фактический материал, полученный из наших экспериментов на ускорителях в ОИЯИ, а также в ЦЕРНе (Швейцария), и дополнив его литературными данными, которые как-то относятся к изученным нами явлениям, мы впервые в мире создали универсальную модель процессов, происходящих в космических телах под действием излучения.

К тому времени, когда мы начали изучать ядерные процессы в космических телах и работали еще в Дубне, стали появляться работы, в которых сообщалось об аномальном изотопном составе различных элементов в веществе метеоритов. Например, отношение гелия-3 к гелию-4 по сравнению с подобной величиной на Земле в метеоритах оказывалось в миллионы раз больше. Повышенное содержание наблюдалось практически для всех изотопов с малой распространенностью в метеоритном веществе.

Примечательно, что академик В. И. Вернадский еще в 1934 году после открытия космических лучей предположил, что изотопный состав небесных тел под действием высоко-

А. ЛАВРУХИНА,
профессор, доктор химических наук,
заведующая лабораторией космической химии Института геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского АН СССР

ЯДЕРНАЯ КОСМОХИМИЯ

Даже не будучи специалистом в астрономии, нетрудно вообразить, сколь велика энергия всего видимого вещества в нашей Галактике. Но оказывается, примерно столько же энергии накоплено в невидимых глазу космических лучах. Частицами высоких энергий заполнено буквально все пространство Галактики. И, являясь свидетелями грандиозных процессов рождения звездных систем, взрывов Сверхновых и многих других явлений, они в то же время и сами активно влияют на характер физических условий в различных уголках космоса.

Изучение космических лучей было и остается одной из главных научных задач, решать которые помогает космонавтика. Но, оказывается, многое из того, что исследуется с помощью дальних космических кораблей, можно делать, изучая метеориты.

Дело в том, что все тела Солнечной системы непрерывно облучаются потоками галактических космических лучей. Да и само Солнце, наряду с солнечным ветром, в периоды интенсивных солнечных вспышек также испускает частицы высоких энергий.

Такое облучение космического вещества, хотя и меняется по величине со временем, имело место всегда, с самого начала сущест-

энергичных частиц должен претерпевать изменение.

Используя нашу модель, мы провели количественный расчет ядерных процессов в железных метеоритах и обнаружили, что все те сдвиги, которые были найдены в изотопном составе инертных газов, полностью совпадают с нашими расчетами. Более того, мы предсказали, что, например, могут быть изотопные сдвиги у ванадия и хрома, и определили их величины. Через несколько лет был проведен анализ свежевыпавшего железного метеорита Арус и определен его изотопный состав. Он оказался таким, как мы его предсказали из количественных расчетов.

Практический успех нашей модели позволил перейти непосредственно к задачам восстановления физических условий в космосе по изотопному составу небесных тел. Особенно привлекательными в этом плане выглядели метеориты. Фактически то, что делается с помощью космических кораблей, летающих к ближайшим планетам, можно делать и с помощью метеоритов. Более того, по сравнению с космическими кораблями они летают целую вечность и охватывают огромную область в пространстве Солнечной системы. Они падают на Землю довольно часто. А в их химическом составе записана вся тысячелетняя история: не только их собственная, а в некотором смысле и Солнечной системы. Нужно лишь правильно прочитать эту историю, другими словами, уметь точно определять изотопный состав вещества метеоритов.

Так возник вопрос о создании специальной низкофоновой лаборатории для изучения радиоактивности метеоритов и лунных проб. Академией наук СССР было вынесено соответствующее решение, и в 1965 году лаборатория была создана. Сейчас мы можем измерять все типы радиоактивных излучений — рентгеновского, бета, гамма — и для всех видов физического состояния — в твердых, жидких и газообразных телах. Приборы наши котируются на уровне мировых стандартов. Есть и несколько принципиально новых приборов, которых нет нигде.

Для измерения очень слабых излучений у нас имеется четыре двоянные низкофоновые камеры, окруженные разными видами защиты — из чистой стали, электролитической меди, парафина с борной кислотой. Необходимо было уделить большое внимание чистоте материалов. Например, сталь нужно было получить от заводов, которые бы не применяли радиоизотопов при производстве.

И в Черноголовке наша лаборатория обосновалась потому, что нужен низкий радиоактивный фон. Строить ее в городе было невозможно, потому что и фон там высокий, и электромагнитных полей великое множество. А в лесу, на голом месте строить тоже невыгодно — нужно вести воду, канализацию, прочие коммуникации.

В общем было много всевозможных труд-

ностей, которые в конце концов удалось преодолеть.

Итак, что же нового нам удалось узнать с помощью метеоритов?

Известно, что интенсивность галактических космических лучей меняется в обратной зависимости от числа солнечных пятен. И вообще очень сильно зависит от эффектов на Солнце. Когда начинаются вспышки на Солнце, в окрестностях Земли исчезают низкоэнергетические частицы. Была предложена гипотеза, что во время интенсивных вспышек солнечный ветер, подобно метле, выметает частицы, которые поступают в Солнечную систему из межзвездного пространства. Похоже было, что где-то возникает некий слой, барьер, который является преградой для галактических частиц. (Такое явление называют модуляцией галактических космических лучей.)

Как далеко простирается это «дыхание» Солнца? По всем данным, которые были получены как из экспериментов, так и из теоретических расчетов, получалось, что граница этой области может находиться на расстоянии от 2 до 100 астрономических единиц от Солнца. В таком интервале лежали оценки разных исследователей.

Точность, сами видите, невелика.

Проанализировав все известные данные по радиоактивности метеоритов, мы пришли к выводу, что, во-первых, действительно существует слой интенсивной модуляции галактических космических лучей. Это не такое уж обширное пространство, а действительно слой ограниченной толщины. И расположен он на расстоянии в две астрономические единицы от Солнца. То есть как рас в начале пояса астероидов, если идти к нему от Земли. Установили мы и то, что этот слой не постоянен, он возникает в годы интенсивного солнечного ветра и постепенно рассасывается. Кроме того, обнаружилось, что в области между поясом астероидов и орбитой Юпитера наблюдается постоянное интенсивности галактических космических лучей с точностью до двадцати процентов. А это говорит о том, что влияние солнечного ветра там уже не чувствуется.

Это одно из главных наших достижений в области применения метеоритики к космическим лучам.

Еще одним из успехов ядерной космохимии было определение космического возраста метеоритов как самостоятельных тел. Это не время затвердевания вещества, а время, когда они начали подвергаться облучению, то есть когда они выделились из большого тела. Это является принципиально важным, потому что бывало даже такое мнение, что метеориты существуют 4,5 миллиарда лет, что это тела, не вошедшие в состав крупных небесных тел при формировании планет Солнечной системы из протопланетного сгустка.

Но первые же данные показали, что космический возраст железных метеоритов (для железных и для каменных метеоритов наблю-

дается большое различие) может меняться в пределах от ста миллионов лет до двух миллиардов. Они разделяются еще на несколько типов: видимо, было несколько различных «материнских» тел, в состав которых они входили прежде. То есть железные метеориты — это не остатки протопланетного облака, а вторичные и третичные образования. Причем происходят они, по-видимому, из астероидного пояса.

Каменные метеориты составляют около 85 процентов от общего числа метеоритов. Космический возраст их меньше десяти миллионов лет. Они никак не могли прийти из астероидного пояса.

Более того, радиоактивное датирование позволило нам разработать новый метод определения орбит метеоритов. Мы проанализировали данные по всем метеоритам, для которых было известно содержание алюминия-26, и пришли к любопытному выводу, что орбиты большинства каменных метеоритов находятся на очень небольших расстояниях, где-то не дальше Марса.

Интересную находку, которая может иметь значение для физики Солнца, мы обнаружили недавно... на Луне, в ее грунте.

Вы знаете эту проблему с нейтрино, которых Солнце излучает на порядок меньше, чем это следует из теории. Предложено несколько гипотез и, в частности, гипотеза Фаулера о том, что на Солнце идет перемешивание недр. Причем с интервалом в триста миллионов лет и продолжительностью около десяти миллионов лет. И с этим явлением можно связать ледники, потому что периоды оледенения на Земле имеют те же характерные цифры. Согласно этой гипотезе мы живем в ледниковом периоде. Когда детально изучили данные по физике Солнца (а делали мы это параллельно с сотрудниками Ленинградского физико-технического института, которыми руководил профессор Г. Е. Кочаров), то пришли к такому выводу, что изменения в физических процессах на Солнце должны были повлечь и изменения в интенсивности солнечного ветра и космических лучей. И это должно было отразиться на содержании долгоживущих изотопов в лунном грунте.

По лунным данным мы обнаружили, что в среднем два — шесть миллионов лет назад поток галактических космических лучей был выше, чем за последний миллион лет. То есть два — шесть миллионов лет назад деятельность Солнца была меньше. Из этих данных можно было бы сделать вывод, что процесс перемешивания недр Солнца, если таковой существует, начался несколько миллионов лет назад. Но такой вывод преждевременен, пока не появятся другие, независимые доказательства.

Тем не менее сейчас можно смело утверждать, что ядерная космохимия дает исследователям мощные методы в исследовании многих сторон эволюции Земли и Вселенной.

МЫ РАССКАЗАЛИ ВСЕГО О НЕСКОЛЬКИХ, ПРАВДА, НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫХ РАБОТАХ ОДНОГО ИЗ ЦЕНТРОВ АКАДЕМИИ НАУК. ЧЕРНОГОЛОВКА — ЭТО ЛИШЬ ТОЧКА НА КАРТЕ СОВЕТСКОЙ НАУКИ. НО В БУДНЯХ ЭТОГО ГОРОДКА, О КОТОРЫХ ШЛА РЕЧЬ В НАШЕЙ ПОДБОРКЕ, ОТРАЗИЛИСЬ ХАРАКТЕРНЫЕ ЧЕРТЫ И СОВЕТСКОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ И СВОЙСТВЕННОГО СОВЕТСКИМ УЧЕНЫМ ОБРАЗА МЫШЛЕНИЯ.

Материалы
готовили:
**В. БРЕЛЬ,
К. ЛЕВИТИН,
Ю. СЛЮСАРЕВ**

РЕШЕНИЯ
XXV СЪЕЗДА КПСС —
В ЖИЗНЬ

Продолжить работы по формированию Единой энергетической системы страны путем объединения энергосистем Сибири и Средней Азии с Европейской энергетической системой...

«Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976 — 1980 годы»

Мы находимся в Московском энергетическом институте, в проблемной лаборатории электрических систем. Руководитель лабораторией лауреат Ленинской премии, доктор технических наук, профессор Валентин Андреевич Веников. Ему принадлежит идея о создании моделей

П. КОРОП

ЭНЕРГОМОДЕЛЬ ДЛЯ

Человек за пультом включал и выключал генераторы электростанций, то посылая мощные потоки энергии на тысячи километров, то превращая эти потоки в ручейки. Он давал свет городам, приводил в движение миллионы станков и вдруг останавливал заводы. Он сливал и разъединял гигантские энергосистемы, обрушивал молнии на высоковольтные мачты ЛЭП, ударами ветра рвал гудящие провода. Приборы на пульте бесстрастно фиксировали исполнение противоречивых и невероятных приказов.

Впрочем, не было ни поверженных опор, ни лишенных света городов, ни прочих аварийных ситуаций. Ничего этого не было. И в то же время было — в электрических и электронных лабиринтах модели, которая проигрывала эпизоды из жизни реальной энергосистемы.

Такая модель — уникальна, в своем роде единственная в мире. Она создана в Московском ордена Ленина энергетическом институте, в лаборатории профессора В. А. Веникова, и официально называется «цифро-аналого-физический комплекс», или попросту «Новая модель». Новая — потому что есть старая, обе связаны между собой целью. Новая потому, что позволяет принципиально по-новому подойти к решению главной задачи: **управление сложными энергосистемами.**

А разве сейчас ими не управляют? Разумеется, управляют. Тогда в чем же тут задача?

Задача есть, очень трудная, в чем мы сейчас и убедимся.

В самом элементарном виде энергосистема — это цепочка из пяти звеньев. В центре — главное и самое длинное звено — высоковольтная линия электропередачи, ЛЭП, обрамленная входными и выходными воротами — трансформаторами. А по краям, словно две чаши весов на длинном коромысле, — генератор энергии и ее потребитель, приход и расход энергии, между которыми всегда сохраняется строгий баланс.

И раз мы выбрали такую модель энергосистемы, изобразили ее в виде весов, то можно сказать: идеальный режим работы — полное равновесие двух чаш. Какую мощность выдал генератор — такую (с учетом потерь в проводах) использовал потребитель. Не больше, не меньше.

Но какое равновесие может быть между генератором и потребителем? Между машиной, подвластной одному человеку, и океаном, стихией потребления. Тысячи поездов, миллионы станков, миллиарды ламп, и все это включается и выключается ежесекундно, в самых невероятных комбинациях, складываясь, вычитаясь и умножаясь. Нагрузка непрерывно меняется, весы раскачиваются,

система «дышит». Но по закону сохранения энергии, и вообще по здравому смыслу, нельзя взять больше того, что есть в наличии.

И если потребитель превысил дозволенную мощность, система мгновенно восстановит баланс, снизив в сети частоту и напряжение. Хочешь взять «больше» — бери «хуже». Тускнеют лампы, медленнее вращаются двигатели — крохотный в бритве, гигант на заводе.

Но оказывается, нельзя брать и меньше. Если нагрузка сокращается, избыток мощности приводит к увеличению оборотов генератора. Он стремительно раскручивается, угрожая достичь таких скоростей, когда центробежные силы способны его разрушить.

Раскачиваются весы, балансируют. Но что за проблема их уравновесить? Изменить обороты генератора в соответствии с колебанием другой чаши весов — потребителей. Замедлить, ускорить, наконец, отключить.

Но генератор «одним боком» — в царстве электромагнитных волн, где импульс распространяется со скоростью света, а другим «боком» он прочно связан с движением турбины. Как электрическая машина он мгновенно реагирует на изменения в системе, но как механический агрегат обладает инерционностью. Остановить его мгновенно нельзя, как нельзя это сделать с автомобилем на большой скорости. Впрочем, куда там автомобилю! Если бы его колеса вращались с такой же скоростью, как ротор генератора, то автомобиль мчался бы вдвое быстрее реактивного лайнера.

Погасить такую чудовищную инерцию — пройдут секунды. А за секунды состояние энергосистемы может измениться сотни раз! Сотни!

Это — две чаши весов. А коромысло — ЛЭП? Под открытым небом, в постоянной схватке с напастями природы и непогоды, в бесконечном океане случайностей. Может ударить молния или птица залетит в электрические сети — короткое замыкание. Может изморозь тяжелой бахромой порвать провода или, хуже того, обледенение, способное сломать опору, ветер...

Но энергосистемы работают, и по планете уверенно шествует век электричества. Где же аварии? Что их обезоруживает? Какие силы защищают энергосистему от катастрофы?

К сожалению, автомобили иногда разбиваются. И даже сталкиваются поезда. Но это совсем не обязательно. Более того, как правило, и автомобили, и поезда, и прочая техника, нас обслуживающая, мирно доживает свои дни. Подобного рода аварии — явление чрезвычайное, исключительное, связанное преимущественно с вольным или невольным нарушением технологии, правил, инструкций.

Аварийная ситуация в энергосистеме столь же нежелательна, но и столь же естественна,

как шторм для корабля. Корабли не любят штормов, особенно сильных, но смешно выходить в море, в дальнее плавание, рассчитывая избежать непогоды. Нельзя весы энергосистемы привести раз и навсегда в полное и незыблемое равновесие. Нельзя. Пока существует воздушная ЛЭП, нельзя избавить ее от молний и ливней, не слишком осторожных птиц и прочих случайностей.

И, поэтому столь же естественно входит в энергосистему регулирующая и защитная аппаратура. Назовем ее «шестым звеном». Пять уже знакомых — трансформаторы энергосистемы, непосредственно производство, транспортировка и потребление электроэнергии. Шестое звено — информационное, подобное органам чувств, воспринимающее все отклонения от нормы и немедленно принимающее меры. Шестое звено столь же необходимо, как генератор и ЛЭП, без него система вообще не может функционировать. Речь идет о бесчисленном множестве приборов и устройств, охраняющих практически все участки системы, объединенных общей задачей — регулировка и защита.

В квартире в добавление к люстрам, холодильнику, уюту включили вентилятор. Вдруг свет погас. Ничего страшного. Просто, превысив некую мощность, вы заставили вмешаться представителя шестого звена. Предохранитель автоматически предупредил микроаварию, не допустил перегрев проводов, разорвал электрическую цепь.

Перегрелся мощный трансформатор на «развилке» ЛЭП — опасную ситуацию воспринимает защита, автоматика принимает меры.

Ударил молния в ЛЭП. Короткое замыкание. На участке линии резко упало напряжение. Все происходит в сотые доли секунды. Но автомат успевает отключить пораженный участок.

Упала нагрузка в сети, нарушен баланс между производством и потреблением энергии, на генераторе — избыточная мощность. И агрегат начинает яростно раскручиваться, словно желая разорвать себя на куски центробежными силами. Но этого не происходит. «Шестое звено» делает все возможное, чтобы сократить обороты своего подопечного. Если это не удастся, генератор просто отключают от вращающей его турбины.

На всех перекрестках, на всех уголках и развилках энергосистемы стоит надежная, мгновенно реагирующая на опасность стража автоматов. Она подает сигнал диспетчеру, она регулирует, защищает, отключает. «Скорая помощь», как говорит профессор В. А. Веников.

Но прежде чем сконструировать прибор, автомат защиты или регулировки, нужно

сложных энергосистем — кибернетических комплексов.

В нашей стране идеи профессора В. А. Веникова приобретают особое значение. Социалистическая экономика предоставляет наиболее благоприятные условия для создания централизованных самоуправляемых энергосистем, в конечном итоге — Единой

энергетической в масштабе всей страны. Это позволит оптимально использовать энергетические ресурсы и производственные мощности, превращает нашу энергетику в гибкий, высокоэффективный организм, математически точно сбалансированный со всеми отраслями народного хозяйства.

ЭНЕРГОБУДУЩЕГО

знать, с чем ему предстоит бороться. Нужно знать аварию во всех ее лицах. Солдатам — учение и маневры. Автоматам — исследования, эксперименты, испытания. И, конечно же, не на реальной энергосистеме (в бою не учатся, а сражаются). На модели.

Двадцать лет назад, когда проектировали энергосистему Москва — Куйбышев (20 генераторов, по 115 мегаватт каждый, итого 2300 мегаватт), в лаборатории профессора В. А. Веникова заработала модель — мощностью в 23 киловатта, копия будущей энергосистемы, уменьшенная в 100 тысяч раз. Все элементы были выполнены с колоссальным запасом прочности. Замыкание, например, которое в реальных условиях длится доли секунды, растягивалось в экспериментах до минуты. Предстояло узнать, как поведет себя энергосистема в любых ситуациях, и разработать эффективные средства защиты регулировки. Одним словом, обучить стражей «шестого звена».

За успешное решение этих задач профессор В. А. Веников был награжден Ленинской премией, а его монография, посвященная теории физического моделирования энергосистем, отмечена премией имени Яблочкова Академии наук СССР.

Однако решая одни задачи, сталкиваешься с другими, о существовании которых, быть может, и не подозревал. Такова логика исследования.

В жизни энергосистем происходят серьезные изменения, связанные прежде всего с ростом промышленности, городов, сооружением сверхдалних ЛЭП и все более мощных генераторов.

Еще бдительнее, еще надежнее обязаны быть регулирующие и защитные устройства. Их ответственность резко возрастает в каждом звене энергосистемы, которая становится все сложнее и сложнее, охватывая огромные территории, постепенно сливаясь в Единую энергетическую систему страны.

Современную систему охраняют сотни тысяч всевозможных приборов, предохранителей, автоматов, реле, регуляторов. Они следят за напряжением и вращением, температурой и давлением, за перегрузкой и недогрузкой. Применительно к человеку, это, вероятно, равносильно тому, как если бы за здоровьем каждого из нас наблюдал персональный медицинский институт, а наши нервы и мускулы были бы сплошь покрыты датчиками и анализаторами.

Во всяком случае, жизнь энергосистемы из-за обилия защитников и регуляторов становится все сложнее. Подскочило или упало напряжение, случилось ли замыкание или перегрелся трансформатор — автомат немедленно спасает положение, но не ведает, что происходит на соседнем участке. А там, быть мо-

жет, его коллега, охраняя своих подопечных, принимает решение, диаметрально противоположное. И все вместе автоматы не способны предсказать, что произойдет через секунду, через минуту, надо ли отключать свой участок до вмешательства человека или лишь на какое-то мгновение, нельзя ли выйти из положения, не лишая кого-то электроэнергии?

Автомат не может «придумать», потому что он не думает. Ему и не положено думать. Его дело действовать.

Есть диспетчер. Человек. Со всеми присущими ему достоинствами и недостатками. К сожалению, его ответ на ту или иную мгновенно меняющуюся ситуацию может оказаться в миллион раз медленнее, чем «нервный импульс» энергосистемы.

Но разве нельзя воспользоваться электронно-вычислительной машиной, компьютером, который хотя и не мыслит, как человек, но зато быстро, в масштабе времени энергосистемы решает кое-какие задачи? Почему бы не подключить к системе «электронный мозг»? Пусть командует!

Прекрасная мысль!

Итак, наш компьютер будет связан со всеми ответственными точками модели. Мгновенно узнавая о любых изменениях, анализируя и выбрав наилучшее решение, отдает приказ.

Хорошо, что мы имеем дело с моделью, а не с реальной энергосистемой, иначе продолжат разговор нам пришлось бы уже при свечах. Как ни логично наше рассуждение, в нем солидные ошибки. Во-первых, каждая «ответственная точка» в переводе на язык ЭВМ — несколько математических уравнений, в сумме — океан информации. Даже производя миллион операций в секунду, машина будет выдавать решение, когда уже разразится авария. Во-вторых, концентрируя всю власть в «руках» компьютера, мы чудовищно снижаем надежность энергосистемы. Достаточно ЭВМ выйти из строя — на минуту, по пустяковой причине, как сотни городов со всеми заводами, поездами и холодильниками окажутся в объятиях случайности.

Что же делать? Вероятно, компьютер, получая информацию от специальных датчиков со всех концов системы, должен командовать не пятью ее звеньями напрямую, не генератором, трансформатором и т. д., а лишь регулирующей и защитной аппаратурой. Командовать шестым звеном.

Но как же он будет командовать, если вы убедились в том, что приказы все равно будут запаздывать? Любой «примитивный» автомат на месте аварии сработает быстрее.

И тут возник главный принцип управления. Он сводится к простой схеме: если слу-

чается то-то и то-то, вы должны поступить так-то.

Правда, неясно, откуда компьютер узнает, как надо поступить, если произойдет «то-то». В конце концов, это лишь машина, работающая по определенной программе. Кто снабдит ЭВМ такой программой? Разумеется, человек. А ему откуда ведомо, что надлежит делать, если?..

В простейших случаях ведомо. Например: если потребитель «икс» уменьшит нагрузку на 10 процентов, отключи генератор № 5 на полторы секунды, потому что через полторы секунды включится потребитель «игрек».

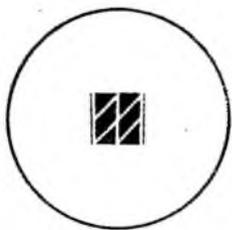
Но простейших случаев в больших энергосистемах не бывает. Слишком много действующих лиц, внешних факторов, случайностей, слишком много переменных величин. И в действительности приказ будет выглядеть примерно так: если в ближайшие две минуты ударит молния на участке № 125 (там идет гроза), и если в то же время замкнет провод на участке № 792 (пятьсот километров от участка № 125), и если — плюс-минус 20 секунд — потребляемая мощность не изменится более, чем на 15 процентов, и если...

Миллион «если»! Они безостановочно меняются, вытесняя друг друга. Необозримый фантастический калейдоскоп. И что надо сделать, когда совпадает во времени та или иная комбинация неведомых «если...» Что предпринять, когда среди них одно изменится так, а другое — так, третье — этак... Как найти путь, наилучший при данных условиях, оптимальный. Что произойдет потом, и как система ответит на все эти молниеносные коррективы.

Узнать результаты многочисленных комбинаций мы можем только из опыта. На модели. Вот почему она столь необходима! Будем включать и отключать города, перегружать систему, перегревать провода, раскручивать генераторы. Компьютер мгновенно зафиксирует это в своей необъятной памяти. И, сравнивая аварийную информацию с программой нормального режима, будет искать оптимальные решения на каждый случай.

Машину надо учить. Учить ремеслу и искусству «электронного диспетчера». По этапам, как в любой школе. Сейчас ЭВМ помогает человеку-диспетчеру как быстродействующее расчетное устройство. Таков первый этап.

Со временем ЭВМ научится анализировать все ситуации и «возмущения» в системе и давать диспетчеру рекомендации по принципу: «если будет... пожалуй, лучше сделать так...» Это уже второй этап обучения. И третий — машина не дает советов человеку, она сама станет диспетчером. А энергосистема приобретет новое качество — самоуправляемость по образу и подобию простейших живых организмов.



ИНФОРМАЦИЯ ИСПЫТАНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Резиновая крыша

Чтобы крыша дома не протекала, на ней раскатывают рубероид — пропитанную специальным составом ленту картона. Но такое покрытие недолговечно, оно коробится, трескается и в конце концов пропускает воду. Кроме того, черное рубероидное покрытие «притягивает» солнечные лучи и нагревает крышу, а это особенно нежелательно в южных районах страны. Поэтому замену такому покрытию стали искать именно на юге — в Ереване.

Специалисты из лаборатории конструкций гражданских зданий Армянского НИИ строительства и архитектуры разработали новое покрытие для домов. Никаких рулонов, сказали они, — покрытие не должно иметь швов. По крыше здания просто разливается особый состав, что-то вроде резинового клея, на который после отвердевания наносится еще один слой. Всего таких слоев четыре. Верхний из них содержит алюминиевую пудру, поэтому крыша здания отражает солнечные лучи. Новый состав наносится на крышу кисточкой или же распыляется и уже через два-три часа отвердевает — получается пленка, которая уже никогда не пропустит воду и не потрескается.

Для производства смеси не нужно строить специальные заводы или переоборудовать цеха — ее можно изготавливать на стандартном оборудовании заводов резиновых изделий. Компоненты, из которых можно получить эту смесь, широко распространены и, кроме того, дешевы — стоимость этого покрытия примерно на 10—12 процентов меньше, чем обычного, рулонного.



«Знание — сила», октябрь, 1977

52

— Куда автобус?
— На «Автомат».

Маленький автобус покати из города Речицы, что неподалеку от Гомеля, на экспериментальную буровую «Уралмаш-125А».

Я привык: на нефтеразведочной буровой вахта всегда в движении, всегда занята. Орудует метровыми рычагами бурильщик. Поднимают долото — его помощники. Начинаются основные операции: сборка утяжеленных бурильных труб, спуск бурильной колонны, ее наращивание, бурение — тогда занята вся вахта. А когда спускают в скважину обсадные трубы, на буровой появляется еще одна вахта.

Наверное, многие помнят фильм о нефтяниках Каспия. Фильм динамичный, напряженный. Крепкие мужчины, словно воины, в касках, тяжелой робе, сапогах преодолевают сопротивление недр. И на экране хорошо видно, как тяжело им это дается: сколько раз приходится нагнуться, давить изо всех сил на метровые ключи, чтобы завернуть бурильную трубу! В кадре — непрерывное движение.

На новой буровой столь «динамичную» кинокартину не сделать. Бурильщик сидит в мягком кресле и ничем не отличается от оператора на заводе или электростанции. Он еще не привык к своему положению. Он учится работать по-новому! Как, впрочем, учится и его единственный помощник, рабочее место которого — на буровой. Он похож на прежнего буровика. Но только похож. По существу его работа также принципиально изменилась. Почти никаких ручных операций, никаких манипуляций с рычагами. Ничего не надо поднимать или завинчивать, напрягая все силы. Лишь в редких ситуациях ему приходится присоединять исполнительный орган к какому-либо буровому инструменту, что не требует ни больших усилий, ни много времени.

Первая в мире автоматизированная буровая установка пробурила несколько тысяч метров. Пробурила «урывками», останавливаясь для отладки, доводки, переделки. Около нее по-прежнему несколько десятков специалистов: сотрудники двух лабораторий Всесоюзного научно-исследовательского института методики и техники разведки (Ленинград), инженеры, техники, рабочие Днепропетровской нефтеразведочной экспедиции. Несколько сотен людей ударно трудятся на базе в Речице.

Буровое дело до последнего времени не принадлежало к числу наиболее прогрессивных. Люди, занятые там, привыкли стоять рядом со станками и управлять ими с помощью рычагов и рукояток. Они привыкли слышать и видеть работу моторов, лебедок, инструмента в скважине. Им казалось невероятным отойти от станка и «руководить» им на расстоянии. Когда один из ведущих конструкторов крупного завода, где делали буровые установки, придумал выносной пульт управления, его понизили в должности.

РЕШЕНИЯ XXV СЪЕЗДА КПСС —
В ЖИЗНЬ

Значительно расширить геологоразведочные работы в целях дальнейшего увеличения минерально-сырьевых ресурсов...

Повысить техническую оснащенность геологоразведочных работ, создать и внедрить в производство новое высокопроизводительное оборудование, автоматизированные буровые установки...

«Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы»

В. ДРУЯНОВ

Буровая — автомат? Автомат!

Буровикам были привычнее и ближе технологические усовершенствования, на этот счет от них всегда поступали заявки: поднимите стойкость долот, крепость труб, усовершенствуйте ключи... Станкостроители почти не имели заказов на принципиально новое буровое оборудование.

И все же «казак» на автоматизацию появился.

Из пояснительной записки к техническому проекту автоматизированной буровой установки «Уралмаш-125А»: «В 1980 году длина всех нефтеразведочных скважин, возможно, окажется равной 25 миллион метрам. Чтобы проложить в земной коре такое количество разведочных ходов, понадобится 4600 буровых установок. Обслуживать их будут 105 тысяч буровиков. Учтем вспомогательных рабочих: глубоким бурением окажутся заняты 200 тысяч человек. Через пять лет их потребуется еще на 30 тысяч больше. Таких людских ресурсов у бурения просто нет».

В лаборатории автоматизации и механизации бурения прекрасно понимали, что из грядущей ситуации возможны два исхода. Первый: создание новых технических средств и методов, которые помогли бы провести разведку недр, не увеличивая число буровых установок и тем самым число рабочих. Следуя этому пути, предстояло поднять производитель-

ность каждой установки глубокого бурения не меньше, чем вдвое.

Увы, на предстоящие пять — десять лет ни технические, ни организационные решения этой задачи не были видны.

Другой путь: сократить численность буровых бригад, сохранив при этом достигнутый уровень производительности. Освободившиеся буровики станут к новым установкам, и задачи нефтеразведки будут успешно решены. Если же, сократив буровую бригаду, еще и поднять ее производительность...

Значит, необходимо: механизировать процессы бурения. Сейчас они требуют участия всех или почти всех членов бригады.

Механизировали... Два буровика теперь делают то, что раньше — четыре или восемь. В их распоряжении много новейших механизмов, которые избавили от ручного труда. Достаточно двух пар рук, чтобы управлять этими механизмами и вести проходку скважины. Радостная картина, но только не для планового отдела. В конце месяца плановики увидят, что производительность новой — такой дорогой, такой современной, мощной — буровой ниже, чем у обычных.

Сотрудники лаборатории сумели предугадать такой поворот событий. Бурение — процесс многооперационный. Буровики, окруженные шеренгой новых устройств,

будут ходить от одного к другому и поочередно (поочередно!) выполнять операцию за операцией. Смогут ли они проводить их с такой быстротой, на какую рассчитывали авторы этих новых устройств? Смогут ли они совмещать операции, как это частично удавалось вахте из четырех человек?

Из пояснительной записки к проекту: «Имеются установки со скоростью подъема буровой колонны 2—3 метра в секунду. Но их возможности почти не используются. Буровик не может так быстро работать без риска аварии: не может плавно включить лебедку на подъем: в течение 8—10 секунд следить за величиной скорости навивки каната, плавно затормозить движение, доведя колонну до заданного положения, включить тормоз в течение 3—4 секунд. Бурильщик не выдерживает такого темпа и снижает скорость подъема, снижая тем самым коэффициент использования мощности установки. Те же выводы относительно других процессов бурения, подтвержденные анализом проходки 100 скважин глубиной 2400—3200 метров».

Получилось так, что буровики выигрывали только в области физических нагрузок и ничего во времени — слишком много его уходило на процессы управления.

Передовые бурильщики — это люди, скорые на руку, обладающие отличными психофизиологическими данными. Один из создателей автоматической буровой Роман Юрьевич Равич-Щерба осветил этот вопрос так: «Есть шофера, не получающие замечаний от милиции в течение десятков лет. И есть такие, которые ежегодно делают по аварии».

Психофизиологические особенности человека стали препятствием на пути повышения производительности буровой. Подтверждение тому — средние показатели буровых организаций страны: они различаются в 8—9 раз. Еще больше разброс между отдельными бригадами, которые могут работать по соседству и в одних и тех же условиях. Помню, как несколько лет назад один буровой мастер сказал мне: «Работали мы как-то рядом с бригадой Степана. Все у нас одно и то же. Я уже опустил инструмент на забой, бурить начал, а они еще и половину колонны не спустили».

Сотрудники лаборатории обратились к психологам. Те ответили: на восприятие и обработку информации о каждой машинной операции уходит 0,3—0,8 секунды (в зависимости от человека). На принятие простейшего решения: выбрать из двух операций — 0,2—0,5 секунды, на движение руки к рукоятке или кнопке — 0,1—0,2, на включение — 0,5—1, на поворот головы, сопровождающий включение или выключение, — 0,7—1,6 секунды. Так оценили психологи этапы каждой операции. В сумме получается: каждая операция управления требует от 2,4 до 5,3 секунды.

Время на управление — это время простоя для механизмов. Оно растёт по мере углубления сква-

жины — люди устают. И вывод — производительность труда можно поднять, не ускоряя операции, которые делают машины, а ускоряя операции управления, осуществляемые буровиками.

В 1969 году на испытательном полигоне под Ленинградом произошел необычный случай. Авторитетная приемочная комиссия попросила отойти подальше давних хозяев полигона — руководителя лаборатории Котлярова и его сотрудников. Начинались приемочные испытания буровой установки «Ленинградец», и комиссия хотела посмотреть, как будет работать на ней вахта из двух человек. Авторы «Ленинградца» должны были отойти в сторонку, чтобы комиссия убедилась: буровики могут работать без подсказки научных сотрудников.

Приемочные испытания «Ленинградца», предназначенного для бурения неглубоких нефтеразведочных скважин — до 200 метров, — прошли успешно. Первая автоматизированная установка бурения на нефть и газ подтвердила свою жизнеспособность, правильность выбранного пути. На ней были «обкатаны» основополагающие идеи, которые позже воплотились в более мощной установке «Уралмаш-125А». Она способна бурить скважины глубиной уже до 4000 метров. Освобождение человека от процессов непосредственного управления позволило добиться такой быстроты, точности, качества работы, которые были выше, чем у самой идеальной бригады — идеальной по сработанности и психофизиологическим данным. Более того, комплексная автоматизация открыла новые горизонты: беспредельно увеличивать скорость проведения скважины.

Причем качество работы не зависит ни от времени суток, ни от погоды, ни, главное, от глубины скважины.

Для человека же «эффект глубины» труднопреодолим. С углублением скважины растёт риск аварии и стоимость ее ликвидации. У буровиков возникает состояние «подавленности ответственностью», что ведет либо к нерешительным действиям, либо к чересчур смелым поступкам. И в том и в другом случае вероятность аварии увеличивается. Автоматы снимают с буровика психологические нагрузки, он превращается в оператора, полностью доверяющего приборам на пульте управления.

Буровой автомат блестяще продемонстрировал свои возможности. Он неоспоримо доказал, что буровую бригаду можно сократить вдвое и при этом добиться более высокой производительности каждой буровой установки!

Во время моего пребывания в Речице «Автомат», как говорят о буровой рабочей, переоснащался. Легнее масло в гидродолиндрах меняли на зимнее, кое-что переделывали, меняли. В вагончике управления были настезь распахнуты шкафы с радиоэлектронной начинкой: я увидел «нервную систему» буровой. Посидел за пультом. Это П-образный стол

с несколькими десятками рычажков и кнопок. Чтобы оглядеть его, надо покрутиться в кресле. Перед пультом на стене — светящиеся символы: вышка, основные механизмы, инструмент. Все, что происходит на вышке и в скважине, отображается на сверкающей мнемосхеме.

Оператор-бурильщик, сидя за пультом, получает информацию от сорока различных датчиков, установленных в ключевых точках. Он осведомлен обо всем происходящем в недрах. Путь в земную глубину — в геокосмос, всегда тающий угрозы, стал для него менее опасным. На буровую пришел XX век...

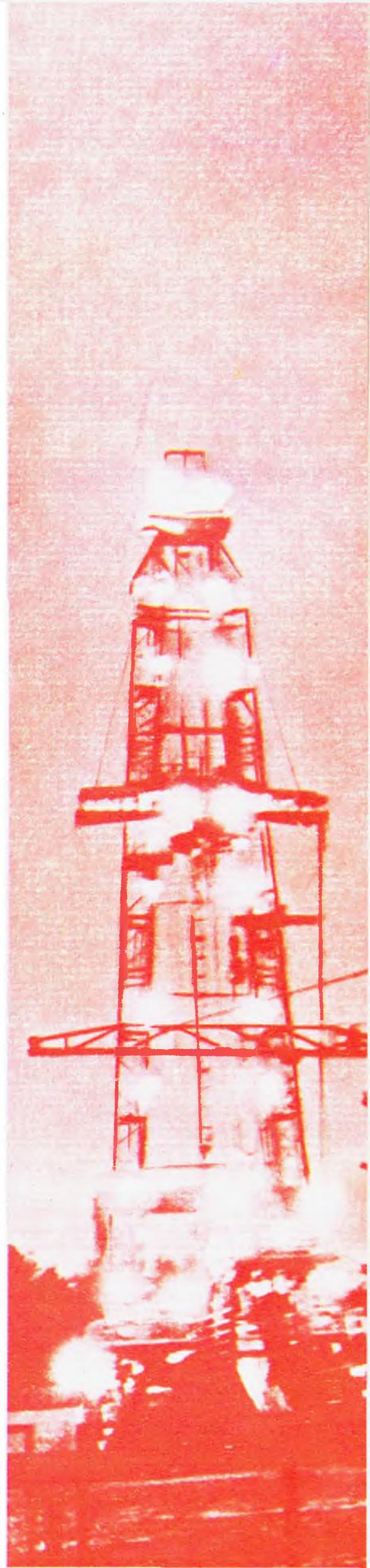
Далось это нелегко. Чтобы нажатием кнопки приводить в движение десятки механизмов, чтобы автоматически поддерживать режим бурения, чтобы следить за параметрами промывочного раствора — одним словом, чтобы позволить бурильщику сесть в кресло, пришлось все усовершенствовать, многое радикально переделать, ряд узлов заново изобрести. «Уралмаш-125А» — рекордсмен по количеству авторских свидетельств на изобретения, их более двадцати. Обычно новая буровая получает одно, два свидетельства.

Теоретик бурового автомата Леонид Григорьевич Шраго рассказал мне о двух докладах, представленных лабораторией на международные математические (!) конгрессы. Вот на каком уровне шла разработка новой установки.

Буровая-автомат несет серьезные преобразования в сложное буровое хозяйство. Судите сами. Трест располагает, предположим, двадцатью буровыми установками. По сути дела, двадцать заводов в чистом поле, разбросанные окрест. Бурильщик — глава вахты — оторван от своих опытных товарищей, инженеров и технологов треста, он предоставлен самому себе. В свою очередь, руководство треста не может контролировать процесс бурения на каждой буровой, не может вовремя подсказать бурильщику правильную тактику. Разве по телефону договоришься о тонкостях?..

С автоматизированной буровой нужная информация может поступать непрерывно по каналам связи — прямо от датчиков. Она проследует в электронно-вычислительную машину, которая с присущей ей тщательностью проанализирует дела на всех буровых треста. Обратное по каналам связи проследуют рекомендации для поддержания оптимальных режимов проходки. Эти рекомендации будут очень точными, поскольку машина в состоянии учесть любое количество факторов, влияющих на бурение. В ее памяти будут храниться данные о каждой установке — о состоянии дел каждой бригады. Такая система может охватывать организации и крупнее треста — возможности ЭВМ в этом смысле очень широки.

...Лавина перемен пройдет следом за внедрением автоматизированной буровой установки «Уралмаш-125А». Обо всех трудно рассказать не только потому, что их много, но и потому, что все последствия автоматизации бурения трудно предвидеть. ●



П. ГРИГОРЬЕВ

ВОСПИТЫВАЯ, ОБУЧАЯ, ПРОСВЕЩАЯ

Шестнадцать маленьких разноцветных книжечек — «летучий дождь брошюр», внешний вид которых хорошо знаком всем, кто любит знания и ищет их, среди прочих источников, в серийных изданиях Всесоюзного общества «Знание».

Эти шестнадцать книжечек дают нам знание о самом обществе «Знание», они выпущены к тридцатилетнему юбилею самого массового в мире союза распространителей культуры*. Брошюра «Помощник партии в воспитании нового человека» рассказывает об этом союзе в целом. Пятнадцать других написаны видными руководителями республиканских организаций общества «Знание» и посвящены прежде всего тем характерным чертам местного опыта, в которых каждая республика добилась наибольшего успеха, которые заслуживают изучения и использования в опыте других организаций Общества.

Лекции в городах, колхозах, на дальних кочевках, народные университеты, устные журналы, хорошо разработанная система наглядной агитации, семинары лекторов, школы-семинары для специалистов, обращенные к людям конкретных профессий, передвижные народные университеты, школы коммунистического труда...

За этими и многими другими формами воспитательной, образовательной и культурно-просветительной работы стоит живая мысль, превращающаяся в живое дело, умный и упорный труд трех миллионов ученых и учителей, врачей и агрономов, юристов и художников, писателей и передовых рабочих. На прочном фундаменте народного стремления к знаниям стоит здание общества «Знание».

Оно обращается в своей деятельности ко всем слоям советского общества.

Когда Краснодарская краевая организация создает школу-се-

минар эффективности и качества для тех, кто работает на поливных землях, она разделяет слушателей на четыре группы.

Занятия отдельно проводятся с руководителями и главными специалистами хозяйств, руководителями и специалистами бригад и отделений, звеньевыми и поливальщиками, бухгалтерами, экономистами и счетными работниками. Точное знание, к кому обращены лекции и семинарские занятия, обеспечивает эффективность и качество обучения.

В народном университете Свердловска прошли переподготовку почти 300 директоров заводов, управляющих трестами и главных инженеров предприятий.

Аудитория общества «Знание» — весь советский народ, от школьников и колхозников до ученых и хозяйственных руководителей. Это так естественно в нашей стране, где стремление к знаниям стало характернейшей чертой. Когда-то в беседе с Г. М. Кржижановским Владимир Ильич Ленин выразил уверенность, что мы сможем в условиях советского строя «взять еще гораздо более решительный темп популяризации завоеваний науки и техники, чем американский». В популяризации науки и техники в нашей стране немалая заслуга общества «Знание». Именно оно с момента своего создания в 1947 году взяло на себя такую популяризацию. Но это — лишь одна, хотя и очень важная сторона его деятельности.

Это ясно видно на примере народного университета, работающего в школе села Лебединка, под городом Фрунзе. Здесь шесть факультетов: «Литература и искусство», «Наука и жизнь», «История и теория кино», «Педагогика семейного воспитания», «Современная педагогика», «Психология будущего воина». На этих факультетах учится 1800 слушателей, к ним приезжают преподаватели вузов, видные писатели, художники, артисты.

«Ничто так не возвышает личность, как активная жизненная позиция, сознательное отношение к общественному долгу, когда единство слова и дела становится повседневной нормой поведения. Выработать такую позицию — задача нравственного воспитания», — говорил товарищ Л. И. Брежнев.

Миллионы пропагандистов общества занимают именно такую позицию, важен и серьезен их вклад в нравственное воспитание. Воспитание коммунистического мировоззрения — неотделимая часть любой культурно-просветительной и образовательной работы общества.

Заслуживает серьезного внимания опыт первичной организации общества и совета народного университета культуры села Икалто Телавского района Грузии. Вот цитата из брошюры Д. В. Гогохии, первого заместителя председателя Правления общества «Знание» Грузинской ССР, «Нравственное воспитание трудящихся»:

«...В противовес старым религиозным праздникам, проходившим нередко в разгар летних сельскохозяйственных работ, здесь ежегодно проводится праздник Шотаоба в честь великого Шота Руставели. Жители села единодушно поддержали инициативу народного университета о проведении этого нового праздника, который стал традиционным праздником труда и урожая. Он проводится в последнее воскресенье октября и начинается у стен древней Икалтойской академии, в которой, по преданию, учился гениальный автор «Витязя в тигровой шкуре»... К нему приурочивают выпуск специальной газеты «Шотаоба». С приглашенными билетами съезжаются многочисленные гости из соседних сел, районов и городов республики...»

Хозяева и гости как бы отчитываются о своих трудовых и творческих достижениях. С ними перекликаются выступления слушателей народного университета, которые делятся своими успехами и планами на будущее. Затем предоставляется слово народным сказителям, мастерам художественного чтения. Их сменяют хор народного университета и другие коллективы художественной самодеятельности, а также мастера искусств из Тбилиси. В заключение собравшиеся смотрят сцены из спектаклей в исполнении актеров Телавского государственного драматического театра. На площади перед академией проводятся турниры по национальным видам спорта, шахматам, шашкам и т. д... На этом Шотаоба не кончается. Он продолжается в каждой семье села Икалто...»

В каждой из брошюр можно найти столь же яркие примеры удачных форм пропаганды знаний и коммунистического быта.

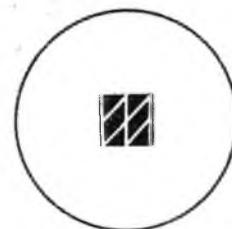
Стоит упомянуть, что в сравнительно небольшой Туркмении, где до сих пор важное место в пропаганде занимает борьба с пережитками, принимающими женщины, только за последние пять лет число женщин — членов общества «Знание» выросло в два раза — с 2900 до 6000. А член Общества — это активист борьбы за коммунистическое мировоззрение.

Украинская организация Общества гордится, в частности, удачной организацией наглядной пропаганды, армянская — тем, какое активное участие в деятельности Общества принимают люди искусства, узбекская — вкладом ученых в пропаганду, молдавская — тем, как широко охвачено ее деятельностью село.

Это только примеры.

Сумма — это не просто слагаемые ее.

Из всего, о чем рассказано в библиотеке, выпущенной к 30-летию Всесоюзного общества «Знание», вырастает перед читателем широкая картина труда коллективного пропагандиста, коллективного просветителя, коллективного помощника партии в борьбе за новое — нашего Общества. ●



ИНФОРМАЦИЯ ИСПЫТАНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

«Скат» исследует шельф

Ученые Института автоматики и процессов управления Дальневосточного научного центра АН СССР сконструировали оригинальный аппарат для подводных исследований «Скат».

Но почему за это дело взялись ученые Института автоматики и процессов управления? Дело в том, что «Скат» — автономный подводный прибор и в нем нет экипажа. Его вес 400 килограммов, а длина 2 метра. Внешне он напоминает две спаренные торпеды, причем в одном корпусе находится двигатель и аккумуляторы, а в другом — научное оборудование. Участок шельфа, подвергающийся обследованию, обозначают гидроакустическими буями, а затем с борта научно-исследовательского судна спускают сам «Скат».

Аппарат тут же ныряет на требуемую глубину и движется заданным курсом, производит необходимые исследования. Акустические же буи нужны для корректировки курса — ведь в обычном корабле, оснащенном соответствующей навигационной аппаратурой, штурман тем не менее аккуратно определяет положение судна в море по звездам, солнцу и маякам.

В конце своего пути «Скат» сам поднимается на поверхность. Что же может делать аппарат под водой? Несмотря на свои скромные размеры, очень многое — измерять физические поля и химический состав воды, вести геосъемку, картографирование, эхо-локацию и фототрафирование.

Использование нового подводного разведчика-автомата помогает при практическом использовании богатств, хранящихся на шельфе: известно, что здесь есть большие запасы железных руд и руд других металлов, а также нефть и газ.

Однако «Скат» недавно пригодился и экологам: они его использовали на озере Байкал для определения степени загрязненности воды сточными водами. ●

Ч. КУДАБА,
доктор географических наук

ЧЕЛОВЕК
ОХРАНЯЕТ ПРИРОДУ

ДОБРОЕ СОСЕДСТВО РОЩ И ПОЛЕЙ

Нашему литовскому собрату, научно-популярному журналу, органу общества «Знание» Литовской ССР «Мокслас ир гивянимас» («Наука и жизнь») в этом месяце исполняется 20 лет. Мы поздравляем редакцию и читателей этого интересного и нужного журнала и желаем им всяческих успехов в деле постижения основ современной науки. Публикуемый ниже материал подготовлен для нас редакцией журнала «Мокслас ир гивянимас».

Привычный ландшафт Литвы — поля, перемежаемые островами рощиц, лесочков, зарослей кустарника. Его сделали таким и природа, и традиция. Влажный климат позволяет зеленой поросли разрастаться на любом незанятом клочке земли, а традиционное хозяйство на земле — хуторами — оставляет такие клочки природе.

Такой ландшафт дорог живущим в этих местах людям, красив и, кроме того, очень живуч. Острова естественной природы способны восстанавливаться, если в них как-то нарушается равновесие, и долго сохранять его, обороняя себя и окружающие поля. Поле с обрамляющими его рощами или болотцами оказывается единой стойкой экосистемой, способной к самоорганизации.

Человек как сила, преобразующая природу, может сравниться разве что с самой природой. А ныне размах преобразований так огромен, что неминуемо эта сила должна стать разумной. И она становится такой.

Пятилетие 1975—1980 годов — весьма важная веха в судьбе литовского ландшафта. За короткое время произойдут очень большие изменения в сельском хозяйстве республики: оно расширяется, механизмуется, углубляется его специализация. По мере окультуривания земель укрупняется и его единица — хозяйство.

За это же самое время надо упорядочить ландшафт, осмыслить и руководить изменениями в нем. Потом делать это будет слишком дорого, а иногда и слишком поздно. Ведь сельскохозяйственные угодья занимают более половины литовской земли, к тому же они разбросаны равномерно и потому, в сущности, определяют лицо ландшафта в любом уголке республики.

Охрана природы, отмечал товарищ Л. И. Брежнев в Отчетном докладе на XXV съезде КПСС, — «это проблема, которая стоит не только перед промышленностью. Ведь труд земледельца и животновода — это по существу использование природы, окружающей нас естественной среды для удовлетворения нужд человека».

Впредь с каждым годом возделываемая часть ландшафта будет подвергаться все более активному механизированному и химизированному воздействию. Вот почему слова «охрана природы» понимаются нами сейчас несколько иначе, чем прежде.

Сегодняшний ландшафт Литвы нельзя благоустроить по единому шаблону. Сначала надо понять, в каких отношениях находятся основные его составляющие. Как это ни трудно, надо научиться прогнозировать эти отношения и управлять ими. Только тогда наше хозяйствование станет научным.

Из всего сказанного следует основная концепция, исходя из которой мы преобразуем и охраняем ландшафт: это, в первую очередь, научно обоснованное ведение сель-



скохозяйственного производства. Иной подход просто немыслим. И дело не только в том, что аграрное производство, если оставить его без присмотра эколога, переделывает ландшафт по единой униформе. Оно затрагивает саму «физиологию» природного комплекса, а так как его прагматическая цель одна — продуктивность, то равновесие среды нарушается.

В чем же состоит «присмотр» эколога? Наука эта стала популярной в наше время; в чем же ее обязанности по отношению к ландшафту?

Ошибки и неудачи при переустройстве комплексов, уже «проверенных» перед тем природой на выносливость, чаще всего потому и случаются, что не учитывается эта природная проверка. Новшества проектируются словно на пустом месте. А место ведь было занято устоявшейся равновесной системой.

Эколог и должен помочь хозяйственникам

так «вписать» их проект в среду, чтобы не нарушилось ее равновесие.

Каждый кусок земли имеет определенный рельеф, покрыт какой-то почвой, по нему текут реки, во впадинах образовались озера, по низинам — болота, на нем растут леса или кусты деревьев... и так далее. Это устоявшийся комплекс, и в нем есть главные и не главные элементы. Скажем, можно безболезненно вместо трех озер образовать одно искусственное водохранилище, и ущерба вокруг не будет, а вот перед тем, как вырубить маленький лесок в верховьях речки, питающей озера, стоит подумать, потому что наши действия в данном случае не конструктивны.

Исходя из понимания того, что «можно», а чего «нельзя», эколог и примется за реконструкцию ландшафта, не ослабляя при этом позиций производственной программы. На реконструированных таким образом землях не останется сплошных природных комплексов,

«Знание»
силы»,
Ктебрь,
1977

55

но и «сплошных» агропосадок на них не возникнет. Экосистема станет «смешанной», но сохранит свойства природной — саморегулируемость и способность самоизлечиваться, восстанавливать себя при частных нарушениях равновесия. И такая способность к самолечению будет тем более активной, чем более жизнестойкими окажутся сохраненные в ландшафте естественные биоценозы. Именно их выносливость определит экологическое здоровье всей реконструированной экосистемы.

Конкретно это значит, что, окультуривая земли республики, следует сохранять на них острова естественных насаждений, натуральные болотца и тому подобные, как называют их экологи, «биотопы». А сажая новые рощи, помнить, что посадки будут тем жизнеспособнее, чем более разнообразными растениями их засадят. Монокультурные леса, хоть такие насаждения и проще и дешевле, долго будут оставаться «пустыми», в них слишком медленно станет накапливаться обязательное во всяком биоценозе «население». И потому они не сделаются активными элементами общей системы ландшафта.

К сожалению, уже испытано на практике, что если пренебрегать экологическими рекомендациями, то на вновь созданных участках в избытке начинают плодиться члены биоценоза, вовсе нежелательные, — вредители. У некоторых из «вредительских» видов вечный ландшафт повышает жизненную энергию, так как в таком ландшафте они лишены естественных врагов: птицы и грызуны, которые питались насекомыми-вредителями, исчезли. О химических же средствах защиты от вредителей полей и огородов уже широко известно, что это пресловутая «палка о двух концах»: устойчивость некоторых насекомых к ядам возросла в сотни раз, а кроме того, эти яды биосфера хранит в себе, и иногда они попадают вовсе не по назначению.

По решению правительства Литовской ССР в республике сейчас создается государственная служба, которая будет предотвращать загрязнение почв ядохимикатами, а исследователи работают над биологическими методами защиты полей от вредителей.

Читателю, не знающему, каков пейзаж Литвы, судьба отдельных деревьев в ландшафте может показаться не очень уж важной темой, не стоящей обсуждения. Однако, судя хотя бы лишь по тому, что за последнее десятилетие в нашей республике исписано немало бумаги в поисках «правды о дереве», видно, что тема эта не надуманная.

Аграрный ландшафт Литвы богат зелеными насаждениями — каждое четвертое дерево растет здесь на сельскохозяйственных участках. При преобразовании их в насаждениям отнеслись с вниманием. Был установлен порядок отбора и сохранения зеленых насаждений на культурных площадях. Порядок этот в целом выдерживался. Но все же, несмотря на твердые правила, немало ценных и очень нужных для ландшафта насаждений, даже там, где они никому не мешали, было вырублено. Случались и противоположные отклонения — посреди полей оставались малоценные кусты, тополя и даже ивы. Довелось видеть и одинокие ели с распаханной вокруг них почвой. Через год-другой такое дерево все равно засыхало.

Количество деревьев и кустов среди полей зависит от рельефа. Если на равнинах нашей республики их можно сохранить лишь на пяти — семи процентах площади хозяйства, то на холмистых полях почти всегда насаждений вдвое больше. В этом нетрудно убедиться, побывав в хозяйствах, расположенных на возвышенностях Аукштайтии и Жемайтии.

Теперь расширяется пашни, укрупнение хозяйств, применение новой мощной техники вновь возрождает тему одиноких отшельников наших полей. Заступить за них труд-

но. Одинокое дерево, оставленное посреди широкого обрабатываемого поля, экологической функции, как правило, не несет. Его единственная роль — охрана неповторимости этого края. Но так ли мало важна эта роль?..

К сожалению, все меньше становится не только деревьев-«одиночек». Ландшафтозащитные, противозерозионные и водоохранные насаждения тоже редуют.

В судьбу деревьев и зеленых насаждений в негосударственных лесах ясность внесут Основы лесного законодательства СССР, проект которых сейчас обсуждается. В этом документе подчеркнута, что колхозные леса и насаждения относятся к первой — самой неприкосновенной — группе, так как они играют важную роль в здоровье ландшафта.

В планах десятой пятилетки предусмотрено: «добиться дальнейшего повышения культуры земледелия. Обеспечить сохранение и рациональное использование земельных ресурсов, в первую очередь пашни, осуществить мероприятия по защите почвы от водной и ветровой эрозии». Этим важным задачам в последнее время в нашей республике уделяется очень много внимания. Например, в 1976 году сессия Верховного Совета Литовской ССР широко обсуждала проблемы, связанные с улучшением использования и охраны земли, новые задачи, вытекающие из решений XXV съезда КПСС.

Почему так неожиданно возникла необходимость бережного отношения к земле? Растут города, поселки, расширяется сеть дорог. Для всего этого требуется «место под солнцем». Так, Вейжайское экспериментальное хозяйство (Клайпедский район) внезапно потеряло 83 гектара пахотной земли очень высокого качества. Она отошла под строящееся межреспубликанское Жемайтийское шоссе. Растущий город Утена почти ежегодно «потребляет» по сотне гектаров земли; и не он один. Земля нужна для учебных заведений и спортивных сооружений, межхозяйственных аэродромов, в рекреационных целях, под леса, пруды. Возьмем хотя бы те же пруды. Кажется, немного им надо места, но, радуясь, что в республике появилось двести сорок новых водоемов, не стоит забывать, что ими занято около тридцати тысяч гектаров земли. Вот почему принимаются все меры к тому, чтобы пахотные земли и пастбища впредь не сокращались. Это возможно лишь при высоких темпах окультуривания и рекультивации.

Рекультивация — это «возвращение» к исконной роли временно использованных в каких-либо целях земель — торфяников, карьеров, придорожных участков. Польза от этого разносторонняя. Главная цель — поддержать емкость ландшафта.

Требования по рекультивации в постановлении сессии Верховного Совета Литовской ССР особенно строги. Предусмотрено, что временный пользователь земель за свой счет должен в течение двух-трех лет по окончании пользования провести рекультивацию.

Резервы здесь большие. Ждут «возрождения» земли на выработанных торфяниках, карьерах, откуда добыты строительные материалы, старых дорогах. Когда же иссякнут окультуриваемые площади, только рациональное, планомерное распределение и использование всех земель, совершенное размещение сельского хозяйства поможет изыскать новые «резервы» земли.

Особенной заботы требует плодородный слой почвы. Бережно обрабатываются с верхним слоем земли наши строители дорог. Между тем мелиораторы к почвенному слою до сих пор почему-то относятся небрежно, дренажное часто ведется прямо в убыток. А ведь рекультивация нужна не только для расширения сельхозугодий, но и для улучшения имеющихся земель. Так, Постановление Совета Министров СССР от 2 июня 1976 года

предусматривает даже перевозку слоя почвы с дорог и других строек на сельхозугодья за счет строительных организаций.

Наука помогает сохранять жизнеспособный ландшафт, но он продолжает изменяться, все более отличаясь от естественного. Между тем для той же науки и еще для многих целей требуются эталоны естественных ландшафтов.

Самый лучший способ сохранить ландшафтный эталон — заповедник. Его территория неприкосновенна и к тому же «опаивается» так называемой буферной зоной, чтобы не влияло окружение.

В нашей республике есть два заповедника, а в будущем должно быть шесть. Создано и 170 заказников, где охранные меры соблюдаются без прекращения на них хозяйственной деятельности. Большинство заказников нашей республики — целевые, они предназначены для охраны растительного, животного мира. Имеются и чистые эталоны — ландшафтные заказники и ландшафтно-исторические. Высказываются предложения преобразовать эти заказники в национальные парки. Видимо, отчасти так и будет.

Назначение национальных парков более многообразно. Здесь сохраняют естественные природные комплексы, но позволяют их осматривать. Для этого нужно организовать функциональные зоны, места пребывания туристов. Стационарный, длительный отдых, чем, к сожалению, в нашем первом национальном парке по привычке еще увлекаются, противопоставлен такому комплексу. Лучший кандидат для превращения в национальный парк — коса Куршю-Нерия. Этот уникальный комплекс и сейчас заботливо охраняют.

Проектируя эталоны ландшафта, очень важно не опоздать.

Эталонная резервация — непереносимое средство охраны ландшафта. Уже говорилось, как это важно для экологии. Естественные массивы лесов — величайшая ценность в деле сохранения водных ресурсов, лекарственных и редких растений, полезных насекомых, других видов и групп животного мира. Притом это не местная потребность. Международные организации по охране среды проектируют заповедники биосферы, цель которых — уберечь естественный генофонд Земли.

Ну и нельзя забывать об отдыхе: труд, деятельность, жизнь многих и многих людей проходят в городе. Им нужна природа, но вовсе не обязательно заповедная. Для отдыха нужны определенные удобства, ландшафт здесь должен быть приспособлен к ним и даже несколько урбанизирован, иначе он долго не прослужит. Поэтому надо создавать специальные рекреационные эталоны. Такие эталоны создаются издавна. К ним относятся, кстати, парки бывших имений и населенных пунктов. Однако потребности нынешних отдыхающих по существу иные. Поэтому для них в республике выделяются обширные «зеленые зоны» возле городов и крупных поселков, продвинулась вперед работа по созданию проектов урбанизации мест отдыха.

* * *

Итак, охрана ландшафта — это рациональное, экологически обоснованное использование его ресурсов, умелое хозяйствование. Нет у ландшафта двух программ: использования и сохранения. Диалог между земледельцем с «правдой хлеба» и «охранником природы» — с «правдой природы» должен замолкнуть. Существует один ландшафт и одна — его использования, благоустройства и охраны — правда. В Отчетном докладе ЦК КПСС XXV съезду партии указывается, на необходимость «...рассматривать сельское хозяйство как огромный, постоянно действующий механизм охраны, культивирования живых природных богатств».

«В проект Конституции включено... положение о роли коллективов трудящихся. Это отвечает принципиальной линии нашей партии, тому значению, которое она придает развитию демократических начал в управлении производством».

Из доклада товарища Л. И. Брежнева на майском (1977) Пленуме ЦК КПСС.

За последние шестьдесят лет изменился не только облик наших городов и деревень, нашего производства и нашего дома — изменились мы сами и наше сознание. Идеалы, провозглашенные великой революцией, во многом стали нормой повседневной жизни, неотделимой частью мироощущения миллионов советских людей.

Условия, в которых сегодня трудятся советские коллективы, совершенно иные, чем были несколько десятилетий назад. Неизмеримо возросло их значение в самых разных областях нашей жизни. Как гласит статья 16 проекта новой Конституции СССР, «Коллективы трудящихся, общественные организации участвуют в управлении предприятиями и объединениями, в решении вопросов организации труда и быта, использования средств, предназначенных для развития производства, а также на социально-культурные нужды и материальное поощрение».

Каков же рабочий коллектив сегодня? Что думают рабочие о себе, о своем труде, о своем коллективе? Что характерно для массового сознания рабочих семидесятых годов?

На этот вопрос попытались дать ответ ленинградские социологи, кандидаты философских наук А. Н. Алексеев, Г. Г. Карпов, А. В. Тихонов. Некоторые результаты конкретного социологического исследования, проведенного на одном из заводов Ленинграда, они изложили в сборнике «Роль трудовых коллективов в коммунистическом воспитании трудящихся» (Ленинград, 1975 год). С 1970 года это исследование проводила кафедра педагогики и психологии Высшей профсоюзной школы культуры при активной поддержке администрации, партийной и профсоюзной организации завода. Само это исследование — тоже характерная примета нашего времени: производственная и общественная деятельность не могут ныне успешно развиваться без научного знания, научной основы.

В ПУТИ

И. МИНАЕВА

К социально-психологическому портрету рабочего коллектива (по материалам одного конкретного социологического исследования)

Журналисты часто рассказывают о лучших рабочих коллективах. Лучшие сегодня воплощают в себе черты, которые завтра будут характерны для большинства, и распространение их опыта тому способствует. Социологи для своих исследований лучших не выбирают — их задача в другом: научными методами найти характерные социальные черты рабочего коллектива сегодняшнего дня, научными же методами установить главные тенденции его развития, изучить этот процесс во всей его сложности и противоречивости.

Завод, на который пришли ленинградские социологи, был не из передовых. Его систематически «лихорадило» к концу квартала, и только этой ценой, ценой штурмовщины, он все-таки выполнял план. Здесь нарушалась дисциплина труда. Работа общественных организаций предприятия вызвала серьезные и заслуженные нарекания.

Эта конкретная ситуация на конкретном заводе, конечно же, наложила свой отпечаток на сознание его рабочих, на их отношение к труду, к производству, к общественной жизни. Но главные черты рабочего коллектива и его сознания формируются не микро-, а макроклиматом, всем строем нашей жизни. Исследование подтвердило это с полной очевидностью.

Ядро коллектива, как везде, составляли высококвалифицированные рабочие. Это люди среднего и старшего возраста, большей частью (на 66 процентов) ленинградцы: к ним социологи причисляли как тех, кто здесь родился, так и тех, кто прожил в городе более пятнадцати лет. Среди совсем молодых рабочих (18—22 года) «мигрантов» гораздо больше: почти две трети из них живут в Ленинграде меньше пяти лет, а уроженец города — только каждый пятый. Так что довольно скоро именно они будут определять облик коллектива, составлять его ядро. Если же учесть, что уровень образования у них в среднем выше, чем у рабочих — коренных ленинградцев, то они же, по выражению социологов, обеспечивают

«рост культурно-образовательного потенциала рабочего коллектива». (Данные, приводимые социологами, относятся только к опрошенным, десяти процентам рабочих завода, но выборка была составлена таким образом, что эти данные вполне могут характеризовать коллектив в целом.)

В начале семидесятых годов, когда начиналось исследование, почти половина рабочих окончили семь — девять классов средней школы; 27,4 процента имели полное среднее образование; 4,6 процента — среднее специальное или незаконченное высшее. Сейчас, спустя семь лет, на этом же заводе среднее, среднее специальное и незаконченное высшее образование имеет половина рабочих, а в промышленности страны в целом рабочих с таким образованием еще больше — шестьдесят шесть процентов.

Современное машиностроение (исследование проходило на машиностроительном заводе) требует довольно высокой квалификации: у половины рабочих — четвертый разряд и выше.

Каждый десятый на заводе — коммунист или кандидат в члены партии; 14 процентов — комсомольцы.

Две трети опрошенных — люди семейные; жены (мужья) почти половины из них — служащие, причем половина из этих служащих занята работой, требующей среднего специального или высшего образования: наглядный пример того, как интенсивно «перемешиваются» разные социальные слои нашего общества.

Такова чисто внешняя характеристика рабочего коллектива, изученного социологами, но и она говорит о многом. На ней — отпечаток научно-технической революции, резко повысившей требования к образованию и квалификации рабочих. Отразился в ней и сложный, противоречивый процесс современности — урбанизация, «приводящая» в крупные города бывших крестьян, жителей мелких поселков и маленьких городков. Причем теперь это — приток людей образованных, внутренне готовых к восприятию законов городской и рабочей жизни в гораздо большей степени, чем были готовы к этому полуграмотные крестьяне, вставшие к станкам в период индустриализации. В такой подготовке огромную роль сыграли и школа и кино, и радио, телевидение, и частые поездки в крупные города — замкнутость сельского быта давно разрушена.

Разумеется, нельзя преувеличивать степень такой готовности — урбанизация и сегодня создает весьма специфические проблемы. То же исследование показало, что среди совершенно неудовлетворенных своим трудом (таких оказалось всего 11,6 процента) много молодежи с полным средним образованием и низкой квалификацией; социологи истолковали это как «противоречие между более высокой общеобразовательной подготовкой молодежи и недостатком производственного опыта (более низкие квалификация и заработок, менее интересная работа), преломившееся в сознании как конфликт стимулированных образованием ожиданий и запросов и их реализации».

Исследования, проведенные социологами, показали: образованная молодежь претендует не только на более высокие заработки, но и на интересную работу. Исследователи различали три степени удовлетворенности трудом: вполне удовлетворен, в основном удовлетворен и совершенно не удовлетворен. Меньше всего «вполне удовлетворенных» оказалось среди рабочих, занятых механическим и жестко регламентированным трудом.

Проблема такого труда, неизбежная на нынешнем этапе развития научно-технического прогресса, обсуждалась неоднократно. Это и проблема всестороннего развития личности, которой сложнее найти в таком труде возможности для самосовершенствования, роста, самутверждения. Это и проблема экономическая: на подобные работы находится все меньше желающих, с ними связана и повышенная текучесть кадров. Это и подмеченное не только авторами исследования, но и многими, многими социологами противоречие между все растущим уровнем образования и содержанием труда на таких участках работы. Целый комплекс проблем, еще не решенных, но настоятельно требующих решения.

Советский рабочий всегда связывал главные ценности своей жизни с трудом, именно в нем искал выражения всех своих духовных сил и способностей. И когда его силы и способности выросли, когда их уже хватает на решение задач нового класса, — он хочет работу «по плечу».

По данным исследования, эта проблема в машиностроении все-таки не так остра, как кажется со стороны. 83,6 процента опрошенных заявили, что они сами (или «в общем сами») выбирают скорость и ритм работы, и только около шести процентов из них сказали об этом: «Совершенно не выбираю сам». На вопрос: «На своем рабочем месте вы сами можете решать, в какое время и что делать, или вам дают точные указания и предписания?» «Решаю сам» и «Чаше решаю сам» ответила половина из них.

Надо признать, что и для самих рабочих (во всяком случае, на этом заводе) проблема малосодержательного труда пока не слишком остра. Сопоставив степень общей удовлетворенности трудом с оценками, которые давали рабочие разным сторонам своей производственной жизни, социологи получили вот такие результаты: теснее всего степень удовлетворенности трудом связана со степенью удовлетворенности его оплатой; дальше (по убыванию связи) идут: возможность повышения квалификации и перспектива роста; организа-

ция труда, рациональное использование рабочего времени; отношения с администрацией; состояние оборудования; содержание труда.

«Содержание труда» в чистом, так сказать, виде заняло последнее место в этом списке; однако стремление повысить квалификацию, по всей вероятности, связано с желанием не только повысить заработок, но и сменить работу на более содержательную. Труд высокой квалификации, помимо всего прочего, определяет и статус рабочего человека в коллективе, дает ему уважение товарищей. Этот пункт списка — самый «комплексный», и определить, что именно играет главную роль в стремлении повысить квалификацию, очень трудно.

Само содержание труда, как показали многочисленные исследования, становится для рабочего тем важнее, чем выше его образование. А поскольку уровень образования рабочих стремительно растет, растет и их требовательность к содержанию труда. Эта тенденция сомнений не вызывает. Важно знать, когда, при каких условиях такая потребность появляется, осознается и становится действительно острой.

Именно содержательный труд формирует в рабочем человеке его лучшие качества. Чем сложнее труд, тем, как правило, выше творческая активность. Социологические исследования на разных предприятиях страны показали, например, что среди станочников-операционников, занятых однообразной механической работой, изобретателей и рационализаторов не больше двух с половиной процентов, а среди наладчиков — людей одной из самых высококвалифицированных рабочих профессий — от девятнадцати до пятидесяти процентов. Исследование, проведенное ленинградскими социологами, обнаружило еще одну интересную закономерность: среди рабочих, занятых сложными операциями, оказалось максимальное число ярко выраженных коллективистов.

Процессы, происходящие в производстве и в сознании связанных с производством людей, необратимы. Образование и сам содержательный труд создают рабочего нового типа, для которого потребность в содержательном труде становится естественной.

3.

Совершенствование экономического механизма общества обязательно влечет за собой и совершенствование социальных отношений, социально-психологической атмосферы. И наоборот, любой экономический просчет в системе оплаты труда неизбежно имеет свои социальные и социально-психологические последствия. Все это можно проследить на материале исследования.

Сейчас уже многими осознана необходимость поставить оплату труда в непосредственную зависимость от его конечных результатов — «выхода» и качества готовой продукции. Эксперименты, построенные на этом принципе, широко известны и полностью себя оправдали: бригадный подряд в строительстве, безнарядные звенья в сельском хозяйстве, система оплаты на львовских предприятиях. Но пока это только эксперименты; ленинградский завод, о котором идет речь, был к ним непричастен, и социологи имели дело с «производственным сознанием» рабочих, сформированным в условиях более или менее традиционной экономики.

«От кого и от чего зависит ваш заработок?» — спросили они у рабочих — и привели одиннадцать факторов, так или иначе влияющих на размеры заработка, попросив расположить их по силе влияния. На первое место практически все поставили свой труд («От того, как я сам работаю») — главный экономический принцип социализма прочно вошел в их сознание. А меньше всего, по мнению рабочих, их зарплата зависит от того, как завод выполнил план: этот фактор они поставили на последнее, одиннадцатое место. Это может быть очень серьезным аргументом в пользу оплаты по конечным результатам труда, которая создала бы экономическую основу для полного слияния кровных интересов рабочих с интересами предприятия в целом.

На заводе сложилось три формы организации труда: индивидуально (вне бригады), в бригаде по индивидуальным нарядам и в бригаде по общему наряду. С экономической точки зрения последняя форма организации наиболее прогрессивна. Именно она оказалась наиболее благоприятна и с социально-психологической точки зрения. В бригадах, работающих по общему наряду, больше всего полностью удовлетворенных своим трудом; значительно реже возникает желание сменить специальность. Рабочие этих бригад гораздо выше, чем остальные, оценивают свою возможность влиять на решение разнообразных производственных и внепроизводственных вопросов. Оценки тех, кто работает в бригаде по индивидуальным нарядам, ближе к оценкам работающих индивидуально, так что тут важна не сама по себе принадлежность к бригаде, а экономическая основа объединения рабочих — тип наряда. Рабочие бригад с общим нарядом выше оценивают и развитие общественной жизни на заводе, к которой причастны больше, чем остальные. Наконец, именно среди них оказалось больше всего ярко выраженных коллективистов, не отделяющих свои дела и заботы от дел и забот товарищей по труду. Кстати, исследование, проведенное на «Уралмаше», подтвердило, что труд в бригаде по общему наряду благоприятствует развитию таких качеств, как товарищество и добросовестность в работе.

Таковы социальные последствия некоторых экономических нововведений.

В жизни рабочих есть, оказывается, «загадочное пятилетие», которое все время обнаруживало себя в исследовании.

Молодому рабочему, впервые прошедшему через заводскую проходную, конечно, нужно время, чтобы войти в коллектив, приобрести квалификацию, приобщиться к заводским традициям, осознать заводские проблемы как свои собственные — короче, как говорят социальные психологи, ему нужно время на «адаптацию». Поэтому совершенно естественно, что на вопрос социологов, как они относятся к коллективу, они чаще, чем рабочие со стажем, отвечали неопределенно: «Не знаю, что и сказать, ведь меня в коллектив никто по-настоящему не вовлекал» (разумеется, это также свидетельствует и о недостаточном внимании к ним на заводе; на многих предприятиях страны, где хорошо поставлена комсомольская работа, действуют советы молодых рабочих, хорошо налажена система наставничества, таких ответов почти не услышишь). Можно понять и то, почему удовлетворенность трудом молодых рабочих близка к «среднестатистическим» величинам в исследовании: хотя уровень их квалификации и, соответственно, заработок еще относительно низки, они смело надеются на будущее.

Пять лет, кажется, вполне достаточный срок для адаптации. И действительно, к пяти годам стажа (к двадцати трем годам жизни, к пяти годам, прожитым в Ленинграде) положение заметно меняется. Самое интересное — как оно меняется: по данным исследования, на этом рубеже начинается пятилетний (в среднем, конечно) период «реадаптации».

Резко падает число «вполне удовлетворенных» своим трудом. Падает удовлетворенность работой общественных организаций завода. Неопределенная установка на коллектив (именно так социологи квалифицировали ответы молодых рабочих) вытесняется в основном тем, что ученые определили как умеренный, а не сильный коллективизм («Равняться на коллектив важно, но у меня свои дела и заботы»).

Потом, после десяти лет стажа и 27 лет жизни, удовлетворенность трудом начинает расти и достигает максимума у сорока-сорокадвятилетних рабочих. Умеренная установка на коллектив часто сменяется сильной. Наступает адаптация человека к работе и к коллективу — если он остается на заводе.

Что же происходит с людьми в «роковые» пять лет? Социологи не берутся объяснить это, они отмечают только: «Здесь налицо некоторое общее изменение, пронизывающее все стороны и компоненты сознания».

О причинах такого изменения можно только гадать. Может быть, пять лет — тот срок, после которого человек начинает подводить предварительные итоги началу своей трудовой жизни, сопоставляя первые надежды с первыми результатами, и итоги этого сопоставления не всегда его устраивают? Может быть, сам он считает, что пяти лет вполне достаточно для того, чтобы всему научиться и занять наконец достойное место в коллективе или в жизни вообще, — а на самом деле пяти лет оказывается маловато, чтобы «все превзойти»? Ответ могут дать только специальные исследования.

Очевидно, специфические условия завода, не слишком благоприятные для удовлетворения глубокой потребности человека в самовыражении и самоутверждении, обострили этот непонятный пока психологический феномен. На множестве предприятий страны социологи исследовали удовлетворенность рабочих трудом, но «критическое пятилетие» обнаружено впервые. Было бы очень интересно (и важно) сопоставить данные этих исследований и разобраться в природе такого феномена.

5.

Тот факт, что сознание советского человека формируется прежде всего под влиянием общей атмосферы в стране, всей структуры общественных отношений в целом, всей идеологии социалистического общества, очень ярко проявился в отношении рабочих завода к участию в управлении производством и внепроизводственными делами коллектива.

Если мы говорим о том, что складывается новый тип рабочего — человека квалифицированного, ответственного и творческого, мы не отделяем этих его качеств от еще одного: хозяйского отношения к производству, которое естественно предполагает участие в управлении им и всей жизнью коллектива. В других условиях, в другой атмосфере новый тип сложиться не может.

Социологи попросили рабочих выбрать один из вариантов ответа на вопрос об участии в управлении производством: «Управление цехом или предприятием — обязанность администрации. Рабочие не должны вмешиваться в это дело, у них свой круг обязанностей»; «Участие рабочих в управлении предприятием может помочь предприятию, но возлагать на это больших надежд не следует»; «Неверно думать, что управление — дело только администрации: чем активнее рабочие будут участвовать в управлении производством, тем лучше». Более двух третей рабочих предпочли последний вариант.

Эта установка на участие в управлении предприятием оказалась независимой от возраста, образования, квалификации, времени жизни в Ленинграде. Какова бы ни была биография каждого из них, на каком бы ее этапе ни был в этот момент рабочий, он твердо знал, что должен быть подлинным хозяином производства, он и его товарищи.

Такое «сознание причастности» и потребность в ней характерны

для рабочего человека, выросшего в наших условиях. «Волевой» стиль управления, несколько десятилетий назад столь распространенный, давал рядовому работнику некоторые психологические преимущества: снимал с него ответственность. Этого «преимущества» современный рабочий не хочет. На восемнадцати промышленных предприятиях социологи предложили рабочим высказаться в пользу одного из стилей руководства: директивный, товарищеский (наиболее благоприятный для практического участия рабочих в управлении) и попустительский. 68 процентов опрошенных высказались за товарищеский стиль управления, 22,7 процента — за директивный, 8,7 процента — за попустительский. Причем товарищеский стиль был особенно популярен среди рабочих высокой квалификации, а директивный — среди низкоквалифицированных рабочих с невысоким уровнем общего образования.

Чем выше квалификация, тем выше потребность участвовать в управлении — эта тенденция проявилась и в ленинградском исследовании. Сама установка на такое участие, как мы говорили, не зависела от квалификации (как и от других «параметров»). Но с ростом квалификации и стажа возрастала требовательность к практическому осуществлению установки. И потому свое влияние на решение самых разнообразных вопросов заводской жизни кадровые рабочие оценивают ниже, чем молодежь. Эти оценки принципиальны, — например, возможность влиять на распределение жилья была оценена крайне низко как «очередниками», так и теми, кто уже получил жилье от завода.

Особенно велик разрыв между оценками молодых рабочих с первым-вторым разрядом и оценками кадровых рабочих с пятым-шестым разрядом своего влияния на назначение непосредственных руководителей, отношение руководителей к своим обязанностям, поощрение передовых рабочих, распределение «выгодных» и «невыгодных» работ, очередность отпусков, распределение премиальных. Очевидно, эти заводские проблемы, как и сама проблема участия рабочих в управлении производством, особенно актуальны и важны для ядра высококвалифицированных рабочих.

Повторяю, на множестве предприятий страны рабочие активно участвуют в решении всех этих вопросов. Поэтому обстановка, сложившаяся на этом заводе, и не могла показаться рабочим нормальной.

Коллективизм — характернейшая черта сознания рабочих, сформировавшегося за шестьдесят лет советской власти.

Индивидуалистов, заявивших социологам: «Не вижу смысла равняться на коллектив; человек и вне коллектива неплох», оказалось среди опрошенных так мало (два с половиной процента), что их пришлось исключить из дальнейшего анализа — слишком мало для каких бы то ни было выводов. Неопределенная установка на коллектив («Не знаю, что и сказать, ведь меня в коллектив по-настоящему никто не вовлекал»), как мы уже говорили, характерна лишь для небольшой части молодых рабочих — 14 процентов из числа опрошенных.

Подавляющее большинство из них (62,3 процента) считают коллективизм, необходимость равняться на коллектив, помогать товарищам, жить их заботами чем-то само собой разумеющимся. Причем, если исключить «переломное пятилетие», ни возраст, ни стаж работы, ни квалификация, ни образование заметно не влияют на степень коллективизма. Только два обстоятельства усиливают это чувство: содержательный, сложный труд и коллективная форма работы в бригаде по общему наряду.

По многочисленным исследованиям складывается впечатление, что коллективизм — та основа, та почва, на которой вырастают лучшие качества рабочего человека; по отношению ко многим другим качествам это свойство, так сказать, первично. Именно стремление быть в коллективе, быть в гуще дел и событий предприятия часто побуждает людей заниматься общественной деятельностью — уже потом они «входят во вкус» и начинают видеть дальние цели.

Сегодня на традиционном механизированном (еще не комплексно механизированном) производстве квалифицированных рабочих от 33 до 68, техников — от 4 до 8 и 1—2 процента инженеров с высшим образованием. Как предполагают социологи, полностью автоматизированному предприятию неквалифицированных рабочих совсем не потребуется, квалифицированные составят 40 процентов всех работающих, 20—60 процентов — техники, 20—40 процентов — специалисты с высшим образованием.

Наш завод только в начале этого пути, который пройдет вся промышленность страны. Но уже сейчас можно судить о том, какие перемены принесет в рабочий коллектив научно-техническая революция, идущая бок о бок с социальным прогрессом.

Высокая квалификация, невозможная ныне без высокого уровня общего образования и общей культуры, содержательный труд, стимулирующий творчество, — таковы характерные черты рабочего коллектива недалекого будущего. Как показывает исследование, все это повлечет за собой высокую требовательность к своей работе и к управлению, сделает участие в управлении не просто желательным, но обязательной нормой повседневной жизни каждого рабочего, будет развивать и укреплять коллективизм.

Эти черты формируются на наших глазах. Путь в будущее начался шестьдесят лет назад; путь в будущее продолжается!

УЧЕНЫЕ
ОБСУЖДАЮТ

КОНФЕРЕНЦИЯ В МГУ

В Большой биологической аудитории МГУ не было свободных мест: со всех концов страны приехали в Москву этологи, работающие в различных научно-исследовательских, учебных институтах, заповедниках, на опытных станциях. Маститые ученые с мировыми именами и совсем молодые исследователи собрались, чтобы обсудить проблемы своей науки. Четыре дня шла конференция, и каждый из них был насыщен до предела: работало по несколько секций, на заседаниях которых можно было услышать иногда по десятку докладов подряд. Наш корреспондент Л. Стишковская попросила поделиться своими впечатлениями одного из организаторов конференции, известного исследователя поведения животных, кандидата биологических наук
ЕВГЕНИЯ НИКОЛАЕВИЧА ПАНОВА.

* * *

— Со времени проведения первой конференции прошло всего пять лет, а контраст разительный. За столь короткий срок заметно выросло число специалистов, изучающих поведение животных. Судя по докладам, четче определились и направления исследований. Евгений Николаевич, не могли бы вы объяснить, в чем причина такого усиленного интереса биологов к проблемам поведения животных?

— Проще всего сказать, что молодые биологи и зоологи охотно посвящают себя этологии потому, что наука эта интересна и еще во многом неизвестна человеку. Нас на каждом шагу поджидает разного рода загадка. Они, в свою очередь, складываются в глобальную задачу, без решения которой мы не поймем самой специфики живого.

Еще недавно казалось, что мир, подобно университету, разделен на факультеты: физический, химический, биологический. Сегодня физики, биологи, психологи и инженеры объединяют свои усилия в конструировании удивительных приборов, обладающих памятью (или чем-то похожим на память) и способных решать достаточно сложные логические и лингвистические задачи. «Мозг» этих думающих машин пока громоздок и несовершенен. Как же сделать его более компактным и «интеллектуальным»?

Попытки кибернетиков понять, каким образом работает весьма эффективный в действии мозг человека, естественны. Однако они не всегда отдают себе отчет в том, что человеческий мозг чересчур сложен, и что он едва ли может рассматриваться как наиболее удачный объект для изучения и моделирования нейрофизиологических процессов. В природе существуют гораздо более просто устроенные «приборы», которые, несмотря на свою конструктивную простоту, могут «работать» поразительно эффективно. В мозгу человека насчитывается около 10 миллиардов нейронов, число же нейронов в центральной нервной системе насекомых по крайней мере на четыре порядка меньше. А если учесть, что современные методы исследования позволяют параллельно регистрировать активность целого ансамбля нейронов насекомого, сопоставляя эти данные с одновременными изменениями в его поведении, то становится ясной одна из точек приложения наших насущнейших интересов. Здесь несомненно колоссальные перспективы, но их можно будет провести в жизнь лишь после того, как кибернетики вступят в органически осознанный союз с исследователями поведения животных.

— Еще совсем недавно наука о поведении животных представляла собой сравнительно узкую и изолированную область знаний, и работы ученых-этологов было трудно связать с повседневной хозяйственной практикой. Насколько теперь тесен контакт науки с жизнью?

— Человечество с незапамятных времен волнует проблема управления поведением животных, особенно домашних. Как порой нередко бывает, неожиданно выяснилось, что знание закономерностей, казавшихся достаточно специальными и отвлеченными, может принести огромную пользу людям. Что это за закономерности?

Вы, наверное, обратили внимание, как много докладов было посвящено описанию и анализу социальных взаимоотношений у животных. Во всех этих докладах важна одна общая мысль. Суть ее в том, что у каждого вида животных в процессе эволюции выработались свои собственные, уникальные способы регулирования отношения

«Знание — сила»
Октябрь,
1977

между особями. В результате, скажем, белые медведи или тигры большую часть жизни проводят, по возможности избегая всяческих контактов с себе подобными, а морские котики и летучие мыши склонны к образованию группировок и скоплений.

Но почему та или иная популяция имеет именно эту структуру, а не какую-либо другую? Одно из объяснений — в процессе эволюции на формирование структуры важное воздействие оказывают особенности ландшафта, климата, характера распределения пищи... Так, исследования социальных систем африканских птиц из семейства ткачиковых показали, что лесные виды их моногамны, каждая пара имеет свою территорию. Виды же, обитающие в саванне, наоборот, полигамны, живут огромными колониями. Причина такого различия: в лесу семена и насекомые, которыми питаются ткачиковые, распределены по большой территории, а в саванне они сконцентрированы в массивах и на их поиск не надо тратить много времени, следовательно, отпадает надобность и в территориальной системе.

Популяция, как известно, способна поддерживать свою численность на определенном уровне. Происходит это за счет механизмов, действие которых основано на принципе отрицательной обратной связи. Они автоматически препятствуют перенаселению и переэксплуатации ресурсов, необходимых для существования последующих поколений. В процессе эволюции у каждого из них прямая борьба за непосредственные материальные ресурсы была заменена конкуренцией за «символические обозначения» этих ресурсов. Вместо острой борьбы — смятенная конкуренция «по соглашению». Скажем, у многих видов птиц и млекопитающих оспаривается друг у друга не пища как таковая, а некий участок пространства — «территория», — содержащий заведомо избыточное количество пищи. В итоге пригодная для существования местность делится лишь между частью претендентов, а остальные остаются ни с чем, они вынуждены вести бродячий образ жизни — либо в одиночку, либо примыкая к группам таких же «неудачников». К этим животным относятся «краевые» самцы на токах у тетеревов, дупелей и турухтанов, члены холостяцких стад у антилоп, молодые самцы, располагающиеся на периферии лежбищ тюленей. У всех у них нет возможности размножаться. Больше того, без собственного участка жизненные перспективы их становятся весьма неутешительными, и они обречены на вымирание. Подобные ограничения и обеспечивают автоматическое поддержание плотности популяции на некотором стабильном, умеренном уровне.

Конкуренция «за символы», «по соглашению», основана на определенных правилах. К ним, в частности, относятся и особые формы поведения, позволяющие животному оценить уровень плотности в популяции своего вида и в зависимости от этого строить свою дальнейшую жизнь. Так, перелетные птицы, возвращающиеся с зимовки, оценивают перспективы для устройства гнезда в каком-либо районе по мощности хора поющих самцов «своего» вида.

Многие виды чаек гнездятся тесными колониями, которые отделены друг от друга «пустыми» участками берега. Но каким образом сами чайки устанавливают, что колония достигла предельной величины? Некоторые исследователи полагают: чайки способны оценить частоту встреч с себе подобными в единицу времени. Если часть птиц уже заняла территории в колонии, то все вновь прибывающие чайки, ориентируясь на плотность стаи, либо присоединяются к колонии, либо нет.

Если же вдруг по каким-нибудь причинам будут нарушены характерный для вида способ социальной организации и плотность популяции, последствия могут быть губительными. У диких уток, например, обостряются территориальные конфликты, и одни из них оставляют свои кладки, а другие вообще не приступают к размножению. Хорошо известны и такие эксперименты: в уже сложившуюся группу

мышей подсаживали незнакомого самца или нескольких зверьков сразу. Результат был всегда одинаков — у самок прерывалась беременность.

— Но каким образом можно использовать все эти закономерности для управления поведением домашних животных? Как связать их, скажем, с животноводческой практикой?

— Очень просто. Представьте себе современное животноводческое хозяйство — настоящее индустриальное предприятие по производству мяса, молока или яиц. В таком хозяйстве тысячи животных живут изо дня в день в скученности. Между тем многие (если не все) породы сельскохозяйственных животных биологически еще не так далеко ушли от своих диких предков, чтобы мириться со столь ненормальными условиями существования. Взять хотя бы домашнюю корову. Ее непосредственный предок тур был одомашнен всего лишь около четырех тысяч лет тому назад. За это время биологические особенности животного, его психика и поведение не могли коренным образом измениться. Но дикие быки — туры — жили сравнительно небольшими стадами, включавшими по несколько самок с детенышами, к которым в период размножения присоединялся самец. Став владельцем гарема, он держал на почтительном расстоянии других, более молодых и менее сильных самцов. Можно ли обнаружить что-либо подобное на подобный тип групповой организации в современном индустриальном стаде? Еще разительнее контраст между способом существования диких джунглевых кур, живущих и теперь в Южной Азии небольшими гаремами из 3—8 птиц, и птицефабрикой, насчитывающей тысячи несушек.

Возникает вопрос, как наиболее рационально использовать сельскохозяйственных животных, чтобы получить максимальный выход продуктов. Вот здесь на помощь животноводам и приходят знания, полученные при изучении поведения самых разнообразных диких животных — ящериц, мышей, носорогов, зебр и тигров.

Чехословацкие животноводы подсчитали, что ежедневный прирост веса у поросят можно повысить на 18,5 процента, не меняя поголовья стада и сократив расход корма на 11 процентов. Для этого нужно лишь содержать свиней не по 40 голов в одном загоне, а по 10.

Еще пример. В первые дни после перемещения коровы в другую группу число конфликтов сразу возрастает на 60—80 процентов. Нарушение эмоционального равновесия моментально сказывается на величине удоя, который снижается порой почти на 47 процентов.

Эмоциональный стресс, вызванный недостатком пространства, может влиять на величину удоя коров и в других ситуациях. Если фронт кормушек недостаточно растянут, животные вынуждены стоять вплотную друг к другу, отказываясь от инстинктивно присущих им индивидуальных дистанций. В результате до 50 процентов всех конфликтов в стаде приходится на время кормления. И те коровы, которые едят из кормушек, и те, которые ожидают своей очереди, опасаясь приблизиться к соперницам, находятся в состоянии эмоционального стресса, что в конечном итоге приводит к снижению удоев.

— Одной из центральных проблем, широко обсуждавшейся на конференции, была проблема формирования поведения. В своем докладе, посвященном так называемому опосредованному обучению, доктор биологических наук Борис Петрович Мантейфель рассказал об интересных экспериментах, показывающих, каким образом животные постигают разные жизненные «премудрости». Но учеба начинается еще в детстве, буквально с первых дней, и одним из важных моментов в формировании поведения является импринг. Эта форма обучения, по утверждению специалистов, оказалась сложной для изучения. Как же сейчас ученые трактуют импринг?

Что обсуждалось на конференции

1. Уже давно стало аксиомой: **поведение — результат возможностей нервной системы**. Но каковы они конкретно? С этой точки зрения вызвала интерес работа В. А. Бастакова и Ю. Б. Мантейфеля (Институт эволюционной морфологии и экологии животных имени Северцова, Москва), которые изучили зависимость поведения прудовой лягушки от зрительной информации, поступающей в ее мозг. Эксперименты показали, что после перерезки зрительного нерва волокна его, способные к регенерации, восстанавливают связи с основным зрительным центром не одновременно. В разное время проявляется и определенное поведение. В начале лягушки воспринимают крупные неподвижные предметы, позже они уже стараются избежать опасности, и лишь через 90 дней они смогли заняться охотой.

Все это позволило исследователям сделать предположение, что у бесхвостых амфибий существует не одна, а несколько зрительных систем, различающихся по характеру выделяемой информации. Возможно, счи-

тают ученые, аналогичным образом обстоит дело и у других низших позвоночных.

Н. И. Дмитриева (Институт физиологии имени И. П. Павлова, Ленинград) проследила закономерности развития центральной нервной системы животных — от миног, большая часть мозга которых приходится на средний и продолговатый, а мозжечок представляет собой всего-навсего тончайшую пластинку, до млекопитающих. Собранный материал показал, что у зрелорождающихся животных относительный размер мозга велик, у остальных же масса его начинает расти в основном после рождения, в первые дни мозжечок у них крайне мал, зато размеры среднего и продолговатого мозга больше, чем у взрослых.

Собрав все эти сведения, Н. И. Дмитриева выделила в поведении животных несколько периодов. У собак, например, их оказалось четыре. Для каждого периода, естественно, характерен определенный темп роста массы мозга и зрелость отдельных его структур. Так, у того же щенка в первый период ско-

рость роста головного мозга больше, чем тела.

2. Звери ведут себя определенным образом благодаря «знаниям», полученным по наследству и приобретенным в течение своей жизни. Они-то и составляют «программу стереотипа», а благополучие животных, особенно в изменившейся экологической ситуации, зависит в конечном счете от количественного соотношения и скорости перекомбинации этих составляющих, то есть важна **степень пластичности поведения**. А. П. Крапивный (Харьковский пединститут) рассказал о своем способе ее оценки.

Исследовав, каким образом ловят добычу разные животные, он обнаружил большую «разброс» стереотипов, не зависящий прямо от сложности организации мозга животного. Лисы и белые аисты, как оказалось, добывают свой корм чаще «с помощью» приобретенных, условно-рефлекторных форм поведения. А это значит, что стереотип у них довольно лабильный. У черных же аистов и цапель, наоборот, успех в ловле добычи за-

— Импринтинг, или запечатление, впервые был обнаружен еще в XVI веке, позже его описал немецкий зоолог Оскар Хейнрот, наблюдавший за поведением инкубаторных гусят и однажды увидевший, что они, вместо того чтобы пойти за гусыней, последовали за ним самим. Спустя несколько лет аналогичное явление наблюдал и Конрад Лоренц, он же в тридцатые годы теоретически обосновал это явление.

Способностью запечатлеть в самом раннем возрасте образ первого попавшегося на глаза движущегося предмета и стремлением подчиняться ему и подражать обладают не только птицы, но и млекопитающие — детеныши антилоп, верблюдов, лосей, тюленей. Реакция следования описана даже у некоторых рыб.

В последние годы для изучения этого феномена были проведены сотни самых разных исследований. Однако современные представления об импринтинге до сих пор далеки от совершенства.

Лоренц, как известно, противопоставлял импринтинг другим формам обучения, однако с ним согласны не все, а недавно канадский ученый Кеннет Озмон решил доказать свое «несогласие» экспериментально. Он вызывал у перепелят электрошок, и в результате оказалось, что уже сложившийся у птенцов импринтинг был разрушен. Но точно таким же образом можно разрушить и классические ассоциативные связи. На основании этого Озмон сделал вывод, что запечатление не отличается от других форм обучения.

Интересна и точка зрения исследователя из Мичиганского университета Д. Раджеки. Он считает, что со времени возникновения понятия импринтинга, этологическое его толкование пополнилось несколькими другими.

Суть условно-рефлекторной концепции заключается в том, что когда детеныш видит хорошо знакомый объект, у него исчезает ощущение дискомфорта, возникающее всякий раз в новой ситуации. Объект привлекает детеныша именно потому, что служит как бы связующим звеном между прежней, знакомой ситуацией и новой, непривычной. Так и вырабатывается запечатление.

Информационная концепция, выдвинутая кибернетиками, объясняет импринтинг стремлением животного регулировать «дозы» новизны («информационного содержания») важных для него стимулов и приводить их в соответствие с потребностями воспринимающих систем — зрения, слуха и других.

Одна из новейших, разработанная на базе нейрофизиологии, нейронная гипотеза предполагает, что в процессе импринтинга устанавливается некое соответствие между формирующимися нейронными ансамблями и поступающей к ним информацией. Взвесив все «за» и «против» каждой концепции, Раджеки считает, что для дальнейших исследований наиболее перспективна нейронная концепция.

Так что хотя современные исследования проблемы, которую в свое время выдвинули этологи на основании простых наблюдений в поле и логических умозаключений, пока и не решили ее, но, используя теперь для ее разработки новые понятия кибернетики, теории информации и нейрофизиологии, ученые, безусловно, продвинулись далеко вперед.

— В последнее время все больший интерес исследователей вызывают способы общения животных, то, каким образом передаются и принимаются сигналы, какая в них закодирована информация и, конечно, какова их роль в поведении. Этой теме на конференции было посвящено особенно много докладов. Что можно сказать о современном этапе в изучении коммуникации животных?

— Этот этап характеризуется чрезвычайным расширением спектра объектов. Наряду с традиционными каналами связи сейчас все более пристально рассматриваются и другие. Можно назвать, на-

пример, серию работ советского исследователя В. Р. Протасова, который проанализировал значение электрических и магнитных полей в жизни и коммуникации рыб. Большое внимание сейчас уделяется и системам связи у ластоногих, рукокрылых и дельфинов.

Хочется также сказать и о попытках изучения коммуникации методом машинного моделирования. В одной из работ решено было проверить, действительно ли эволюция агрессивного поведения должна приводить к ритуализации агрессии и к постепенному преобразованию кровопролитных драк во взаимные угрозы. Ученые смоделировали на машине более 30 тысяч конфликтов между животными, пользуясь разными типами стратегий. Выяснилось, что ритуализация агрессии в эволюции — вполне допустимый «ход» событий.

Особо о «языке» животных: говоря, что животные общаются друг с другом при помощи некоего «языка», мы на первых порах прибегаем к весьма поверхностной аналогии. Действительно, всем ясно, что «языки» жестов, ярких окрасок, запахов и даже звуковые «языки» насекомых, птиц и млекопитающих — это нечто совсем иное, чем тот язык, который мы сами используем при общении друг с другом. Однако здесь возникает и очень важная теоретическая проблема. Едва мы сказали, что «язык» животных — это не то же самое, что язык человека, сразу возникает вопрос: в каком смысле и в какой степени это различные вещи? И отныне, чтобы понять сущность общения в мире животных и принципы строения и организации их «языков», мы будем вынуждены отталкиваться от изучения более близкой и понятной нам системы связи — от человеческого языка. Здесь, как и в любой другой науке, мы можем понять и объяснить неизвестное и непонятное лишь через сравнение этого непонятного с уже известными нам явлениями. Вот первая причина того, почему с каждым днем все прочнее и интенсивнее становятся связи между этологами, с одной стороны, и лингвистами и семантиками — с другой.

Следующая причина возникновения и укрепления связей между исследователями поведения животных и лингвистами состоит в том, что последние хотят найти истоки человеческого языка в «языках» животных. Но, пытаясь обнаружить эволюционные истоки человеческого языка, ученые прежде всего должны изучить коммуникативные возможности наших ближайших родичей — человекообразных обезьян. В этом отношении огромных успехов добились американские исследователи, которые научили шимпанзе оперировать жестовой азбукой глухонемых или же предметами, символизирующими слова нашего языка. Об их опыте пресса писала много, но хочется еще раз упомянуть о нем. Проведенный эксперимент показал, что шимпанзе может вполне успешно освоить логическую структуру достаточно сложных умозаключений, а также пользоваться основными правилами грамматики и синтаксиса для выражения своего отношения к окружающему миру.

Эти факты в высшей степени любопытны. Но самое поразительное, что шимпанзе обладают огромными языковыми (в нашем, человеческом смысле) потенциалами, которые они никогда не используют в своей «обезьяней жизни». И потенциалы проявляются, лишь когда интеллект исследователя заставляет обезьяну стать интеллектуальным, «человекоподобным» существом, мыслящим и говорящим на языке человека. Это удивительно, но только на первый взгляд. Если вдуматься в происходящее, сразу станет ясно: иначе и быть не может. Действительно, если бы шимпанзе, которые вместе с гориллами являются нашими ближайшими родственниками в мире животных, не обладали этими скрытыми потенциалами, то и само возникновение человеческого языка оказалось бы непонятным нонсенсом. Эволюционное учение неоднократно показывало нам, что ничто не возникает на голом месте, и потому естественно, что наша уникальная система общения и связи — наш великий, могучий и свободный язык тоже должен иметь свои истоки в органическом мире.

висит в основном от наследственных «привычек», стереотип этих птиц консервативнее.

Ученый выбрал для своего «теста» заботу о пропитании не зря: одна из главных «задач» зверей — сохранить в организме постоянным энергетический запас. Формы поведения, определяющие «программу стереотипа», проявляются тем полнее, чем сложнее экологическая ситуация. Если условия жизни благоприятны, эта программа никогда полностью не проявляется. Когда же экологическая ситуация меняется в худшую сторону и энергетический баланс организма нарушается, животное использует все возможности своего стереотипа. Эксперименты, проведенные Крапивиным, показали также интересную связь между рассудочным поведением, иначе говоря сообразительностью, и емкостью программы пищедобывательных действий.

З. В. И. Марков (Институт эволюционной морфологии и экологии животных имени Северцова) установил, что существует общий для всего животного мира набор типо-

вых решений биологических «задач». Им пользуются все группы животных независимо от уровня их психической организации. Набор этот по количеству решений весьма ограничен. Действительно, если мы возьмем, например, отношение животных к запасам питательных веществ, то увидим, что вопрос может стоять только так: не запастись — запастись, запастись в теле или в кладовых, в гнезде или вне гнезда.

Так же обстоит дело с внутривидовой социальной структурой: и здесь, оказывается, возможно лишь три варианта. Сообщества бывают совсем без иерархии, с линейной иерархией (она, скажем, существует у полевых сверчков, когда нижестоящее по рангу насекомое подчиняется вышестоящему) и с нелинейной иерархией. Ограничено у животных и число типов «специализированных» общественных ячеек: есть временные функциональные объединения типа прайдов львов или групп разведчиков у дельфинов, одно-возрастные и однополые стада, касты.

Вывод, сделанный В. И. Марковым, со-

стоит в следующем: совокупность наборов всех возможных решений и образует общее поле типовых решений. Анализ этого поля показал, что каждый вид отбирает из всего фонда некоторую сумму решений, отвечающую его специфическим требованиям и возможностям. При этом высокоразвитые животные имеют больше возможностей, и, естественно, им доступен достаточно широкий набор по сравнению с низкоразвитыми видами. Отбор решений всегда начинается на ранних этапах эволюции, поэтому в группах высокоразвитых животных встречаются нередко решения, свойственные более примитивным формам.

Нет сомнения, что существование поля типовых решений — проявление общих закономерностей развития поведения. Обусловлено оно фильтрующим действием естественного отбора. Это, конечно, не означает, что не могут встречаться варианты решения одной и той же задачи, однако во всех случаях это варианты одного типа решения.

Ловушка для стафилококка

Автор этого очерка* — доктор медицинских наук, старший научный сотрудник Института эпидемиологии и микробиологии имени Гамалеи АМН СССР. Он рассказывает о сложных научных проблемах, о своей работе в лаборатории и на трассе БАМа, о том, как удалось ему сделать еще один шаг в борьбе со стафилококковой инфекцией. И при этом не лишает права голоса вторую половину своего «я»: Д. П. Петров не только ученый, но и поэт, автор нескольких стихотворных сборников.

1.

Мы летим над Байкалом. Цель наша — Северо-Байкальск, главный город Бурятского БАМа, отдаленные участки строительства трассы: Уоян, Янчукан, Муйские Порталы. Задача — испытать в сложных условиях строительства БАМа новый метод диагностики стафилококковой инфекции.

Сейчас я не представляю своей работы без ежедневного выслеживания стафилококков, словно я и родился на свет божий, чтобы обнаружить их, разгадать их нрав и победить. А было время, казалось бы, я и не помышлял о том, что буду заниматься таким обыденным делом.

Что в стафилококках интересного? Открыл их сто лет назад великий Пастер в гное фурункула. Открыл, описал эти шарики, напоминающие виноградины — особенно когда они окрашены в фиолетовый цвет краской генциан-виолет. Но Луи Пастер был занят совершенно другими, важными, безотлагательными делами: борьбой с вирусом бешенства, бактериями сибирской язвы и холерными вибрионами. Что ему было до стафилококков! А между тем стафилококки стали самыми распространенными возбудителями госпитальных инфекций. Конечно, даже гениальный Пастер не мог предвидеть, что эти малонинтересные шарики обладают уникальным набором химических средств защиты и агрессии — ферментов и токсинов. Мне пришлось много повоевать со стафилококковыми инфекциями и в клинике, и в экспериментальных условиях. Этот личный опыт и опыт моих многочисленных коллег — хирургов, терапевтов, акушеров, дерматологов, ларингологов, окулистов и даже невропатологов — позволяет считать золотистого стафилококка способным поражать любые органы и ткани человека и животных, в том числе наших кормильцев — коров, овец и свиней. В ветеринарии стафилококки известны столь же широко, как в медицине. Попав в кровяное русло, они выбрасывают во внешнюю среду фермент плазмокоагулазу. Кровь свертывается. Микробы, окруженные капсулой, образованной из фибрина, оказываются в пространстве, недоступном для фагоцитов.

Проходит несколько часов. Многочисленное потомство готово к захвату новых территорий. Еще один из ферментов — фибринолизин — растворяет ненужную теперь фибриновую батисферу, и микробное воинство устремляется на приступ органов и тканей. Если процесс развивается преимущественно в коже и подкожной клетчатке (фурункулы, карбункулы, флегмоны и т. п.), золотистые стафилококки используют в первую очередь такой фермент как гиалуронидаза, чтобы растворить межклеточное вещество и расползтись вширь и вглубь. Стафилококки очень быстро проникают через кровоток к внутренним органам — почкам, печени, легким.

Помню, как в один из предсентябрьских дней в больницу имени Филатова привезли девочку. Ее доставили на санавиацию из черноморского города. Девочка погибала от заражения крови. Все началось с гнойничка на коже правой лодыжки. Гнойничок превратился в незаживающую гноящуюся рану, процесс проникал все глубже и глубже. Начался периостит — воспаление надкостницы, потом остеомиелит — гнойное расплавление костно-мозговой ткани, а потом и заражение крови. Чтобы спасти девочку, пришлось долгие месяцы сражаться с коварными хищниками.

В марте прошлого года в Саратове работала Всесоюзная конференция, посвященная стафилококковым инфекциям. Выступали микробиологи, хирурги, акушеры, терапевты и каждый рассказывал о новых происках золотистых стафилококков. Всего этого не мог знать Пастер. Но спасибо ему за то, что он привлек наше внимание к Рыжему Дьяволу, золотистому стафилококку, впервые разглядев его.

2.

Еще со второго курса медицинского института я прилепился к микробиологии, а к изучению стафилококков приобщился лишь еще через семь лет, когда, отслужив армейским врачом, вернулся в Ленинград и поступил в аспирантуру при НИИ туберкулеза. Мое начальство, умнейший человек и талантливый бактериолог, Вера Ивановна Кудрявцева, дала мне в выборе темы полную свободу, полагая, что, кроме стихов, я буду заниматься и коховской бациллой — возбудителем туберкулеза. И вот, изучая свои бациллы, я как-то раз особенно внимательно вчитался в пастернаковские строчки, где поэт поставил в один ряд страшные картины болезней, вызываемых бациллами столбняка, вирусом

бешенства и стафилококками. До сих пор не понимаю, как могла ему прийти в голову в то время мысль свести все это воедино! Вот эти строки:

*О еще! Раздастся ль только хохот
Перламутром. Иматрой бацилл.
Мокрым гулом, тьмой стафилококков,
И блеснут при молниях резцы.*

«Иматрой бацилл». Иматра — водопад, о котором мне рассказывала бывшая сестра милосердия Надежда Ивановна, работавшая когда-то с основоположником русской бактериологии Николаем Яковлевичем Чистовичем. Водопад стафилококков, который обрушился сейчас, в эру антибиотиков, на больных, — вот что увиделось мне в стихах Пастернака. Я прочитал эту строфу Надежде Ивановне — старенькой моей соседке по ленинградской коммунальной квартире. И представьте себе, тотчас она рассказала мне удивительную историю, положившую начало моей стафилококковой тропе.

В самом конце прошлого века Николай Яковлевич Чистович, будущий преемник великого терапевта Боткина, вернулся из заграничной командировки, от Коха и Пастера, и принял за настойчиво исследовать при помощи бактериологических методов всех больных инфекционными заболеваниями. В его клинику положили старого полкового музыканта с диагнозом «легочная чахотка». Через несколько дней больной умер оттого, что каверна — громадная гнойная полость, выведенная в ткани легких туберкулезными палочками — микобактериями туберкулеза, открытыми незадолго до этого Робертом Кохом, прорвалась. Под шестым ребром правой половины грудной клетки зияла дыра — свищ от прорвавшегося наружу содержимого каверны. Чистович перенес бактериологической петлей на предметное стекло каплю кавернозного материала. В лаборатории, размещавшейся тут же, при клинике, основанной Сергеем Петровичем Боткиным в Медико-хирургической академии в Петербурге, стоял набор красок и микроскоп. Николай Яковлевич окрасил препарат. Среди синих, изящных, как балерины, коховских бацилл туберкулеза он увидел множество шариков-кокков, окрашенных ярче, чем микобактерии, и расположенных чаще всего в виде виноградных гроздьев. А что если стафилококки и явились окончательной причиной гибели старого музыканта? Может быть, именно они довершают дело, начатое палочками Коха? Ведь эту мысль высказал сам великий Кох. Но увлекшись пагубной идеей лечения чахотки вытяжкой из палочек Коха — туберкулином, забыл о возможности присоединения гнойродных бактерий. Не исключено, что неудачи в лечении туберкулеза и определялись пренебрежением к вторичной инфекции — стафилококкам, которые благополучно размножались и приводили к гибели больных: ведь для этих микробов туберкулин был совершенно безвреден.

Надежда Ивановна только упомянула об увлеченности Николая Яковлевича стафилококками. Пришлось отправиться в Публичную библиотеку и разыскать в старом журнале статью Николая Яковлевича, в которой описана история болезни военного музыканта и роковая роль стафилококков в этой истории. Теперь червь любопытства, научного интереса или попытки найти истину прочно поселился в моем сознании. Я уже не представлял себе туберкулезной темы без участия стафилококков.

Нужно было посоветоваться со специалистом по стафилококковым инфекциям.

* Очерк представляет собой специально переработанные автором главы из книги, которую он готовит для издательства «Детская литература».

Срочно! От этого зависел выбор темы научной работы. Я отложил стихи... Милая Вера Ивановна поняла меня с полуслова. Конечно, нужно проконсультироваться с самым авторитетным «стафилококщиком». Их в начале шестидесятых годов в Союзе было двое — академик АМН СССР профессор Григорий Васильевич Выгодчиков и профессор Георгий Николаевич Чистович. Выгодчиков жил и работал в Москве. А Чистович у нас, в Ленинграде. Он был сыном Николая Яковлевича Чистовича. К кому же, как не Георгию Николаевичу, обращаться с такой, как Вера Ивановна выразилась, «наследственной проблемой», понимая под этим преемственность идей, свойственную семье Чистовичей.

Наконец все формальности улажены. Георгий Николаевич — мой научный консультант по теме «Смешанная туберкулезно-стафилококковая инфекция». Вот так я накрепко пристал к стафилококковой проблеме.

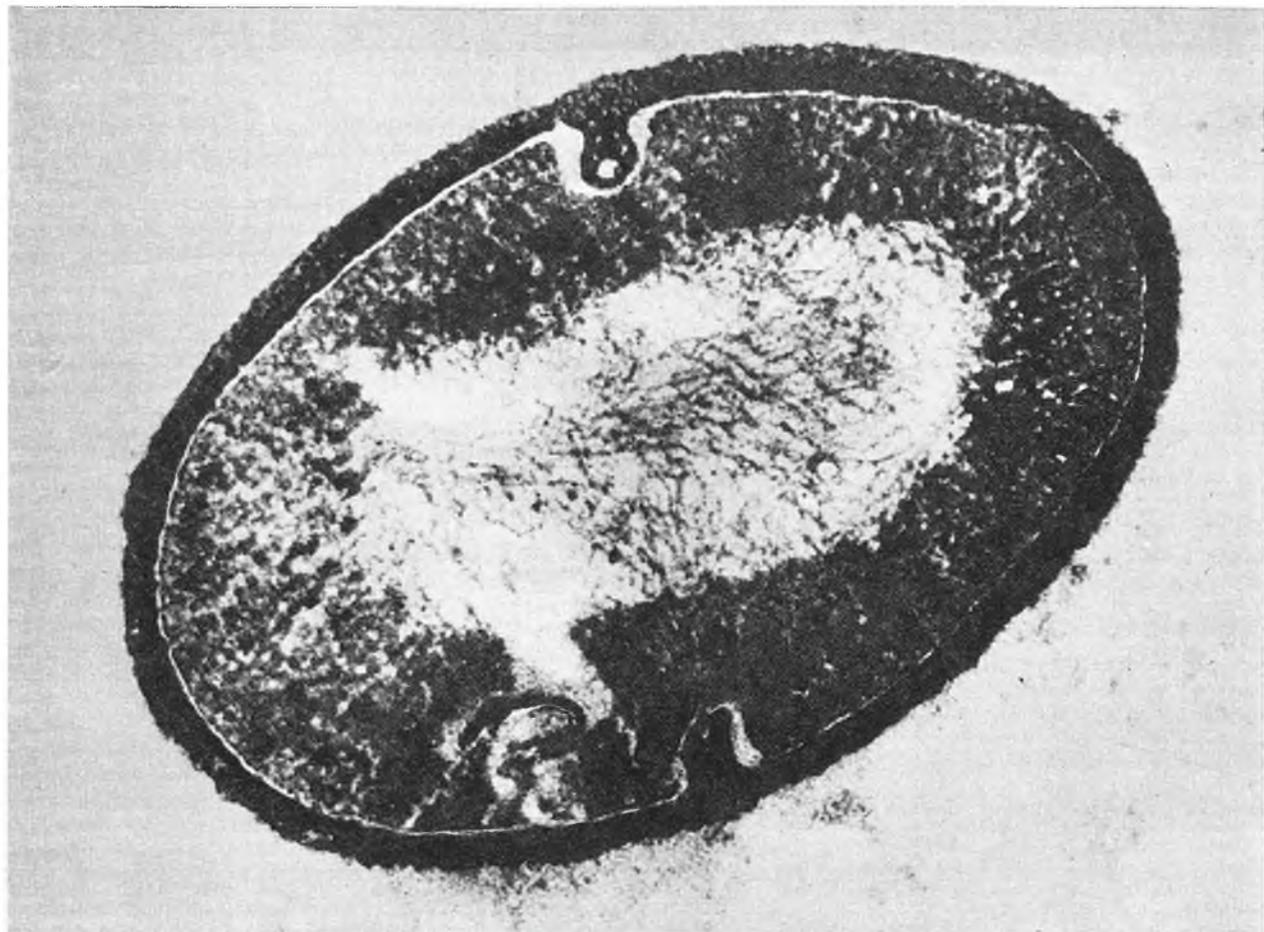
В те годы Георгий Николаевич тщательно изучал открытый им фермент лецитиназу. Фермент этот, выбрасываемый вместе с другими внеклеточными токсинами и ферментами во внешнюю среду, придавал стафилококкам, в особенности наиболее агрессивному среди их видов — золотистому стафилококку *Staphylococcus aureus*, способность побеждать практически всех млекопитающих. Лецитиназа разрушала оболочки клеток крови, потому что в них содержался субстрат, специфический для этого фермента, — лецитин. Лецитин входит в состав яйцеклеток. Поэтому и для процесса воспроизводства стафилококки оказывались весьма губительными. Георгий Николаевич даже сконструировал специальную питательную среду для выделения стафилококков, продуцирующих лецитиназу. В состав среды входил яичный желток, богатый лецитином. Колонии стафилококка — потомки одной микробной клетки, поселившейся на определенном участке плотной питательной среды, были окружены радужным венчиком, напоминающим разлившуюся на асфальте нефть. Спектр радуги — продукты распавшегося лецитина.

Так вот, из моих тогдашних экспериментов по совместному заражению белых мышей туберкулезными палочками и золотистыми стафилококками следовало, что тяжелее всего болеют мыши, которым вводят стафилококки, активно продуцирующие лецитиназу. Я все это рассказал Георгию Николаевичу. Представил цифровые отчеты и фотографии, на которых были показаны мои мышки до заражения, мышки, зараженные обоими микробами порознь, и наконец несчастные создания, погибавшие от тяжелой смешанной туберкулезно-стафилококковой инфекции. В органах этих обреченных кишели и бациллы Коха, и гроздечки Пастера. Вот где идеи великих соперников нашли согласованность. В легких, распадающихся от туберкулезных серых очажков, зрели желтые стафилококковые абсцессы, а в почках, окруженных гроздьями гнойников, обнаруживались серовато-белые творожистые туберкулезные очаги.

— Так и у больных, — сказал Чистович. — Вот она, картина смешанной инфекции, отягощенная высоким уровнем лецитиназы. Никакого иммунитета. Нет защитных клеток крови.

— Подобная картина была описана в статье Николая Яковлевича, — добавил я.

— Тогда никто не знал — ни отец, ни Кох, ни Пастер — о лецитиназе. Но мы близки к истине. Нужно получить чистый фермент. Затем обработать его формалином. Вот и готов химически чистый монокристалл анатоксины!



Чистович начал быстро-быстро писать, высчитывать, планировать для меня предстоящие эксперименты. Как хорошо мне тогда бы за них и взяться! Но после окончания аспирантуры я переехал в Москву, и работа в Филатовской больнице, а потом в Институте имени Гамалеи вынудила меня заниматься другими сторонами стафилококковой проблемы. Мы, правда, переписывались с Георгием Николаевичем, я приезжал к нему в Ленинград, но только сейчас, когда его уже нет, я по-новому переоцениваю его идеи, статьи и книги...

3.

Когда мой сын Максим узнал, что я лечу в Бурятию, на трассу БАМа, он составил список всего, что я должен буду ему привезти. В списке значился степной зверек — суслик. В Улан-Удэ я узнал, что суслики — по-местному джумбуры — в окрестностях пока еще водятся. Оставалось придумать метод их ловли. От меня не требовалось, чтобы метод стал массовым, экономически выгодным и высокоэффективным. Всего одна джумбура.

Опять та же проблема, что при выделении стафилококков: нужно разработать метод простой, доступный для любого медицинского работника, от врача до медсестры, а вовсе не только для бактериологов, и главное — метод надежный. Это значит, что если золотистый стафилококк обитает в организме больного (как суслик-джумбура в своей норе), он должен быть выделен в чистой культуре. Примесь других микробов в пробе может исказить картину, направить лечащего врача на неверный путь. Все эти задачи были четко сформулированы еще в Москве, а затем подтверждены на совещании в Министерстве здравоохранения Бурятии. Совещание закончилось в пятницу к вечеру, суббота ушла на приготовление к перелету в Нижнеангарск, а уже в воскресенье я отправился на ловлю суслика. Собственно говоря, я назвал этот поход «экскурсией в буддийский мона-

стырь» — дацан, находившийся километрах в десяти от Улан-Удэ, хотя в душе точно знал, что дацан послужит лишь ориентиром, маяком во время охоты.

Автобус вывез меня в степь. Я осматривался. Над головой кружили степные птицы. Вдруг одна из них камнем упала на зеленый холмик, торчавший метрах в двадцати от меня, а потом взметнулась к небу. В сплетении когтей подергивалось пушистое тельце маленького суслика. Из нутра холмика вылез зверек. Он вытянулся «во фронт», как солдатик на посту, и, глядя вслед ликующей хищнице, засвистел, защелкал, запричитал. Верно, это была самка суслика, у которой умыкнули детеныша. Джумбура повернула ко мне свою печальную мордочку, шелкнула еще разок и скрылась в лазе норы.

Как же мне поймать ее? Как мне придумать новый метод выделения стафилококков? Ведь в конце концов не ради суслика я шагаю который километр под ошарашивающим степным солнцем. Ты прости меня, сын! Не ради суслика, не из-за туристской страсти и даже не для постижения прекрасного я теперь здесь, в бурятской степи, совсем один среди зверей, птиц, сопок, травы и воды. Мне нужно сосредоточиться.

В пятницу в Министерстве здравоохранения Бурятии собирались врачи республики, ежедневно сражающиеся у постелей больных со стафилококками. Эти микробы стали до того страшны, что во всем мире стали говорить о стафилококковой «чуме» XX века. Действительно, пенициллин — непобедимый прежде «король антибиотиков», который в первых же сражениях наголову разбил полчища пневмококков, вызывавших смертельные воспаления легких, который загнал в глухие пещеры внутренних органов легионы стрептококков, отравлявших кровь и терзавших сердце, пенициллин отступил от их двоюродных братьев — стафилококков, окруженных скафандрами, которыми наделила их природа, выливив их из пенициллиноразрушающего вещества — фермента пенициллиназы.

Электронная микрофотография — «портрет» стафилококка.

Фото доктора медицинских наук Людмилы Николаевны Кап

«Знание — сила» октябрь 1977

Среди миллиардов этих рыжих дьяволов (закон больших чисел!) отыскивались устойчивые мутанты — такие упрямы и храбры, которые не испугались пенициллинового капкана. Они разрушали решетку пенициллина своим химическим оружием.

Так же стафилококки с легкостью научились справляться со многими другими антибиотиками. Особенно страшными оказались послеоперационные осложнения и заболевания матерей и новорожденных в родильных домах. Ситуация стала напоминать дела столетней давности. Поэтому все врачи, которые пришли на это совещание, в один голос сказали, что надо срочно изобрести метод быстро находить этих хищников в организме больного. Ведь только после поимки стафилококка, заразившего данного больного (а их разновидностей — штаммов — множество), можно отыскать нужные комбинации лекарств, соединить вместе разные методы лечения, чтобы враг не смог победить заболевшего.

Метод — вот что могло принести успех. Новый эффективный метод.

...Я приближался к дацану и припоминал выступления на совещании. В моем сознании вновь и вновь прокручивалась «запись» выступления ведущего хирурга Бурятии. И вновь я ясно услышал слова об устойчивости стафилококков к антисептикам — соли и сулеме. По словам хирурга, применение крепкого раствора поваренной соли для орошения ран или повязок только помогает золотистому стафилококку лишиться конкурентов — других бактерий, погибающих в этих условиях, и оказаться единственным хозяином территории, отвоеванной у больного.

...Я оглянулся вокруг. В оскоке громыхали кузнечики, у входа в норы дежурили суслики, на бреющем полете скользили стрекозы невиданных размеров и непередаваемых оттенков. Степные птицы облетали небо, бродили в травах, пили из канала. Все живое было занято своим, необходимым его виду, роду, семейству делом. Как же мне — неловкому, малоопытному охотнику, изолировать, отловить, извлечь, выделить джумбуру из этого биосенеза — царства забайкальской степи, сцементированного тысячелетней взаимосвязанной судьбой?

Нужно сосредоточиться на первой задаче — придумать метод охоты, и з б и р а т е л ь н о й только для суслика! Высокоспецифический метод! Для этого хорошо бы узнать побольше о жизни джумбуры. Я почти ничего не знал о сусликах. Но порядочно выедал за двадцать лет работы из книг и своих наблюдений о жизни стафилококков. Все методы выделения их сводились к внесению «патологического материала» в среду, служащую источником питания для стафилококка. Что такое «патологический материал»? Это кровь, гной, мокрота, пораженные ткани больного, то есть территория, где подозревают присутствие врага. Известные способы выделения стафилококка не исключали одновременного роста и других микробов. А поскольку микробиологи не жалеют для «любимых» ими бактерий ничего и варят для них бульоны и питательные желе (агары) из лучших сортов мяса, получаются условия санаторные. В такой благоприятной обстановке из одинокой бактериальной клетки, размером в одну тысячную микрона, за ночь воспроизводится около миллиарда особей. Вполне понятно, что среди этой вакханалии — палочки, шарики, цепочки, колонии из бактерий и нагромождения живых и множущихся миллиардных шаров — нелегко обнаружить главных виновников заболевания. Возникает путаница диагнозов, скачка антибиотиков, чехарда процедур. Такие методы — поголовного отлова, охоты на всех подряд бактерий — меня не устраивали.

Знали микробиологи и другой, специально для стафилококка придуманный метод. В питательную среду добавляли поваренную соль. Создавали крепчайший рассол-гипертонический раствор поваренной соли. Содержание соли в такой воде раз в десять выше, чем в Черном море. Все посторонние микробы погибают. А стафилококк выживает. Метод избирательный, но не доведенный до пригодности использования в условиях БАМа — полевых условиях. Ведь тампоны с материалом, взятым от больного, сто раз высохнут и микробы погибнут прежде, чем окажутся в животворной питательной среде, которую создать им можно лишь в лабораторных стенах. Необходимо придумать один штрих, модификацию, остроумный прием, чтобы стафилококк оказался в засаде сразу же, как только он посмеет посягнуть на здоровье бамовцев.

Вот так, держа в голове главную свою заботу о новом методе, новом способе отлова стафилококка, я и подошел к ребятам, собравшимся у дацана. Не зря я про себя назвал их индейцами, — как выяснилось, они были наблюдательны и сообразительны, как их американские еобратья. Когда я в разговоре осторожно коснулся темы суслика, самый маленький из них, плотненький хлопчик в потерявшем цвет, форму и пуговицы школьном костюме, решительно спросил:

— Дядя, а дядя! А сколько заплатишь?

Поняв, что разговор принимает вполне деловой характер, я ответил как бы невзначай:

— На мороженое получишь.

— Все получат? — уточнил он.

— Все, — сказал я, пересчитав мальчишек. Их было шестеро.

В этом повествовании я рассказываю о стафилококке, хотя все время получается, что свой рассказ перебиваю посторонними вставками. Но такова истинная история всякого усовершенствования, изобретения, открытия — среди тысячи случайных событий, казалось бы, не связанных друг с другом, а тем более с будущим изобретаемым методом, вдруг находится одно, которое, как ключ от замка, открывает потайную дверь загадки.

...Когда я вернулся к главным воротам, шестерка «индейцев» ждала меня.

— Дядя, бери джумбуру, давай рубель на мороженые, — сказал их вождь и передал мне суслика из рук в руки, приняв из рук в руки серебряный рубль.

Сделка была завершена, и я мог уходить со своим сусликом. Но метод ловли джумбуры оставался тайной.

— Как вы поймали джумбуру? — спросил я вожака.

Мальчик помолчал недолго, потом понял, что, даже открыв мне эту тайну, завещанный им кем-то жившим раньше в этих степях способ ловли джумбуры, они ничего не утратят, поскольку этот смешной русский дядя исчезнет навсегда, покинет край сусликов и сопок, оставив бурятским детям их наследные права охотиться на джумбуру особенным, хитроумным способом. Поэтому он и открыл мне способ, которым они изловили суслика:

— К середине ведерной ручки привязали веревку. Ведро до половины наполнили водой. Положили его внаклонку около сусличьей норы. У края норы и дальше до самой воды накрошили хлеба. Стали ждать. Джумбура высунулась. Стала хлеб есть. Понемногу приближалась к ведру. Потом внутрь заглянула. Только к хлебу потянулась, они как дернут за веревку. Ведро на донышко встало, суслик бухнулся в воду. Они его и словили.

Я наскоро попрощался с ребятами и почти бегом устремился в обратный путь, потому что, кажется, наконец-то достроил в уме конструкцию будущего метода охоты на стафилококков.

Решение оказалось предельно простым. Все прежние методы отлова стафилококков состояли из трех этапов: отбор патологического материала тампоном (или в специальных стерильных сосудах), пересылка его в бактериологическую лабораторию (этот этап нередко растягивался на продолжительное время, и бактерии погибали, находясь вне питательной среды) и, наконец, пересев с тампонов (или из сосудов) на питательные среды.

Я предложу метод, позволяющий у постели больного или у его рабочего места (при обследованиях в полевых условиях) — тоннеле, тайге, в амбулатории или здравпункте — производить посев гноя или материала, в котором предполагается присутствие стафилококков, прямо в солевой агар. Я выброшу из традиционной схемы целое звено. Но не просто. Сократится время исследования, сохранятся живые стафилококки, резко уменьшится число врачебных ошибок!

Бактериологи заблаговременно наготовят множество маленьких пробирок с этой средой, избирательной для стафилококка, и снабдят ею всех врачей, фельдшеров, медсестер, работающих в самых глухих участках трассы БАМ. Останется только отобрать шприцем немного крови, гноя, мокроты — всего, что подозревается как место обитания стафилококка, и, погрузив иглу в столбик солевого агара, заразить питательную среду. Затем ловушки с пойманными микробами могут доставляться на любом транспорте в лабораторию.

Забегая вперед, расскажу только об одном случае. В октябрьский день в мой Институт имени Гамален прилетел из нового бамовского города Северо-Байкальска врач-ларинголог Борис Дугаров. Он привез сорок пробирочек с солевой средой, которые я оставил ему минувшим летом. Доктор хотел во что бы то ни стало избавить строителей от неприятных заболеваний, вызванных микробами: всяческих воспалений — тонзиллитов, отитов, гайморитов. Он сам брал материал от больных и сам производил посевы — ловил стафилококка. Я поставил эти пробирочки в термостат — ящик с температурой до 37°. Через сутки можно было увидеть, как почти во всех столбиках агара, разлитого в пробирки, появился ярко-оранжевый фарфоровый налет — рост золотистого стафилококка. Мы его изолировали и определили, какими лекарствами лучше лечить больных.

Но в тот день, когда я вез суслика, выловленного столь хитроумно, что я даже придумал похожий метод охоты на стафилококков, я не знал еще, что мой метод окажется таким удачным. Я только спешил поскорее в номер гостиницы «Баргузин», чтобы скорее прикинуть с карандашом в руке все «за» и «против» нового способа охоты на Рыжего Дьявола...

* *

*

А что стало с сусликом после того, как я принес его в номер? Об этом не напишешь научной статьи — вот я и написал стихи. Кончались они, помнится, так:

Сын,
я понял — живым его
не довести.

В глазах суслика было одно:
Отпусти!
Я его отпустил.
Ты прости.

ЕСЛИ НЕ ПРИНЯТЬ РЕШИТЕЛЬНЫХ МЕР...

На пляже валяются бутылки, банки, коробки и прочий мусор, выброшенный прибоем, а также рыба, из которой в Марселе делают знаменитый буйабес — рыбный суп с чесноком и пряностями. Вскоре на побережье Средиземного моря не останется ни одного места, где можно было бы похвалиться чистотой.

Винючник — человек, и только он. Жители побережья самого большого на нашей планете континентального моря, длина берегов которого составляет 3800 километров, бросают в него все отходы. Это признали представители всех восемнадцати прибрежных стран, собравшиеся недавно в Барселоне. Вывод был единодушен — если не принять решительных мер, то вскоре Средиземное море станет вторым мертвым морем. Достаточно одного примера: единственный канализационный коллектор Марселя, которому недавно исполнилось сто лет, выводит все нечистоты в море. Находится он недалеко от знаменитого пляжа Прадо, излюбленного места отдыха марсельцев. Вскоре, правда, вступит в строй еще один коллектор, но и он понесет в море сточные воды из развивающейся промышленной области Ювон. Уже сейчас в полукилометре от устья коллектора вода в море пожелтела от нечистот, морская растительность исчезла, а планктон погибает.

К концу этого столетия в городах на побережье Средиземного моря будет проживать 200 миллионов человек, не считая, естественно, временных жителей — туристов. Сейчас здесь

140 тысяч промышленных предприятий, и число их увеличивается, причем не только на европейском побережье, но и на азиатском, и на африканском. Продукцию этих предприятий необходимо вывозить, а предприятиям, в свою очередь, доставлять нефть с Ближнего Востока. Однако едва ли третья часть средиземноморских портов оснащена оборудованием для очистки резервуаров танкеров. В то же время в море есть две зоны, где эти операции разрешено проводить вполне официально, в результате чего в морские воды ежегодно попадает около 500 тысяч тонн нефти. Способствуют загрязнению и реки. Рона, например, ежегодно выносит в море, помимо других вредных веществ, около двухсот килограммов весьма ядовитой ртути, попадающей в воду из стоков промышленных предприятий.

Ученые подсчитали, что вода Средиземного моря обновляется каждые 80 лет. Этот показатель лучше, чем у Черного и Каспийского морей, но скорость загрязнения в настоящее время такова, что через 15 лет в море исчезнет вообще вся жизнь.

Борьба с загрязнением моря обходится недешево и при этом наталкивается на различные препятствия. Так, например, три года назад корсиканские рыбаки подали в суд города Ливорно жалобу на один из заводов итальянского химического концерна «Монтэдисон», спускающего в море недалеко от берегов Корсики ядовитые отходы, содержащие двуокись титана. Суд, правда, вынес решение в пользу рыбаков, но концерн оттягивает его выполнение, поскольку ему выгоднее платить штрафы, чем создавать дорогостоящие и сложные очистные сооружения.

Жалуются на скудные уловы рыбаки, жалуются на снижение доходов владельцы многочисленных гостиниц — грязные пляжи и не менее грязная вода не очень-то привлекают туристов. Всем ясно, что полностью проблему умирающего моря можно решить только в рамках международного сотрудничества. Первым шагом на пути к этому и явилась конференция в Барселоне, где было подписано первое соглашение, имеющее, впрочем, ограниченную сферу действия. По этому соглашению в море запрещается спускать некоторые виды промышленных сточных вод и радиоактивные отходы. Решено также производить совместные наблюдения за состоянием уровня загрязненности воды в разных местах моря.

СВИДЕТЕЛЬ — ЛУННАЯ ПЫЛЬ

Должна же быть тому какая-нибудь причина — через каждые сто миллионов лет наша планета переживает эпоху оледенения, длящуюся несколько миллионов лет. Сто тысяч противоречивых «потому что» выдвигали в качестве объяснения геологи и палеонтологи, океанологи и геофизики. Лет сорок назад этой проблемой занялись и астрономы. В 1939 году английский астрофизик Фред Хойл, который теперь широко известен как автор фантастических романов, выдвинул астрономическую гипотезу, согласно которой оледенения наступают из-за того, что Солнце временно окутывается облаками космической пыли.

Дело, разумеется, не в том, что пыль застит светило. Все обстоит куда сложнее. Скопление пыли, согласно гипотезе Фреда Хойла, скорее, наоборот, оказывается чем-то вроде лопаты угля, подброшенной в топку: пыль, падая на Солнце, служит добавочным источником энергии, и яркость светила на время бурно возрастает. Результат: наша планета получает больше излучения, увеличивается испарение океанов, осадкам нет конца, а от них в полярных районах «пухнут» ледники и начинают наступать в умеренные зоны.

Всем такая гипотеза была хороша, вот только не ясно, почему все это происходит циклично. Недавно английский астроном Уильям Х. Маккри связал весь этот механизм с фактами, которые не были известны при рождении гипотезы Хойла. Солнце и вся его система вращаются вокруг центра Млечного пути и совершают один оборот примерно за 250 миллионов лет. А галактика Млечного пути, оказывается, имеет такую форму, что к ней по сторонам «пришиты» два спиральных рукава из космической пыли. Рукава находятся довольно точно друг против друга, так что приблизительно раз в сто миллионов лет вращающаяся Солнечная система пересекает то один, то другой из них.

Уильям Маккри уточнил плотность рукавов на разных участках и установил, что колебания ледников на Земле соответствуют распределению пыли в космических окрестностях Млечного пути. Вот сейчас наша система только что выбралась из пылевой полосы, окаймляющей созвездие Ориона. В соответствии с этим совсем недавно, по астрономическим и геологическим меркам, разумеется, всего каких-нибудь 10 тысяч лет назад, и окончилась последняя ледниковая эпоха.

Такое совпадение, конечно же, не случайность. Однако чтобы доказать правильность гипотезы, нужно нечто более «материальное». И вот оно явилось. Впрочем, «явилось» — не совсем то слово. За доказательством пришлось слетать на Луну, провести там бурение и доставить его результаты на Землю.

В Хьюстоне, в Институте лунных наук образцы пород подвергли анализу. Особенно интересной оказалась длинная колонка грунта, взятая экипажем «Аполлона-15».

Прежде всего нужно было выяснить, насколько интенсивно бомбардирует Луну космическая пыль в наше время. Об этом можно судить по верхнему слою лунного грунта. Оказалось, что последнее десятилетие отличается небольшой интенсивностью такой бомбардировки: Земля с ее верной естественной спутницей выбралась из полосы пыли. А глубже в этой колонке лежали еще два слоя. Интервалы между ними, как сказано в научной статье, «полностью отвечают циклам Маккри и коррелируются с их длительностью». Что и означает: за последнее время Луна вместе с Землей проходила через полосу пыли трижды, причем почти свободные от пыли интервалы составляли около ста миллионов лет. Возможно, всей нашей системе и до этого еще не раз приходилось преодолевать полосы космической пыли, однако судить об этом пока трудно — глубина бурения на Луне оставляет еще желать большего.

Редколлегия:
В. И. БРОДСКИЙ
А. С. ВАРШАВСКИЙ
Ю. Г. ВЕБЕР
А. П. ВЛАДИСЛАВЛЕВ
Б. В. ГНЕДЕНКО
Л. В. ЖИГАРЕВ
Г. А. ЗЕЛЕНКО
(зам. главного редактора)
И. Л. КНУНЯНЦ
А. Е. КОБРИНСКИЙ
М. П. КОВАЛЕВ
П. Н. КРОПОТКИН

Р. Г. ПОДОЛЬНЫЙ
(зав. отделом гуманитарных наук)
В. П. СМИЛГА
В. Н. СТЕПАНОВ
К. В. ЧМУТОВ
Н. В. ШЕБАЛИН
Н. Я. ЭЙДЕЛЬМАН
В. Л. ЯНИН

И. БЕИНЕНСОН
Г. БЕЛЬСКАЯ
В. БРЕЛЬ
С. ЖЕМАЙТИС
Б. ЗУБКОВ
К. ЛЕВИТИН
И. ПРУСС
Ю. СЛЮСАРЕВ
Е. ТЕМЧИН
Н. ФЕДОТОВА
Т. ЧЕХОВСКАЯ
Г. ШЕВЕЛЕВА

Издательство
«Знание».
Рукописи
не возвращаются.

Главный художник
Ю. СОБОЛЕВ

Художественный редактор
А. ЭСТРИН

Корректор
Н. МАЛИСОВА

Оформление
В. ГЛАЗЫЧЕВА

Техническое редактирование
Т. ИВАНОВОЙ и
Е. ЛОПУХОВОЙ

T-11862
Подписано к печати 19/8-77 г.
Объем 8 печ. л.
Бумага 70×108 1/8
Тираж 550 000 экз.
Заказ № 1755

Индекс и адрес редакции:
127473, Москва, И-473,
2-й Волконский пер., 1.
Тел. 284-43-74.

Чеховский полиграфический комбинат
Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
г. Чехов Московской области.

В НОМЕРЕ:

СТР. 10

**60 ЛЕТ
ВЕЛИКОГО ОКТЯБРЯ**

Ф. Патрунов

ПОДОБНОЙ МАШИНЫ НЕТ В МИРЕ

Создание уникальной машины — турбогенератора мощностью 1 200 000 киловатт — важная веха не только в истории завода «Электросила», но и всей страны.

**ЗВЕЗДНЫЙ ПУТЬ
СТРАНЫ СОВЕТОВ**

СТР. 13

Г. Петров

**КОСМОС И НТР:
ИТОГИ, ПЛАНЫ,
ПЕРСПЕКТИВЫ**

СТР. 18

Г. Гречко

**КОСМИЧЕСКАЯ
ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ**

СТР. 19

Б. Абрамов,

С. Абрамов

**КАК ОБЖИВАЮТ КОСМИЧЕСКИЙ
ДОМ**

Двадцать лет отделяют нас от начала космической эры. Срок в масштабах истории небольшой. Многие из ныне живущих на планете людей хорошо помнят тот день, когда впервые в истории человечества мощная ракета, разорвав оковы земного притяжения, вынесла в космическое пространство первый искусственный спутник Земли — первенец советской космической техники.

СТР. 23

**РЕПОРТАЖ
НОМЕРА**

З. Каневский

РАЗБУЖЕННАЯ АРКТИКА

Караван судов, возглавляемый атомоходом «Арктика», доставил к побережью Ямала тысячи тонн народнохозяйственных грузов. Наступила эпоха отдачи. Отдачи всего того, что миллионами лет копила в себе Арктика, того, к чему в течение целых веков стремились достойнейшие представители рода человеческого, безвестные русские поморы, скромные российские полярные гидрографы, советские покорители Северного полюса и Великого Северного морского пути.

СТР. 29—49

НЕДАЛЕКО ОТ МОСКВЫ

Черноголовка — это лишь точка на карте советской науки, но в буднях этого городка, о которых рассказывается в нашей подборке, отразились и характерные черты советского образа жизни и свойственного советским ученым образа мышления.

СТР. 50

**РЕШЕНИЯ
XXV СЪЕЗДА КПСС —
В ЖИЗНЬ**

П. Корол

ЭНЕРГОМОДЕЛЬ ДЛЯ ЭНЕРГОБУДУЩЕГО

Модель энергосистемы, созданная в Московском ордена Ленина энергетическом институте, в лаборатории профессора В. А. Веникова, уникальна. Официально она называется «Циф-

«Разбуженная Арктика»

2 СТР. ОБЛ

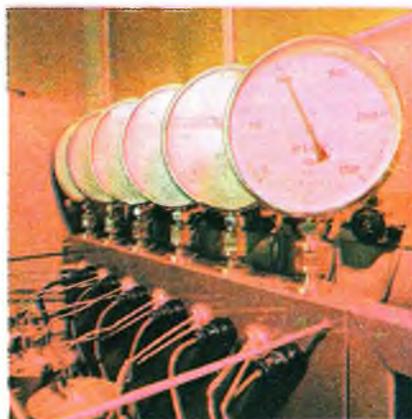
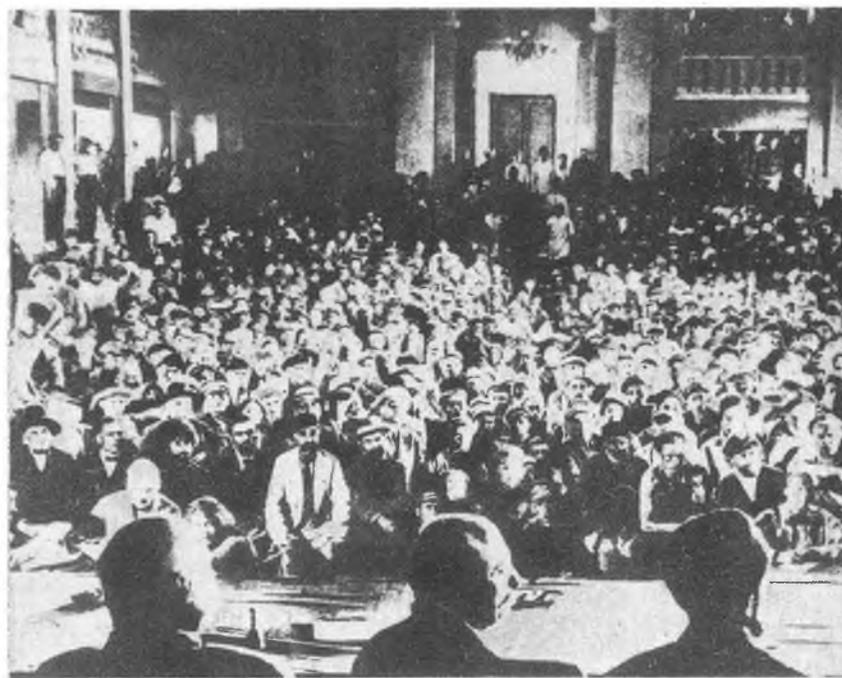
**60 ЛЕТ
ВЕЛИКОГО ОКТЯБРЯ**А. Лаврищев,
М. Аджиев**ОСНОВА ЭКОНОМИКИ**

В социалистической стране трудящиеся повсеместно выступают собственниками средств производства и используют их в интересах всего общества. В свободном труде проявляется экономическая сила социализма. Сила, которая гарантируется обществу Конституцией.

СТР. 5

**60 ЛЕТ
ВЕЛИКОГО ОКТЯБРЯ**

В. Шерстобитов

В ЕДИНОМ СТРОЮ**«Недалеко от Москвы»****«В едином строю»**

ро-аналого-физический комплекс», или попросту «Новая модель». Новая — потому что есть старая, обе связаны между собой единой целью. Новая, потому что позволит принципиально по-новому подойти к решению главной задачи — управлению сложными энергосистемами.

СТР. 52, 54

**ИНФОРМАЦИЯ
ИСПЫТАНИЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ
ИЗОБРЕТЕНИЯ**

СТР. 52

**РЕШЕНИЯ
XXV СЪЕЗДА КПСС —
В ЖИЗНЬ**

В. Друянов

БУРОВАЯ—АВТОМАТ? АВТОМАТ!

СТР. 54

**КНИЖНЫЙ
МАГАЗИН**П. Григорьев
ВОСПИТЫВАЯ, ОБУЧАЯ,
ПРОСВЕЩАЯ

СТР. 55

**ЧЕЛОВЕК
ОХРАНЯЕТ
ПРИРОДУ**

Ч. Кудаба

**ДОБРОЕ СОСЕДСТВО РОЩ
И ПОЛЕЙ**

СТР. 57

И. Минаева
В ПУТИ**«Доброе соседство рощ и полей»**

СТР. 59

**УЧЕННЫЕ
ОБСУЖДАЮТ
КОНФЕРЕНЦИЯ В МГУ**

СТР. 62

Д. Петров
ЛОВУШКА ДЛЯ СТАФИЛОКОККА

3 СТР. ОБЛ.

ПОНЕМНОГУ О МНОГОМ