

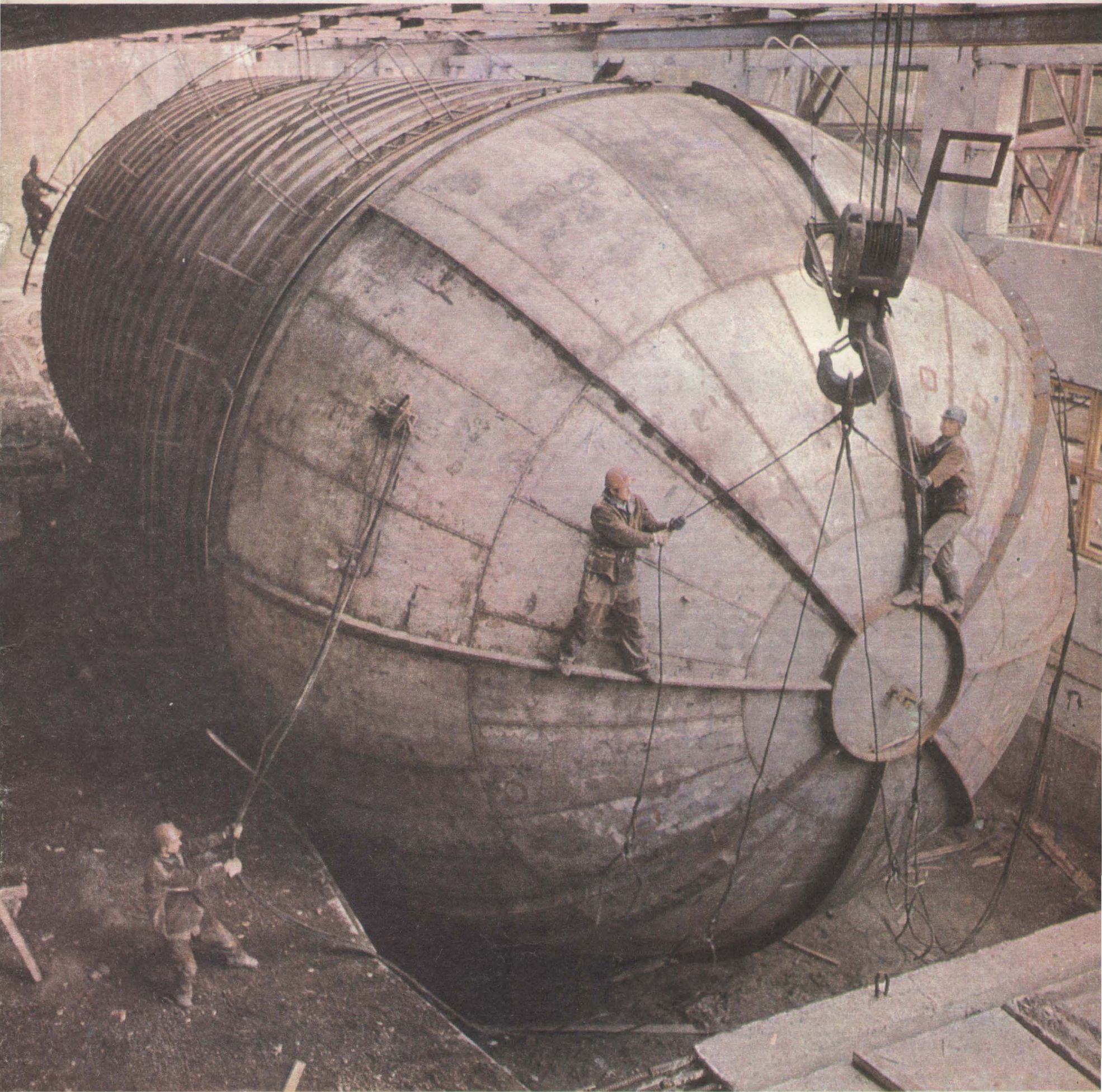
# Знание — сила 1/78



Ежемесячный научно-популярный  
и научно-художественный  
журнал для молодежи

Орган ордена Ленина  
Всесоюзного общества «Знание»

53-й год издания  
№ 607



Институт оптики атмосферы Сибирского отделения АН СССР.  
В этой аэрозольной камере будут моделировать атмосферные  
явления: туман, дождь, снег.

Фотография  
А. Зубцова  
(фото АПН — ТАСС)



Еще на заре Советской власти Владимир Ильич Ленин говорил, что для быстрого движения вперед, для того, чтобы страна стала могучей и обильной, у нас «есть материал и в природных богатствах, и в запасе человеческих сил, и в прекрасном размахе, который дала народному творчеству великая революция...» Сегодня к этому добавилась огромная экономическая и научно-техническая мощь, а также богатый опыт строительства новой жизни. У нас действительно есть все, чтобы уверенно идти к заветной цели — коммунизму, завоевывать все новые вершины прогресса.

Из доклада товарища Л. И. БРЕЖНЕВА  
«Великий Октябрь и прогресс человечества».

## ПОД ЗНАМЕНЕМ ОКТЯБРЯ В АВАНГАРДЕ ПРОГРЕССА

На наших календарях мы привыкли видеть двойной отсчет времени: 1978-й, 61-й год Великой Октябрьской социалистической революции. И еще можно было бы написать: 1-й год действия новой Конституции СССР. Это была бы предельно точная ориентировка во времени, в истории. Навсегда займут свое место в памяти поколений два крупнейших события ушедшего года — 60-летие Октября и принятие нового Основного Закона. Большим вкладом в теорию и практику научного коммунизма стал доклад товарища Л. И. Брежнева на торжественном юбилейном заседании.

Историки еще долго будут обращаться к самому процессу разработки, обсуждения и принятия Конституции 1977 года. Не было еще такого, чтобы в создании Основного Закона приняло участие четыре пятых взрослого населения страны. Причем поразительно не только число этих людей, но и разнообразие поднятых ими вопросов, иными словами — активность народа и широта его интересов. И это ведь в стране, которая до Великого Октября слыла пассивной и малограмотной. В дореволюционной «Экономической географии» С. Дмитриева в каждой главе с грустью констатируется, что по причине «малокультурности населения» Россия неспособна на то-то и то-то.

Автор сетует, что «железодобывающее производство на Урале технически отсталое и сокращается в объеме», так же как и добыча нефти, которая с 1901 по 1913 год сократилась в полтора раза. Вот и ввозили железо в страну, где власти не только не помогали, но даже препятствовали профессору Н. Е. Лейсту вести исследования Курской магнитной аномалии, где инженер И. П. Бардин, будущий руководитель Кузнецкстроя, не мог найти работы по специальности и вынужден был эмигрировать в Америку, чтобы стать рабочим на прокатном стане...

Этот заколдованный круг разорвала Октябрьская революция. Поразительным оказался творческий потенциал народа! Преображение России происходило столь быстро, что далеко не все в мире успевали его осознать. И на все лады склонялось выражение «русское чудо», хотя никакого чуда не было, а было планомерное социалистическое развитие. Выступая на торжественном заседании, посвященном 60-летию Великого Октября, Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнев сказал: «Гигантский экономический рост первой в истории страны социализма — это результат освобождения труда, результат труда людей, которые сознают, что они работают на себя, на общее благо». Сейчас, когда прошли десятилетия, еще отчетливее видна прозорливость партии, точность курса, которым она повела страну.

Первый советский станок назывался скромно и в то же время дерзко — ДИП (догоним и перегоним). Мы не сомневались, что, двигаясь по рельсам социализма, можем и должны и догнать и перегнать. Начав с ДИПа, страна пришла и к первой атомной электростанции, и к первому спутнику, и к мировому первенству по производству стали, нефти, минеральных удобрений, цемента, электровозов и многого другого. Стоит ли продолжать этот список — в наступившем году он наверняка чем-то пополнится. Важнее тенденция, уверенность, что так будет и в нынешней пятилетке, и в следующей.

Эта наша уверенность в непрерывном и ускоренном прогрессе основывается не только на экономическом, но и на интеллектуальном потенциале государства. Товарищ Л. И. Брежнев отмечал, что в старой России «...правлящие классы всячески затрудняли трудящимся доступ к образованию и культуре, удерживали их в плену ложных идей и представлений. Вот почему закономерным продолжением политической революции в нашей стране стала революция культурная. За время жизни одного поколения Советская страна полностью и навсегда избавилась от тяжкого ярма безграмотности». Буквально с первых дней Советской власти овладение знаниями стало последовательной государственной политикой. Ее успехи поражают больше, чем успехи в области экономики и техники. В СССР работает четвертая часть ученых и треть всех врачей мира. У нас наибольшие тиражи книг, причем по переводным изданиям первенство тоже у нас.

В области культуры мы идем впереди других стран. Об этом говорят не только наши достижения, но и наши нерешенные проблемы. Несмотря на гигантские тиражи, не хватает книг, грампластинок, периодических изданий. Ведь семья, выписывающая на дом несколько газет и журналов, непрерывно пополняющая домашнюю библиотеку, — это теперь типичная советская семья. Всех гостей с Запада поражает наш читающий народ, поражают очереди на художественные выставки и переполненные залы симфонических концертов.

Политическое, экономическое, специальное, художественное образование и самообразование — союзники в достижении наших целей, в реализации пятилетних планов и воспитании человека коммунистического общества. Выступая в XXV съезде партии, товарищ Л. И. Брежнев отмечал: «В современных условиях, когда объем необходимых для человека знаний резко и быстро возрастает, уже невозможно делать главную ставку на усвоение определенной суммы фактов. Важно прививать умение самостоятельно пополнять свои знания, ориентироваться в стремительном потоке научной и политической информации. Тут нас ждет большая работа».

Большая работа и у многотысячного отряда пропагандистов — организаций и членов общества «Знание». Они выполняют благородную и гуманную функцию — способствуют расцвету, интеллектуальному и духовному обогащению человеческой личности, способствуют тому, что жизнь человека делается ярче, интереснее, насыщеннее. Эта деятельность поддерживается и поощряется государством. Статья 47 Советской Конституции гарантирует гражданам СССР свободу научного, технического и художественного творчества. Государство, сказано в данной статье Основного Закона, создает необходимые для этого материальные условия, оказывает поддержку добровольным обществам и творческим союзам.

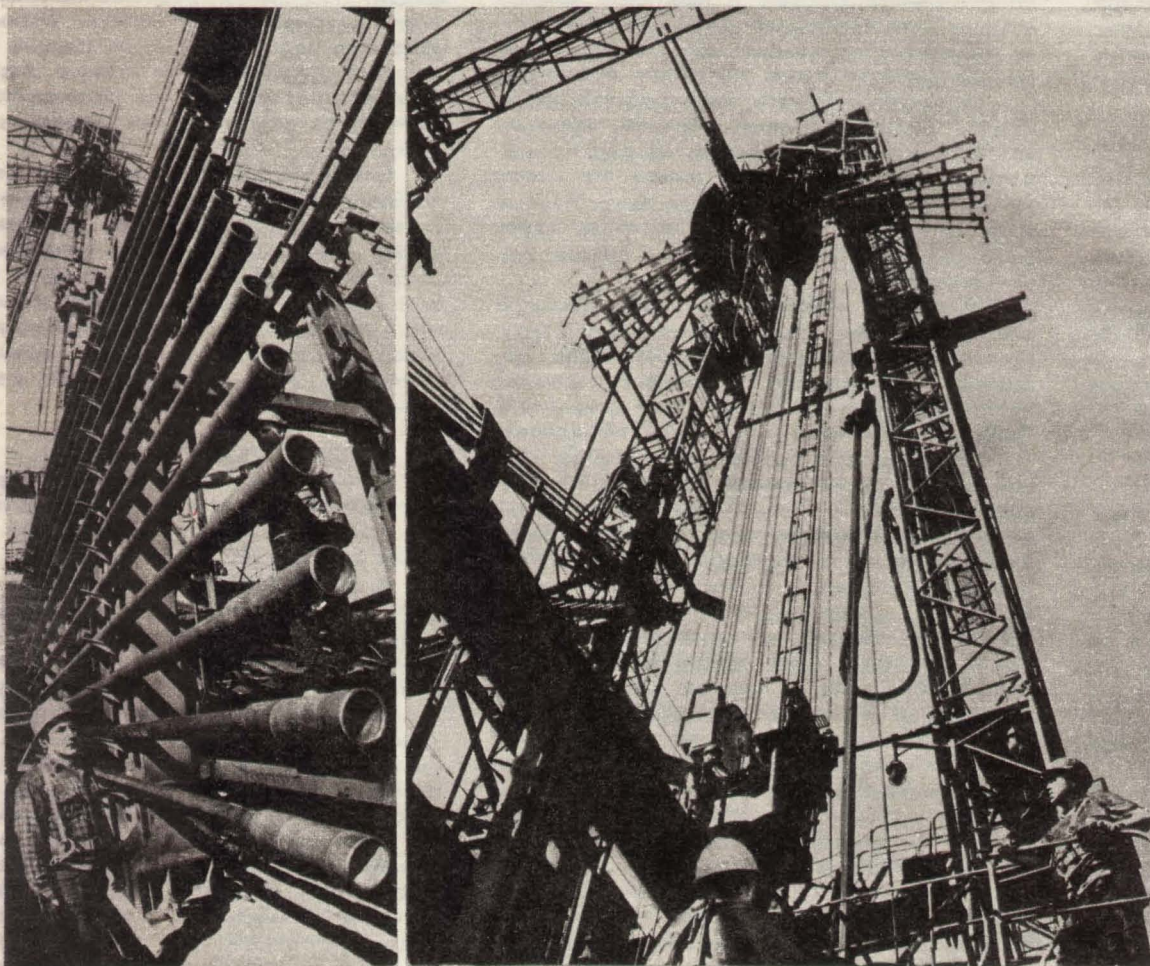
Лозунг нашей партии — все для человека, во имя человека. Это наша государственная политика. И мы с оптимизмом вступаем в новый год — 1978-й, 61-й год Великой Октябрьской социалистической революции, 21-й — космической эры, первый год действия Конституции общества развитого социализма.



# КОНСТИТУЦИЯ ЖИВЕТ, ДЕЙСТВУЕТ, РАБОТАЕТ

В СССР «созданы могучие производительные силы... Главные задачи социалистического общенародного государства: создание материально-технической базы коммунизма, совершенствование социалистических общественных отношений...»

Из Конституции СССР



## Нефтяная индустрия: технические достижения и социальный прогресс

### КОРРЕСПОНДЕНТ:

— Одно из главных завоеваний социалистического общества — создание мощной, передовой индустрии. Место, которое принадлежит в ее структуре нефтяной промышленности, трудно переоценить. Не могли бы вы, Владимир Иванович, вкратце рассказать, какие этапы проходило формирование нефтяного потенциала СССР?

### В. И. КРЕМНЕВ:

— Советский Союз — один из самых старых нефтяных районов мира и одновременно — один из самых молодых. Старый потому, что добыча нефти на территории нашей страны насчитывает более ста лет. Право же считается молодой нефтяной державой СССР дают новейшие открытия советских геологов, умножившие нефтяной потенциал страны. В общем, за плечами советских нефтяников большая и славная история, но рубежи, которые им предстоит взять, не менее значительны. К концу десятой пятилетки, как это определено XXV съездом КПСС, в нашей стране будет добываться свыше 600 миллионов тонн нефти.

Если оглянуться в прошлое, то, на мой взгляд, можно выделить три основных этапа в развитии советской нефтяной промышленности. Первый связан с восстановлением нефтяных промыслов Азербайджана и Северного Кавказа, которые перешли в руки молодого Советского государства совершенно разоренными. Впрочем, слово «восстановление» применить в данном случае можно лишь условно. Что собой представляли старые бакинские промыслы, можно судить хотя бы по тому впечатлению, какое произвели они на Максима Горького. Потрясенный увиденным, он назвал их «гениально сделанной картиной мрачного ада». Хотя, по официальной статистике, на долю Баку в начале века приходилась половина всего мирового производства нефти, тогдашнюю нефтедобычу трудно было именовать промышленностью. Это было полукустарное производство, основанное на изнурительном труде желонщиков, которые вручную ведрами-желонками черпали нефть из колодца.

В условиях такого наследия была поставлена и успешно решена задача воссозда-

Конституция СССР — концентрированный итог всего шестидесятилетнего развития Советского государства. Конституция СССР стала серьезным вкладом в марксистско-ленинскую теорию. Она охватывает все стороны жизни советского общества. Каждая ее статья — итог глубокой разработки социального, экономического, юридического содержания тех перемен, которые принес с собой этап развитого социализма.

Конституция и советский образ жизни, социальный прогресс, научно-технический прогресс — этому посвящена новая рубрика нашего журнала. Ученые, государственные и партийные деятели рассказывают в ней о том широком круге проблем, которые стоят за каждой статьей Основного Закона.

Прогресс в нефтяной индустрии — это, в частности, дальнейший рост комплексной механизации и автоматизации. На наших снимках — автоматизированная буровая установка, созданная на «Уралмашзаводе». Снимки И. Юдаша (ТАСС)

### Беседа

с первым заместителем министра нефтяной промышленности СССР В. И. КРЕМНЕВЫМ.

Беседу ведет корреспондент журнала И. Усейнова.

ния нефтяного хозяйства на принципиально новой основе — путем коренной технической реконструкции.

Второй этап в развитии нефтяной промышленности СССР я отнес бы к послевоенному периоду, когда произошло событие, давно предсказанное замечательным русским ученым, отцом советской нефтяной геологии — И. М. Губкиным: открытие и освоение нефтяных площадей между Волгой и Уралом. Помимо поражающих в то время воображение богатых запасов «черного золота», эти месторождения обладали и другим неоценимым достоинством — выгодным географическим положением. Словно покоряясь упорству и титаническому труду советских людей, нацеленных партией на решение самой жгучей проблемы тех дней — топливной, фонтаны нефти ударили именно там, где они были всего нужней.

В районах между Волгой и Уралом в предвоенные и главным образом военные годы возникли крупные промышленные центры, которые остро нуждались в местных энергоресурсах. Открытие и ускоренный ввод в



эксплуатацию месторождений Урало-Волжского бассейна позволили впервые поставить задачу коренной перестройки всего топливно-энергетического баланса страны. Прежде он традиционно базировался на твердом минеральном топливе, в основном — на каменном угле. Взятый тогда курс на преимущественное использование углеводородного сырья в качестве источника энергии позволил за короткий срок решить важнейшие для советской экономики задачи: резко поднять эффективность общественного производства и энерговооруженность труда. Благодаря этому были обеспечены такие высокие темпы развития важнейших отраслей промышленности — нефтеперерабатывающей, химической, металлургической и других.

И, наконец, третий этап развития нашей отрасли берет начало с середины шестидесятых годов, когда впервые проявилось понятие «сибирская нефть». Геологические открытия в Западной Сибири позволили за рекордно короткий срок создать посреди тайги и болот такой нефтяной центр, где уже сейчас добывается свыше 150 миллионов тонн ценного природного сырья. В 1980 году, как намечается пятилетним планом, на сибирских промыслах будет добываться свыше 300 миллионов тонн «черного золота» — половина всей советской нефти.

#### КОРРЕСПОНДЕНТ:

— Ступени роста нефтяной индустрии, Владимир Иванович, вы связывали в основном с открытием новых нефтяных регионов. Но, очевидно, не только удача геологов позволили советским нефтяникам столь стремительно и стабильно наращивать мощности по производству «черного золота». Что, по вашему мнению, явилось другими слагаемыми того примечательного явления, что Советский Союз стремительно выдвинулся на первое место в мире по добыче нефти?

#### В. И. КРЕМНЕВ:

— Действительно, наша страна в конце девятой пятилетки добывала столько нефти, сколько ее извлекалось во всем мире в 1950 году. Чтобы яснее представить, что стоит за этим фактом, я приведу цифры, которые, на мой взгляд, говорят сами за себя. В том же 1950 году доля нашей страны в общем мировом нефтяном производстве составила лишь 37,9 миллиона тонн. Но уже в 1958 году добыча нефти равнялась 113 миллионам тонн. В 1963 году из недр было извлечено несколько более 200 миллионов тонн, в 1968 году — свыше 300 миллионов тонн. Обратите внимание: если для достижения добычи в 100 миллионов тонн потребовались десятилетия, то потом прирост на такую же величину происходил через каждые пять лет.

Этот мощный подъем нефтяного производства в нашей стране стал возможен благодаря перевооружению всей отрасли на основе новейших достижений науки и техники.

Научно-техническая революция буквально преобразила облик нефтяной промышленности. Это коснулось даже ее, так сказать, «внешности». Тот, кто представляет себе современный нефтяной промысел как лес вышек, переплетение трубопроводов, нагромождение емкостей для хранения нефти, безнадежно отстал от жизни. Пожалуй, первое, на что обращаешь внимание, побывав на современном промысле, — это то, что здесь... не на что обратить внимание! Все некогда громоздкое хозяйство убрано с промысловой территории или упрятано под землю — фоторепортеры, которые жалуются, что им теперь нечего снимать. Нефтяное производство потеряло фотогеничность!

#### КОРРЕСПОНДЕНТ:

— Не могли бы вы подробнее рассказать о том, что лежит в основе перевооружения нефтяной индустрии, на чем оно базируется?

#### В. И. КРЕМНЕВ:

— Открытие и необходимость быстрейшего ввода в эксплуатацию больших нефтяных площадей, особенно в районах со сложными природно-климатическими условиями, потребовали решения крупных практических и теоретических проблем.

Надо было, к примеру, создать новую унифицированную технологию добычи жидкого топлива. Раньше от места добычи нефть и попутный газ перекачивались отдельно. Сооружались специальные сепараторы, самостоятельные газовые и нефтяные коммуникации, что требовало большого количества различных по своему назначению объектов, рассредоточенных по всему промыслу. Газ отделяли от нефти непосредственно на каждой скважине. Таким образом, промышленные операции разрывались на ряд промежуточных и разрозненных этапов. Несмотря на то, что промыслы занимали значительные территории, от множества объектов здесь было тесно, как на узкой улочке города старой застройки.

Промысел представлял очень сложную для управления хозяйственную структуру. При этом каждый нефтяной район имел собственный «архитектурный почерк» и каждая постройка была в своем роде уникальна. Предпринимавшиеся попытки объединить все это сложное хозяйство под началом единой системы телеуправления успеха не приносили. Иначе и быть не могло — слишком уж разнотипным было оборудование, а большое количество параметров, которые следовало контролировать и регулировать, сводило на нет преимущества телемеханического управления процессом нефтедобычи. Требовался огромный штат операторов-контролеров. Короче говоря, попытка «навесить» автоматику на несовершенное оборудование и технологию дала примерно такой же эффект, как если бы реактивный двигатель установили на крестьянской телеге, надеясь таким образом создать скоростной вид транспорта.

Группа советских инженеров и ученых, кстати удостоенная за эту работу Ленинской премии, нашла простые и надежные решения сложной технической задачи. Прежде всего, была обеспечена транспортировка продукции скважин без промежуточных технологических операций. С помощью энергии недр и глубоких насосов нефть и газ на централизованный пункт сбора стали перекачивать одновременно. Одно это инженерное решение позволило в 12—15 раз сократить число промысловых объектов. В то же время средства автоматизации, дистанционного управления и регулирования стали органической частью технологии добычи. Комплексная автоматизация охватила все звенья нефтяного производства. Техническим фундаментом всей системы стало специальное блочно-комплектное автоматизированное оборудование заводского производства, связанное телемеханической системой в единый промысловый организм.

#### КОРРЕСПОНДЕНТ:

— Владимир Иванович, вы привели очень интересный и даже поучительный пример того, как технический прогресс в наши дни не приемлет однобокого, выборочного, что ли, усовершенствования отдельных звеньев единого производственного цикла, а требует комплексного подхода к решению проблемы. Ведь именно это и определило в конечном итоге успех такого сложного проекта, как техническое перевооружение вашей отрасли?

#### В. И. КРЕМНЕВ:

— Вне всякого сомнения. Должен отметить еще одно очень важное обстоятельство. Процесс технической перевооруженности нефтяной индустрии был бы немалым без фундаментальных научных исследований, легших в основу проекта. Наука была той необходимой питательной средой, на которой созре-

ли интересные и оригинальные инженерные решения. Более того, нефтяное дело само по себе теперь становится точной наукой. Математика вторгается во все сферы, связанные с поиском, бурением, добычей и транспортировкой нефти. Сейчас практически каждое нефтяное месторождение в Советском Союзе имеет своего математического «двойника». На нем испытывают различные инженерные решения, прежде чем приступить к освоению новой залежи или же ввести коррективы в эксплуатацию старых площадей. Используя экономо-математические модели, современные методы оптимизации, советские нефтяники смогли решить и такую сложную народнохозяйственную задачу, как оптимальное размещение производственных комплексов при освоении нефтяных месторождений.

Наука вооружила нефтяников методами, которые позволяют им поддерживать, так сказать, «двухстороннюю непрерывную связь» с нефтяным пластом в процессе разработки. Получаемый из скважин постоянный поток информации дает возможность вести эксплуатацию залежи наиболее рационально. Советским ученым принадлежит приоритет во многих областях нефтяного дела.

#### КОРРЕСПОНДЕНТ:

— Надо полагать, что и процесс создания самих промыслов, столь непохожих на их предшественников, происходит теперь также по-иному?

#### В. И. КРЕМНЕВ:

— Усовершенствованные методы обустройства нефтяных промыслов являются одним из главных элементов новой технической политики в нефтяном деле. Приведу примеры. Раньше на нефтяных месторождениях, отделенных обычно от «большой земли» многими километрами бездорожья, сооружение промысловых объектов шло по полному циклу с широким применением кирпича, разнородного технологического оборудования. Теперь же на промысел доставляются блоки высокой заводской готовности, которые на месте лишь монтируются. Перевод обустройства месторождений на индустриальные рельсы позволил резко сократить сроки сооружения объектов. Замерные устройства на скважинах раньше монтировались за шесть месяцев, теперь групповая установка на 14 скважин сооружается за 12 дней. Более чем в 10 раз сократились сроки строительства установок для подготовки нефти. В целом же использование блочно-комплектного оборудования дало возможность в 2—3 раза ускорить ввод в эксплуатацию новых месторождений. Благодаря этому резко возрастает эффективность капитальных вложений.

В широком масштабе впервые в Советском Союзе комплексная программа автоматизации нефтедобывающей промышленности была осуществлена на месторождениях Сибири. Здесь плоды НТР особенно зримы. Взять хотя бы знаменитый Самотлор. Многие операции, связанные с добычей нефти, здесь выполняют автоматы. А управляет ими оператор с диспетчерского пункта телемеханической системы. Уровень техники, автоматизации, дистанционного контроля оказался настолько высоким, что отпала необходимость в физическом труде непосредственно при добыче нефти. Теперь бригады по добыче состоят из специалистов высокой квалификации, чей труд уже приближается к инженерному.

#### КОРРЕСПОНДЕНТ:

— В этом факте, Владимир Иванович, мне кажется, со всей наглядностью проявляется социальный аспект технического прогресса. И в то же время в нем отчетливо можно проследить курс Советского государства на стирание существенных различий между умственным и физическим трудом — принцип, закрепленный в новой Конституции СССР.



**В. И. КРЕМНЕВ:**

— Да, безусловно. Этот процесс, быть может, особенно заметен в сфере нефтяного производства. В условиях развитого социалистического общества НТР несет с собой не только интенсификацию самого процесса производства, повышает его эффективность, но и качественно изменяет характер самого труда, как это происходит на наших глазах с профессией нефтяника. Многие из нефтяных специальностей «вымерли» уже давно, например желонщика и тартащика, другие, связанные с выполнением простейших, но физически трудоемких операций, исчезают в наши дни. Взамен появляются новые профессии, требующие от рабочего высокого образовательного ценза. Таким образом, рождается новый тип рабочего, сочетающего в своей деятельности элементы физического и умственного, исполнительного и организаторского труда.

Хочу остановиться еще на одном важном обстоятельстве, демонстрирующем возможности технического прогресса. Уже длительное время наша отрасль имеет стабильно высокие темпы роста. Ежегодный прирост добычи «черного золота» в минувшую пятилетку составил 25—27 миллионов тонн, при этом 90 процентов прироста были обеспечены за счет роста производительности труда. Поэтому, несмотря на поступательное развитие нефтяной индустрии, мы в основном производстве не испытываем острого дефицита в кадрах.

**КОРРЕСПОНДЕНТ:**

— В новой Конституции СССР записано, что земля и ее недра находятся в исключительной собственности государства, то есть являются общим достоянием всего советского народа. В этой лаконичной формуле — отражение одного из величайших завоеваний социализма...

**В. И. КРЕМНЕВ:**

— Да, права на богатства недр советскому народу даровал Великий Октябрь. И надо сказать, что народ, который впервые в мировой истории ощутил себя хозяином своей земли, показал себя хозяином рачительным. Я уже приводил цифры, показывающие темпы роста нашей отрасли. Такого длительного стабильного роста не знала ни одна нефтяная страна в мире.

Объем геологоразведочных работ на нефть постоянно увеличивается. Ведутся они в основном в малообжитых и труднодоступных районах, где, как считают геологи, есть все основания встретить залежи этого ценного природного сырья. Вот, например, недавно поступило сообщение, что первые фонтаны нефти ударили на разведочных скважинах в Эвенкии.

**КОРРЕСПОНДЕНТ:**

— На XXV съезде КПСС Леонид Ильич Брежнев сказал: «За нефтью, газом... мы идем теперь все дальше на восток и на север». Эта тенденция, очевидно, не может не отразиться на положении дел в нефтяной промышленности в целом?

**В. И. КРЕМНЕВ:**

— Да, карта нефтяной индустрии стремительно меняется. Всего 10—15 лет назад на ней еще не значились Западная Сибирь, полуостров Мангышлак, Удмуртия, север Коми АССР. Сейчас же здесь добывается большая часть советской нефти.

Перемещение сырьевой базы из европейской части страны, где по-прежнему сосредоточено свыше 80 процентов потребителей нефти, в совершенно новые районы рождает, конечно, много проблем. Все значительные нефтяные открытия последних лет сделаны в зонах с трудными природно-климатическими условиями: в песках Казахстана, непроходимых таежных топях Сибири, в зоне вечной мерзлоты Заполярья, в районах, где градусник нередко фиксирует минус 50 градусов. Их освоение требует колоссальных капитальных вложений. Причем значительная часть затрат не связана не-

посредственно с самим процессом нефтедобычи.

Для организации крупномасштабного производства, например в Западной Сибири, пришлось в совершенно необжитых районах создавать мощные энергетические объекты, строить железнодорожные и автомобильные дороги, промышленные базы и заводы, города и рабочие поселки. Чтобы хотя бы примерно представить финансовую емкость этих работ, надо знать, что один километр шоссейной дороги в тайге обходится почти в миллион рублей!

За последние 15 лет, в основном в связи с развитием новых нефтяных районов, протяженность магистральных нефтепроводов выросла в три раза. Капитальные вложения на магистральный транспорт нефти с сибирских промыслов в западные районы страны вдвое выше, чем из Урало-Поволжья, а эксплуатационные издержки на перекачку одной тонны нефти возрастают уже втрое.

Инвестиции в нашу отрасль постоянно увеличиваются, их эффективность тем выше, чем быстрее начнется отдача. Отсюда вытекает задача ускоренного ввода в эксплуатацию новых месторождений. И здесь вопрос упирается не только в сроки.

Как я уже говорил, новые нефтяные центры создаются в районах, где необычные природные условия сами по себе заставляют искать новые пути в организации нефтедобычи. Бездорожье, непроходимые, раскиснувшие на многие тысячи километров болота — таково первое, но не единственное препятствие, с которым столкнулись мы на пути к сибирской нефти. В свое время именно это обстоятельство вызывало у многих опасение, что добыча нефти в больших масштабах окажется здесь невозможной. Но жизнь опровергла эти опасения. Советские инженеры смогли создать оригинальные методы строительства скважин и добычи нефти в условиях непроходимых топей.

Для транспортировки буровых крупными блоками стали применять специальные транспортные средства. Разбуривание в Сибири осуществляется в основном кустами десяти и более скважин с одной площадки. Такие «букеты» скважин позволяют сделать процесс бурения значительно более эффективным, снижают трудовые и материальные затраты.

Советским нефтяникам удалось победить болота Среднего Приобья. Но впереди возникают не меньшие сложности, связанные уже с особенностями месторождений Заполярья. Среди многих экономических и инженерно-технических задач, которые они ставят, одна из главных — вечная мерзлота. Мировая практика не дала еще однозначного ответа, как в подобных условиях бурить скважины, прокладывать подземные коммуникации, магистральные нефтепроводы без риска растеплить вечномерзлые грунты. Для решения этой задачи ведутся основательные научные и технические разработки.

**КОРРЕСПОНДЕНТ:**

— Владимир Иванович, мы подошли к очень важной теме, которую вы уже затронули, коснувшись вопроса о вечной мерзлоте. Я имею в виду экологический аспект задачи освоения «нефтяной целины» северо-востока страны. Как известно, эти районы особенно уязвимы с экологической точки зрения, к тому же нефтяную промышленность относят к числу наиболее опасных для природы производств. Как же учитываются фактор сохранения природной среды, интересы экологии при расширении сырьевой базы нефтяной промышленности?

**В. И. КРЕМНЕВ:**

— Проекты новых нефтяных центров мы стремимся разрабатывать в строгом соответствии с требованиями охраны окружающей среды. Это заложено уже в самом техническом решении освоения нефтяных месторождений. Именно такой подход дал возможность, к примеру, резко сократить площади земель, выделяемых под промыс-

лы. Переход на герметизированную систему добычи, сбора и транспорта нефти позволил защитить воздушный бассейн от загрязнения нефтяными газами, потери нефти от испарения уменьшились в два с половиной раза.

Значительную опасность представляет для природы и добываемая вместе с нефтью вода. Она поступает на поверхность в больших количествах и из-за своей высокой минерализованности может наносить ощутимый урон окружающей среде. Сейчас найден, на мой взгляд, оптимальный вариант, когда сочетаются экономическая и экологическая целесообразность, — промысловые воды отделяют от нефти и вновь закачивают в залежь для поддержания в ней пластового давления. Обычно на эти цели расходовали пресную воду. Теперь нефтяники одним разом достигают нескольких целей: интенсифицируется процесс нефтедобычи, резко снижается расход пресной воды, дефицит которой все острее, и ликвидируется элемент повышенной экологической опасности.

Объемы капиталовложений в нашей отрасли на природоохранные мероприятия постоянно возрастают. В девятой пятилетке введены в действие очистные сооружения мощностью 800 тысяч кубометров в сутки. В новой пятилетке появятся водоочистные сооружения уже в полтора раза большей мощности.

Нефть — это, несомненно, великое богатство, но овладевать им в ущерб остальным элементам природы значило бы вступить в противоречие с самой сутью социалистической системы природопользования. В новой Конституции СССР необходимость охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов, бережного отношения к богатствам недр приобрела характер конституционного требования. Я думаю, все нефтяники с одобрением встретили это положение новой Конституции СССР.

Технический прогресс должен и может сочетаться с интересами природы. Наш опыт говорит за это. Побывайте на современных нефтяных промыслах, хотя бы Урало-Поволжья. Летом среди колосющихся хлебов не сразу и отыщешь наше хозяйство — скважины, дающие ежегодно десятки миллионов тонн «черного золота». Нефть здесь прекрасно уживается с лесами, полями, лугами, богатыми рыбой водоемами.

**КОРРЕСПОНДЕНТ:**

— А как обстоит дело с Каспийским морем?

**В. И. КРЕМНЕВ:**

— Это тоже большая комплексная проблема, которую нефтяники решают вместе с другими заинтересованными организациями и службами. Сейчас на акватории этого уникального озера-моря добывается значительное количество нефти и газа. Освоение нефтяных богатств Каспия, создание посреди открытого моря легендарного свайного города «Нефтяные Камни» — одна из ярчайших страниц в истории советской нефтяной промышленности. Штурм морских глубин будет продолжаться — на очереди разведка и освоение залежей «черного золота», скрытых под двухсотметровой толщей воды. Важно лишь не нарушить экологическое равновесие, не нанести непоправимый ущерб такому сложному организму, каким является море.

Нефтяные промыслы на Каспии создаются сейчас с соблюдением строгих ограждающих мер. Запрещены многие методы, используемые на суше для разведки на нефть, например сейсмические. Внедряется специальная герметизированная система добычи нефти и устройства, предотвращающие ее выход со дна моря. Все продукты промывки и продувки скважин направляются в нефтеловушки. В новой пятилетке на морских промыслах будет сооружено еще 15 водоохраных объектов. Убежден, что нефть может так же мирно сосуществовать со знаменитыми каспийскими осетрами, как она ужилась на суше с лесами и нивами.



## КОРРЕСПОНДЕНТ:

— В Советском Союзе достигнут высокий показатель степени отбора нефти из пластов. Однако надо полагать, что резервы повышения нефтеотдачи пластов далеко не исчерпаны. Скажите, пожалуйста, как решают эту важную проблему советские нефтяники?

## В. И. КРЕМНЕВ:

— В масштабах Советского Союза поднять лишь на один процент коэффициент нефтеотдачи равносильно тому, чтобы открыть и ввести в эксплуатацию полностью обустроенную площадь в центральном районе страны. Понятно, как важно улучшить использование нефтяных ресурсов.

Щедрость пластов зависит от давления в недрах земли. Чем оно выше, тем продуктивнее работает залежь, тем больше нефти удастся извлечь на поверхность. Но по мере разработки месторождения пластовое давление начинает падать, и дебит скважин неизбежно сокращается. Чтобы поддержать природную энергию пластов, применяют методы искусственного воздействия на них.

В Советском Союзе для этой цели в широких масштабах используют закачку в залежи воды под большим давлением. Закачиваемая нефть как бы в тиски, она подталкивает ее к забоям скважин, а потом и на поверхность. До настоящего времени метод заводнения составлял основу нашей технологической политики в области нефтедобычи. С его помощью добывается сейчас более 80 процентов всей советской нефти. Яснее представить масштабы этого процесса поможет сравнение: ежегодно мы закачиваем в недра более одного кубического километра воды — целую полноводную реку.

Однако, как показала практика, закачка воды в пласт не всегда достаточно эффективна. И чтобы добиться максимально полного опорожнения залежей, требуются принципиально новые методы в разработке нефтяных месторождений. Такая работа у нас целенаправленно ведется. Ею занимаются не только отраслевые нефтяные научно-исследовательские и проектные институты, но и многие учреждения Академии наук СССР. Решение подобной сложной задачи под силу лишь объединенным усилиям ученых различных специальностей.

Целый ряд месторождений у нас в стране превращен в своего рода полигоны, где в опытно-промышленных масштабах опробуются различные новшества. В Башкирии на Арланском месторождении в пласт нагнетают поверхностно-активные вещества. Там достигнуто увеличение коэффициента нефтеотдачи на семь процентов. На Туймазинской площади успешно используют углекислоту для воздействия на продуктивные пласты. На тонну этого вещества дополнительно извлекается шесть тонн нефти — арифметика, которая нас очень устраивает. Сейчас в Уфе строится завод по производству двуокиси углерода из газовых отходов нефтеперерабатывающей промышленности.

Можно перечислить и другие способы, которые берут на вооружение нефтяники, стремясь максимально использовать содержимое нефтяных коллекторов. Опробуются термические методы, особенно на месторождениях с очень тяжелой и малоподвижной нефтью. Разработка таких месторождений представляет особой сложности проблему, практически еще не решенную мировой практикой.

В СССР уже получены обнадеживающие результаты от испытания новых тепловых способов воздействия на залежи. К ним относятся, например, термощадный метод, опробованный в промышленных масштабах на Ярегском месторождении в Коми АССР, метод создания внутрипластового очага горения — когда прямо в недрах благодаря регулируемому «искусственному пожару» возникает высокая температура, которая также способствует повышению работоспособности пластов.

Доказанная эффективность большинства из опробованных новинок позволила разработать сейчас долгосрочную комплексную программу внедрения качественно новых методов в нефтяную промышленность. Осуществление этого плана потребует создания совершенно новых производств, заводов, расширения мощностей химической, электротехнической, машиностроительной и других отраслей промышленности. Выделены дополнительные ассигнования специально для налаживания выпуска средств, необходимых для повышения нефтеотдачи пластов. Реализация этой программы, как мы считаем, позволит увеличить степень извлечения нефти на 5—25 процентов, в зависимости от физико-геологических условий залежей.

## КОРРЕСПОНДЕНТ:

— Технический прогресс, использование достижений науки, как вы уже отмечали, Владимир Иванович, за короткое время превратили нефтяную промышленность в современное крупномасштабное производство с высокими и устойчивыми темпами роста. Но техника остается мертвой, пока не попадает в руки людей, способных использовать ее с наибольшей эффективностью...

## В. И. КРЕМНЕВ:

— Да, несомненно. В центре внимания нефтяников не только проблемы техники и технологии. Партия учит, что решающее значение имеют люди, управляющие техникой, их высокая творческая инициатива, стремление использовать резервы производства.

Действенным инструментом повышения эффективности труда, мобилизации людей на успешное претворение в жизнь решений XXV съезда КПСС стало социалистическое соревнование. Главным его содержанием явилась борьба за достижение наивысшей производительности труда на каждом рабочем месте, на всех установках, предприятиях.

Выполнить задачи, поставленные перед собой нефтяниками, не просто, особенно в сложных условиях новых осваиваемых ими районов Сибири и Севера. Но всех вдохновляет высокая оценка их труда, данная Л. И. Брежневым на XXV съезде партии: «То, что было сделано, то, что делается в этом суровом крае, — это настоящий подвиг. И тем сотням тысяч людей, которые его совершают, Родина отдает дань восхищения и глубокого уважения».

## КОРРЕСПОНДЕНТ:

— И, наконец, последний вопрос. Если заглянуть немного вперед, каким представляется вам, Владимир Иванович, нефтяной промысел будущего?

## В. И. КРЕМНЕВ:

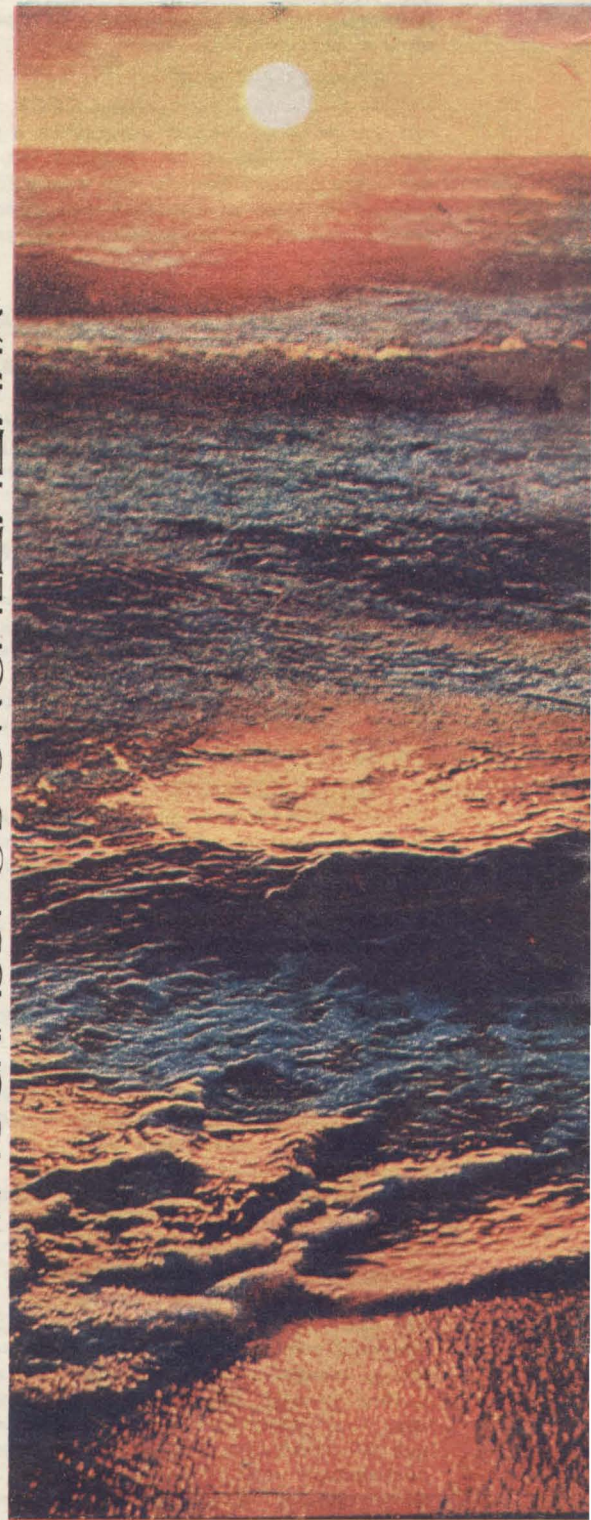
— Только как промысел-автомат. Начавшийся уже сейчас процесс полной автоматизации нефтяного производства должен в конечном счете совершенно изменить и характер освоения новых нефтяных площадей. Мне представляется, что уже в недалеком будущем мы увидим промыслы, работающие вообще без обслуживающего персонала и управляемые с больших расстояний. И тогда, создавая нефтяные промыслы среди тайги, бескрайней тундры, в выжженных солнцем песках пустынь, люди смогут обойтись без необходимости сооружать тут же, рядом, новые города, рабочие поселки, прокладывать коммуникации. Выигрывает от этого и природа.

Прогнозы, разумеется, могут быть самыми различными, но одно можно с уверенностью сказать: научно-технический прогресс сделает возможным осуществление самых сложных, быть может и кажущихся пока фантастическими, проектов и планов. Завтрашний день нефтяной промышленности создается уже сегодня.

А. Краснопевцев

Вихри  
в океане

РАССКАЗЫ ОБ ЭКСПЕДИЦИЯХ





«Циклон» и «антициклон», сугубо научные термины, уже прочно вошли в наш повседневный язык. И не столько благодаря газетам, радио и телевидению, сколько потому, что нам на себе приходится испытывать действие этих тысячекilометровых вихрей, переносящих холодные и теплые массы воздуха. И вовремя собранный урожай, и удачно проведенный отпуск зависят от того, как эти вихри будут себя вести.

Но представьте теперь: вам сообщили о том, что в океане тоже существуют свои циклоны и антициклоны и в данную минуту какой-нибудь из них движется, скажем, в Атлантике — от берегов Африки к берегам Америки. Вызвало бы это сообщение какой-нибудь интерес? Скорее всего — самый минимальный.

В самом деле, кого может волновать циклон, который никогда не выйдет на берег и в нашей сухопутной жизни никакой «погоды не делает»?

Вот тут-то мы и ошиблись, хотя еще лет десять назад этой ошибки никто бы не заметил.

### 1)

Когда были обнаружены океанические циклоны-вихри, они представлялись чем-то экзотическим, просто любопытным явлением природы, не имеющим принципиального значения для циркуляции океанских вод или для взаимодействия океана и атмосферы. Но очень скоро стало ясно, что их роль в обоих процессах весьма велика (хотя остается неясным, какова же она в точности, эта роль).

Сейчас можно предположить, что океанические циклоны и антициклоны активно работают на «кухне погоды», хотя это участие не является столь непосредственным, как у их атмосферных сородичей. Тем не менее океанические вихри переносят большие массы холодной и теплой воды, заметно перераспределяя в океане тепловую энергию. А от распределения тепла довольно сильно зависит состояние атмосферы, а значит, и погода.

Однако важно и другое. Синоптические, как их еще называют, вихри являются составным элементом общей циркуляции океана. А знание общей циркуляции абсолютно необходимо не только для прогноза погоды, но и для требований навигации, изучения и освоения минеральных и биологических ресурсов.

### 2)

Разговор об океанических вихрях совсем не случайно начат с атмосферы. В последнее время океанологи при решении своих собственных задач довольно часто обращаются к метеорологам. Это связано с тем, что методы построения динамических атмосферных моделей уже хорошо разработаны и многие из них, в несколько модифицированном виде, могут применяться для решения задач динамики океана.

Нет ничего более непостоянного, чем погода. Другими словами, состояние атмосферы меняется в пространстве и во времени. Это значит, что температура, влажность воздуха, направление и сила ветра в один и тот же момент времени различны в различных точках земного шара, а с другой стороны, в каждой данной точке изменяются со временем. Масштабы и периоды этой изменчивости самые разнообразные — суточные, сезонные, годовые. Рассматривая долго- и короткопериодные колебания порознь, мы приходим к понятиям климата и погоды.

Климат планеты представляет собой среднюю за много лет, в некотором смысле устойчивую характеристику атмосферы — это всегда холодные полюса и теплые тропи-

ки. Это общая циркуляция атмосферы, включающая например, постоянный поток воздуха с запада на восток, опоясывающий Землю в полосе средних широт. Такие особенности состояния атмосферы сохраняются в течение многих лет.

Что же касается погоды, то ей свойственны масштабы заметно меньшие — сутки и месяцы. И одним из главных элементов этой изменчивости являются атмосферные циклоны и антициклоны. Резкие колебания направления и силы ветра, связанные с циклонами, исключаются из картины атмосферной циркуляции, если осреднить эти параметры за большой интервал времени. Остается при этом лишь упомянутый выше устойчивый западный перенос в средних широтах. Однако то, что циклоны как бы исчезают при этой процедуре из поля зрения, не означает, что пропадает их влияние. Напротив, именно циклоны забирают потенциальную энергию, возникающую из-за неравномерного распределения плотности воздуха, переносят тепло от экватора к полюсам и передают энергию устойчивым воздушным течениям.

В океане также можно увидеть устойчивую в среднем систему циркуляции. В нее входит Циркумполярное течение, опоясывающее Антарктиду, гигантские субполярные и

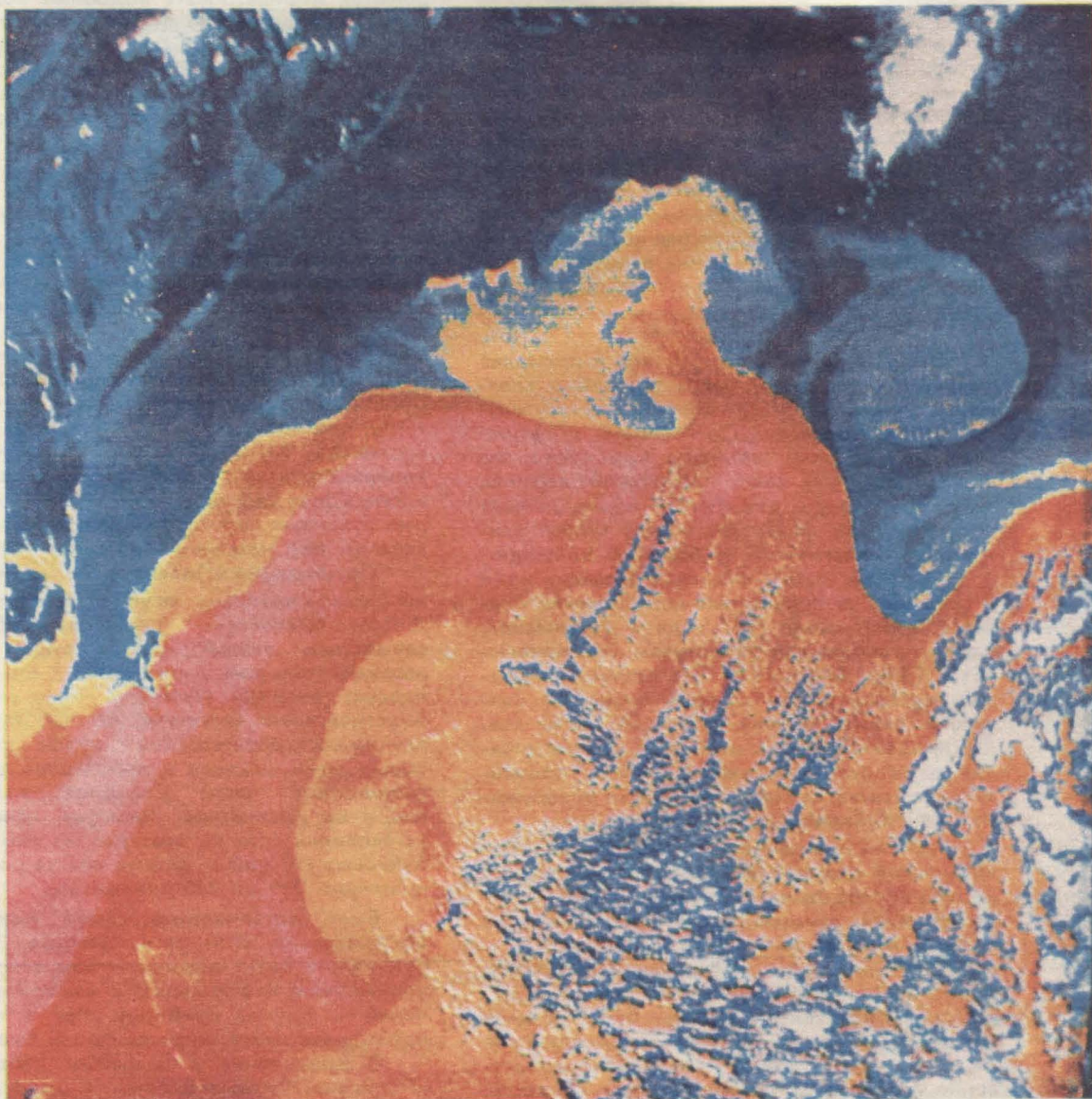
субтропические круговороты, включающие экваториальные и мощные западные течения (Гольфстрим, Куроисио). Такая классическая картина океанической циркуляции сложилась в океанографии довольно давно.

Причем возникало впечатление, что океан в отличие от атмосферы характеризуется только крупномасштабными процессами, то есть «климатом», что в нем отсутствует «погода». «Океанография постоянного тока» — так называли классическую науку об океане на последней ассамблее в Эдинбурге в 1976 году.

### 3)

Факты, противоречащие старым океанографическим концепциям, появились лишь в конце пятидесятых годов. И обязаны они новым методам долговременных измерений в океане.

Попробуйте провести непрерывные измерения в атмосфере в течение хотя бы недели, и вы сразу заметите изменчивость всех характеристик. Другое дело — океан. Он более инертен, динамические процессы в нем протекают гораздо медленнее, поэтому и изучать их надо дольше. Техника таких иссле-



2

Два лика океана. Таким, как на фото 1, предстал океан взору человечества многие тысячи лет — враждебный или дружелюбный, спокойный или яростный, он надежно хранил свои тайны.

И даже современным исследователям океан открывается с большой неохотой. Но все-таки открывается. Да и как устоять, например, перед могучей космической техникой!

Всевидящий космический «телеглаз» совсем по-другому увидел Гольфстрим — знаменитое течение в Атлантическом океане: вместо спокойного, упорядоченного потока океанских вод предстала взору исследователей круговорот циклонов и антициклонов. На фото 2 видны два таких вихря: теплый антициклон севернее основного рукава Гольфстрима и холодный циклон южнее его.



дований также намного сложнее: с корабля это сделать трудно — ведь он дрейфует вместе с течением, которое надо исследовать. Поэтому приходится ставить заякоренные буйковые станции на глубинах, измеряемых километрами. Сложностей много.

И тем не менее надо измерять, потому что другого пути для проверки гипотез и теоретических моделей не существует. И если на заре развития физической океанографии Г. Свердруп заметил, что слишком многие занимаются измерениями в океане и лишь немногие думают над результатами, то в новой ситуации сороковых и пятидесятих годов, как писал замечательный советский ученый В. Б. Штокман, слишком много ученых занималось теорией и слишком мало — проводило целенаправленные измерения.

Идеи долговременных измерений в океане были реализованы в серии советских полигонных экспериментов, открытой пионерскими работами В. Б. Штокмана. Еще в 1935 году он и И. И. Ивановский провели в течение трех недель ряд измерений в Каспийском море по исследованию горизонтальной турбулентности — процесса, играющего важную роль в динамике течений. Они обнаружили, что колебания скорости течений не всегда связаны с возмущающими атмосферными воздействиями, а возникают под действием каких-то внутренних процессов в самих течениях. В 1956 году исследования велись в Черном море при помощи измерителей течений, установленных на заякоренном бую. В 1958 году полигонный эксперимент был проведен уже в океане. В северо-восточной Атлантике. На этот раз были установлены три буйковых станции в углах треугольника со стороной около 160 километров. Это было необходимо, чтобы понять, как колебания скорости течений распределены в пространстве. Измерениям скорости сопутствовали измерения плотности — гидрологическая съемка — в районе полигона.

Эксперименты показали, что в пределах сотни километров скорости течений и плотности могут меняться довольно значительно и что стандартные измерения, проводимые, как правило, не чаще чем через сто километров, не дают правильной картины течений. Однако для более определенных выводов были необходимы еще более длительные измерения и на большей площади.

Крупным шагом вперед в развитии идей и организации полигонных исследований оказался эксперимент 1967 года в Аравийском море, проведенный Институтом океанологии АН СССР. Аравийский эксперимент включал постановку сети из семи буйковых станций, имеющей форму латинской буквы «L». Он продолжался два месяца. И вот полученная на основе этой съемки картина горизонтального распределения плотности обнаружила одну любопытную особенность.

Расчеты, выполненные по данным гидрологической съемки на Аравийском полигоне, заставили подозревать наличие циклонического вихря, вращающегося против часовой стрелки и имеющего холодное ядро.

Это был очень любопытный результат, хотя в полной мере оценить его, имея на руках лишь косвенные данные, было трудно. Характер измерений на Аравийском полигоне не позволил обнаружить вихрь непосредственно — прямыми измерениями скорости. Однако «след», оставленный в океане этим вихрем и обнаруженный в эксперименте, остался и в умах исследователей, давая пищу для размышлений.

В целом Аравийский полигон имел все основные черты экспериментов сегодняшнего дня. Это уже были не отдельные нерегулярные измерения, а целенаправленное исследование комплекса проблем: определение статистических характеристик течений как пространственных, так и временных, поиск источников энергии, определение механизма передачи этой энергии.

Одновременно с советскими экспериментами велись работы по изучению изменчивости океанических течений и за рубежом.

Среди них особую известность получила американская экспедиция «Эрайез» в 1959—1960 годах. Интересно, что первоначальной целью экспедиции была, в частности, проверка теории медленного дрейфа на север глубинных вод в Северной Атлантике, то есть выводов той самой «океанографии постоянного тока». В эксперименте использовались так называемые поплавки нейтральной плавучести, сыгравшие большую роль в дальнейших экспериментальных исследованиях. Такие поплавки могут зависеть на определенной глубине, паря над дном океана, подобно воздушным шарам в атмосфере. Местоположение поплавков, перемещающихся вместе с течением, прослеживалось с борта судна.

Результат оказался весьма неожиданным: вместо того чтобы спокойно плыть со средним течением, поплавки двигались хаотически в различных направлениях. Причем перемещения эти не были связаны ни с приливными колебаниями, ни с переменными атмосферными воздействиями и соответствовали скоростям до 10 сантиметров в секунду, в то время как скорость среднего течения на этой глубине составляла около 1 сантиметра в секунду.

Стало ясно, что следует отказаться от попыток отфильтровать подобные колебания (путем осреднения во времени), как это обычно делалось, например, для устранения «загрязняющего» эффекта приливных возмущений, и заняться непосредственным изучением природы и свойств этих любопытных явлений.

#### 4)

Таким образом, в шестидесятые годы в представлениях о характере течений в океане произошли серьезные изменения. Устойчивые в среднем крупномасштабные циркуляции при ближайшем рассмотрении начали обнаруживать своего рода «мезоструктуру»: циклонические вихри, флуктуации скоростей потоков, неоднородности в температуре, плотности и солености воды. Однако оставалась неизвестной точная пространственная структура мезомасштабной изменчивости. Ответ был получен в последнем из серии советских полигонных экспериментов, известном под названием «Полигон-70».

Организация «Полигона-70», научное руководство которым осуществлял академик Л. М. Бреховских, потребовала больших совместных усилий целого ряда научно-исследовательских институтов страны, в первую очередь Института океанологии и Акустического института АН СССР. Шесть научно-исследовательских судов работали свыше семи месяцев в небольшом квадрате тропической части Северной Атлантики. Как и на Аравийском полигоне, здесь была установлена сеть на этот раз из семнадцати буйковых станций в форме креста размером примерно 240 на 240 километров.

Было организовано самое тщательное обслуживание этой сети. Каждые 25 дней буи нужно было снимать, чтобы собрать накопившуюся информацию с измерителей течений и других приборов. Раз в три дня проводился визуальный контроль буюв.

В дополнение к основным работам на «Полигоне-70» выполнялись и исследования мелкомасштабных процессов — микроструктуры течений, акустических полей и так далее.

Результаты первичной обработки данных превзошли все ожидания: удалось непосредственно зарегистрировать вихревое возмущение скорости течений. Некоторое время спустя сотрудники Института океанологии М. Н. Кошляков и Ю. М. Грачев разработали простую и наглядную кинематическую модель этого антициклонического вихря. Он представлял собой эллипс с большей осью — 400, а малой — 200 километров. Вихрь перемещался на запад со скоростью 5 сантиметров в секунду, орбитальные же скорости течения в нем составляли от 10 (на глубине 1500 метров)

до 25 сантиметров в секунду (на глубине 500 метров).

За первыми результатами последовали и другие. Было высказано предположение, что обнаруженный вихрь был не единственным, что через район полигона двигалась целая группа вихрей. Результаты статистической обработки как будто подтверждают гипотезу о шахматной упаковке вихрей, в которой циклонические вихри чередуются с антициклоническими.

Но ответы стали приходиться позже, сначала были одни вопросы. Был ли пойманный вихрь случайным явлением, а если нет, то как много их в океане? Какова их природа? Не являются ли они «откликом» океана на атмосферные возмущения? Откуда поступает энергия вихревого движения?

Чтобы ответить на эти вопросы, нужны были новые измерения и новые теоретические модели.

В середине 1973 года американские океанографы начали исследования по программе «МОДЕ-1» (по первым буквам английского названия «Срединно-океанический динамический эксперимент»). В экспедиции принимали участие также ученые из СССР, Англии и ФРГ.

Район «МОДЕ-1» располагался также в Северной Атлантике, но несколько севернее и ближе к Гольфстриму, чем «Полигон-70». То, что в обоих случаях местом исследования была выбрана Северная Атлантика, не случайно. Этот район Мирового океана особенно важен в системе глобального взаимодействия океана и атмосферы, здесь резко выражены особенности океанической циркуляции — субтропический круговорот и мощное пограничное течение Гольфстрим, в значительной мере определяющее климат в Северном полушарии.

В конце четырехмесячного периода интенсивных исследований было получено огромное количество совершенно новых данных. Долговременные измерения скоростей течений с помощью дрейфующих поплавков «Софар» дали статистическую картину распределения вихрей в пространстве и времени. Оказалось, что можно говорить о «вихревом поле», интенсивность которого в океане не одинакова. Другими словами, вихри не везде встречаются одинаково часто. Многие говорили за то, что возможны заметные различия не только в динамике отдельных вихрей, но и в процессах взаимодействия их друг с другом и со средней циркуляцией.

#### 5)

И все-таки по-прежнему многие вопросы оставались без ответа. Где источник вихрей, «насеменяющих» субтропический круговорот в Северной Атлантике? Откуда черпают они свою энергию? Переносят ли вихри достаточное количество движения и тепла, чтобы повлиять на крупномасштабные поля течений, плотности и давления?

В последующие годы вихри стали обнаруживать не только в Атлантике. Американские ученые Бернштейн и Уайт, проанализировав множество замеров температуры вдоль разрезов в Тихом океане, предположили, что наблюдаемые неоднородности с масштабом в сотни километров связаны с океаническими вихрями, покрывающими, как мозаика, большую часть океана. Меньшие по размерам и более разрозненные вихри были обнаружены в Северном Ледовитом океане.

Так на место старой концепции о гладких течениях, опоясывающих океаны, пришли представления о системе вихрей, покрывающих более или менее плотно большую часть Мирового океана.

Но что же все-таки представляют собой эти вихри? Какова их физическая природа? Хотя сейчас и нельзя в точности ответить на подобные вопросы, некоторые соображения



на этот счет все же имеются. Однако, прежде чем изложить их, сделаем одно отступление в область гидродинамики.

Крупномасштабной циркуляции океана сопутствует некий тип колебаний, при посредничестве которых ей передается энергия от атмосферных процессов. Это планетарные волны Россби, названные по имени открывшего их известного шведского геофизика. Они горизонтальны и распространяются преимущественно на запад со скоростью около нескольких сантиметров в секунду.

Хорошую иллюстрацию роли волн Россби в передаче энергии от атмосферы крупномасштабным течениям можно увидеть в Индийском океане. Здесь в начале летнего муссона ветер резко меняет свое направление, в океане при этом возбуждаются волны Россби, которые распространяются на запад и несут с собой информацию о возникших возмущениях. А через несколько недель у западной границы Индийского океана, у берегов Африки, возникает Сомалийское течение — аналог Гольфстрима в Атлантике и Куроисио в Тихом океане.

Все это очень интересно, но причем тут вихри? — спросите вы. Так вот, сейчас есть все основания считать, что циклонические вихри тесно связаны именно с волнами Россби.

Возможна, например, такая картина. Поначалу «отклик» океана на атмосферные возмущения больших масштабов представляет собой совокупность планетарных волн, не взаимодействующих друг с другом. Так происходит пока скорости движения частиц воды много меньше фазовой скорости волны. Когда же скорость течений возрастает до десятка сантиметров в секунду, возникают нелинейные эффекты: волны начинают взаимодействовать друг с другом и с течением, порождая сложную, запутанную картину движения.

Этот хаос напоминает известное турбулентное движение в жидкости, но имеет одно весьма существенное отличие. Если обычная турбулентность трехмерна, то есть частицы воды хаотически двигаются во всех трех направлениях, то крупномасштабная турбулентность в океане квазигоризонтальна — почти двумерна. Это является, в частности, результатом квазигоризонтальности океана в целом: его глубины в тысячи раз меньше его горизонтальной протяженности. Отсюда и объяснение пространственной структуры вихрей, имеющих диаметр в десятки и сотни километров при глубине не более километра.

В двумерной турбулентности возможен процесс слияния мелких вихрей в более крупные. Так передается энергия от волн Россби к мелким вихрям, а от них — к движениям все больших масштабов. Этот факт, вероятно, очень важен для понимания того, как взаимодействуют вихри с крупномасштабным течением.

6)

Сказанное выше относится к срединно-океаническим вихрям типа тех, что были открыты и детально изучены в экспериментах «Полигон-70» и «МОДЕ-1». Однако есть еще один, очень любопытный и красивый вид вихревого движения в океане, известный уже сорок лет. Это так называемые «кольца», или, на океанологическом жаргоне, «ринги» Гольфстрима (по-английски «кольцо» — ring). И если мы умолчали о «рингах» в начале нашего рассказа, то лишь потому, что их связь с вихревыми движениями вообще и их роль в перераспределении кинетической энергии и тепла в океане осознается лишь сейчас, после открытия срединно-океанических вихрей.

Что представляют собой эти «кольца»? Вообразите русло реки, его вид с самолета. Это, как правило, петляющая, извивающаяся змейкой лента. Примерно так же ведет себя Гольфстрим — своеобразная река в океане. Если рассматривать фотографии Гольфстри-

ма, сделанные со спутников, можно увидеть волнообразные искривления его струи. Они обусловлены неустойчивостью всех, подобных Гольфстриму, струйных течений. Иначе говоря, возникшее по какой-либо причине малое возмущение струи течения начинает из-за неустойчивости расти, по струе словно проходит волна. Такое явление называется меандрированием Гольфстрима, а петли, которые при этом образуются, — меандрами (по аналогии с речными меандрами). В исследовании этого явления большая заслуга принадлежит советским ученым, в частности Б. А. Тареву.

Так вот, если возмущение продолжает расти, то меандр может сильно вытянуться и оторваться от струи течения. Оторвавшись, он смыкается и образует кольцо, вода в котором вращается с очень большой, до метра в секунду, скоростью. Кольца, родившиеся к югу от Гольфстрима, имеют холодное ядро и циклоническую завихренность (вращение против часовой стрелки), в то время как их антиподы на северной стороне несут в ядре теплую воду Саргассова моря и являются антициклоническими. Эти кольца могут возвращаться, и тогда Гольфстрим поглощает их, но могут и отправиться в самостоятельное путешествие на долгий срок — их время жизни достигает одного, а порой и двух лет. Причем чаще всего они предпочитают двигаться на запад и юго-запад. Полагают, что причиной здесь является вращение Земли — действие силы Кориолиса.

7)

Наблюдения в океане и теоретические исследования идут в сегодняшней океанологии плечом к плечу, стимулируя друг друга. Важнейшим звеном здесь является процесс численного моделирования динамических процессов электронно-вычислительных машин.

На численных моделях были получены разнообразные картины вихревого движения в океане, в том числе упоминавшиеся «кольца» струйных течений, слияние мелких вихрей в более крупные элементы циркуляции и многое другое. Сейчас ясно, что для того, чтобы служить достаточно хорошим приближением к реальному океану, модель должна учитывать совместное действие ряда факторов: неустойчивость течений, взаимодействие вихрей, неровности дна, форму океанических бассейнов и многое другое. Но, подчеркнем, только сравнение с результатами наблюдений в реальном океане может дать уверенность в том, что стройное здание теории не окажется на практике воздушным замком.

Теоретикам для их моделей требуются экспериментальные данные, экспериментаторы же нуждаются в советах теоретиков относительно того, что измерять, как долго, часто и плотно, с какой точностью. Лучше всего было бы иметь возможность вести синоптические наблюдения на всей акватории океана, подобно тому, как это делается в метеорологии при помощи разветвленной сети метеостанций. Однако организовать в океане такую сеть буйковых станций (хотя бы по одной в двухградусном квадрате) — дело, практически невозможное. Одно лишь обслуживание такой сети обошлось бы в несколько миллиардов рублей в год, не говоря уже о технических сложностях.

В последнее время быстро развиваются методы спутниковой океанографии, позволяющие получать довольно подробную картину состояния поверхности океана благодаря огромному полю зрения. Уже сейчас дистанционное зондирование позволяет определить температуру поверхности океана с точностью до 1°C, начинают разрабатываться методы измерения солёности, уже возможно определение характеристик морского волнения. Фотографии, сделанные со спутников, позволяют увидеть холодные и теплые «кольца» Гольфстрима, его меандры.

Совсем недавно было обнаружено, что и срединно-океанические вихри, вообще говоря, не выходящие на поверхность, порождают «языки» теплой и холодной воды, различимые со спутников.

Тем не менее дистанционные методы позволяют исследовать процессы, происходящие в толще океана, лишь косвенным путем. Полная информация может быть получена только прямыми измерениями. Эту задачу решили эксперименты «Полигон-70» и «МОДЕ-1». Количество информации, полученной в них, столь велико, что даже к настоящему времени она полностью еще не обработана. Однако природа щедра — в нагрузку к новым данным она дает нам и новые вопросы, для разрешения которых требуются более сложные, более целенаправленные эксперименты.

Одним из таких экспериментов должна стать совместная советско-американская программа «ПолиМОДЕ». Это название образованное из слов «Полигон» и «МОДЕ», символизирует преемственность целей и объектов исследований, проведенных в «Полигоне-70» и «МОДЕ-1». Надо сказать, что не только целесообразность научных контактов и кооперирования привела к разработке программы совместного эксперимента, в котором также принимают участие Канада, Англия, Франция и ФРГ. Объем предполагаемых исследований, их продолжительность, разнообразие используемых технических средств слишком велики, чтобы одна или даже две страны смогли взять на себя полное проведение эксперимента. Таков размах исследований океана в наше время, и успех этих исследований может быть обеспечен только широким международным сотрудничеством, совместными усилиями специалистов многих стран.

Измерения охватят западную часть Северной Атлантики, где разместятся советский синоптический полигон, американский эксперимент с поплавками нейтральной плавучести и канадская буйковая постановка в струе Гольфстрима. В восточной части океана некоторые исследования проведут ученые Англии, Франции и ФРГ. Эксперимент, начавшийся в июле 1977 года, продлится до конца 1978 года. Научное руководство советской частью эксперимента осуществляет директор Института океанологии член-корреспондент Академии наук СССР А. С. Монин, а непосредственное руководство полевыми работами — профессор В. Г. Корт.

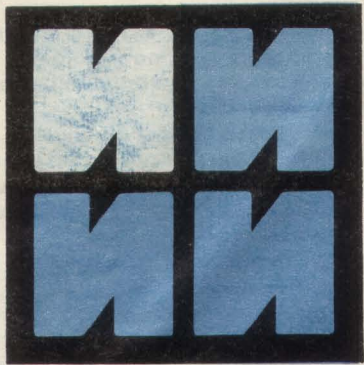
Задача «ПолиМОДЕ» состоит в более детальном по сравнению с «Полигоном-70» и «МОДЕ-1» исследовании структуры и динамики синоптических вихрей. Основной интерес представляют проблемы образования этих вихрей и взаимодействия их с крупномасштабным течением, а также между собой. С этой целью для экспериментов необходимо было выбрать такой район, в котором вихри имеют большую энергию, чем в районах «Полигона-70» и «МОДЕ-1», и где вместе с тем достаточно хорошо выражено крупномасштабное течение. Этим условиям, по-видимому, удовлетворяет район в Саргассовом море к югу или юго-западу от Бермудских островов. В отличие от «Полигона-70» в советской части эксперимента «ПолиМОДЕ» предусмотрена в два раза большая продолжительность экспедиции, более рациональная расстановка буйковых станций и значительно больший объем судовых измерений температуры, солёности и плотности.

Есть основания надеяться, что предстоящий эксперимент столь широкого масштаба принесет интересные результаты и поможет стереть еще одно из «белых пятен» в наших представлениях о Земле.

\* \* \*

Из сообщений радио и газет наши читатели, вероятно, уже знают, что эксперимент «ПолиМОДЕ» начался. О ходе его, в деталях и в целом, мы расскажем в одном из следующих номеров.





## Не обижайте насекомых!

Начиная с 1972 года, каждые два года, энтомологи Советского Союза собираются на совещания, посвященные охране насекомых. Проводит их Горный комитет Международного союза охраны природы, Центральная лаборатория охраны природы Министерства сельского хозяйства СССР, Всесоюзный институт защиты растений и Министерство сельского хозяйства Армении.

В настоящее время специалисты полагают, что число зарегистрированных видов насекомых приближается к миллиону! Это лишь число видов, а общее количество насекомых, населяющих нашу планету, очевидно, достигает гигантских цифр. Для средней полосы Западной Европы, например, на один квадратный сантиметр суши приходится 5—10 насекомых. В субтропиках и тропиках их количество во много раз больше. И если придерживаться данных, установленных для средней полосы, общая численность насекомых на Земле приближается к миллиарду миллиардов. Как считают некоторые демографы, в ближайшем будущем население земного шара составит четыре миллиарда человек. В таком случае на одного человека должно приходиться в среднем 250 миллионов насекомых. Но даже исчезновение одного из армии видов насекомых может привести к непредвиденным экологическим последствиям.

Немногим известно, какую пользу приносят осы, эти всплывчиво-раздражительные насекомые, мухоежоры, охотницы за пауками, проходчики тоннелей, искусные мастера воздушных и наземных гнезд. Чтобы вырастить одного «детеныша», некоторые осы скармливают личинке сотни тлей, десятки гусениц и жучков. Общий вес пищи всегда превосходит вес самой осы. А некоторые землеройные осы откладывают яйца на гусениц и личинок, поедаемых осиной молодью, уничтожая таким образом жертву до того, как она успела при-

нести вред растению или животному.

По свидетельству председателя Горного комитета Международного союза охраны природы Х. П. Мириманяна, в Армении, Азербайджане, среднеазиатских республиках от ядохимикатов гибнет немало пчел. Особенно пагубно для пчел действие пестицидов.

А как показала практика, если уменьшается численность насекомых-опылителей на 30—40 процентов, падает урожайность, например, огородно-бахчевых культур или плодовых насаждений.

Исчезает в связи с усиленным отловом коллекционерами множество реликтовых и эндемичных видов насекомых. Это сотни самых разнообразных видов бабочек, поражающих нас красотой и совершенством форм.

Как отмечают энтомологи Грузии и Армении, немедленной и срочной защиты требуют 56 видов редких, малоизвестных, эндемичных видов бабочек.

В настоящее время стала очевидной и необходимость сохранения всего генофонда растительного и животного мира. Для того чтобы уберечь от гибели отдельные виды насекомых, необходимо позаботиться о сохранении среды их обитания. Насекомые прямо или косвенно оказывают влияние на окружающую природу, поэтому от сохранения насекомых выигрывает и животный и растительный мир. Превращение той или иной территории в заповедную зону обычно создает преимущества для фауны и флоры и, кроме того, приносит материальные выгоды.

Дело охраны насекомых настоятельно требует, чтобы защита культурных растений от вредных насекомых и болезней была целенаправлена и научно обоснована. Энтомологи считают, что ловлю редких видов насекомых следует рассматривать как браконьерство, а виновных привлекать к уголовной ответственности!

На совещании был поднят вопрос о создании специальных небольших заповедников для охраны насекомых и о составлении списков видов для включения их в Красную книгу Советского Союза.

## Трафарет для дома

— Я вас об одном прошу,— А. Марцинкевич, директор Свердловского филиала института «Индустройпроект» смотрел на меня иронически.— Забудьте фразу: «Дома растут как грибы». Она нелепа и даже искажает суть дела. Это выражение дилетанта, которому неведомо было, как у каменщика ноет после работы спина и гудят ноги.

— Может, раньше она была несправедлива,— неуверенно возразил я,— а сейчас, в век панельного домостроения, верна?

Директор переглянулся с К. Токманом, главным инженером института. После чего каждый из них окинул меня взглядом, в котором была неприкрытая жалость к невежде.

— Уже давно детали из железобетона делают с точностью,— продолжал А. Марцинкевич,— выгодной экономически, а вот как монтировать с максимальной возможной точностью? Здесь-то и рождается идея принудительного монтажа. При нем в отличие от монтажа свободного все положения деталей здания predeterminedены заранее своеобразным «трафаретом». С помощью кондукторов, компенсаторов, так называемых площадок опирания элементы домов ставят в проектное положение. Конечно, это не «железная» фиксация, и об автоматике говорить рано. Полностью

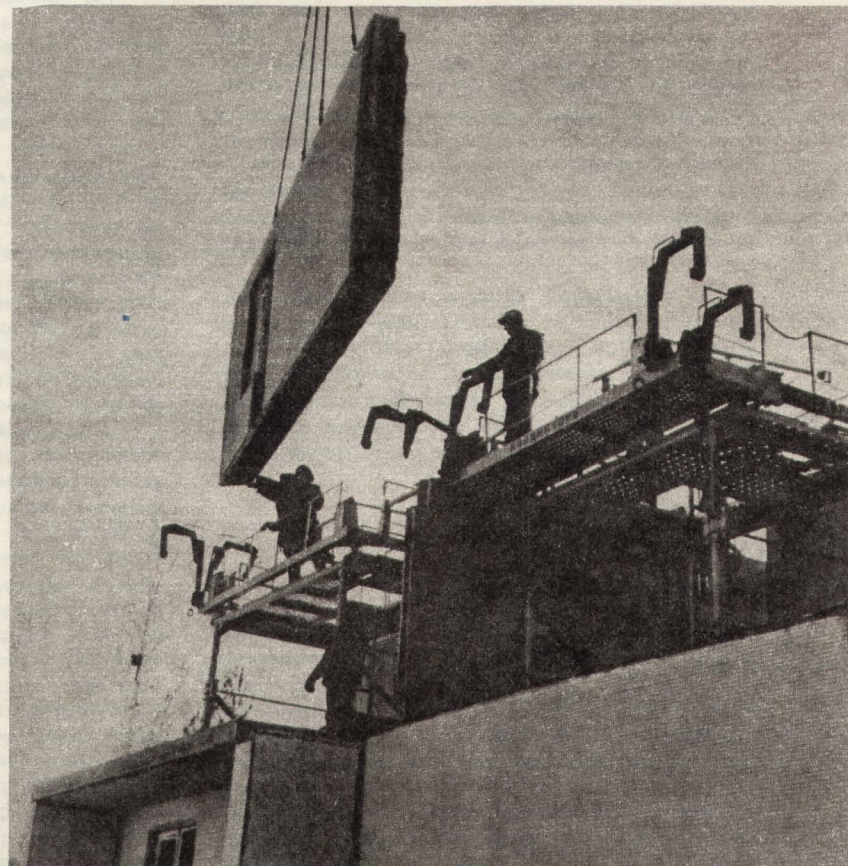
сосновый лес. Руководители института остаются внизу, а я вместе с лучшим бригадиром Главсредуралстроя Валентином Сыщенком поднимаюсь на девятый этаж строящегося двенадцатиэтажного дома, где сейчас и идет монтаж. Это серьезная организация; по объему работ она не уступает иному строительному министерству: одного жилья — 600 тысяч квадратных метров в год!

Пока отмериваем ступеньки, В. Сыщенко рассказывает:

— Три события произошли в моей жизни в 1972 году. Дали мне новую бригаду — раз. Начали мы строить дома новой серии, такие, как этот: 12 этажей, 96 квартир — два. И третье событие: вызвал меня начальник стройуправления: «Будешь работать с новой оснасткой!» Я люблю, когда новое. Обрадовался. И теперь скажу — недаром. Без этой оснастки не могу работать! Немыслимо... Я уж давно забыл, как надо залезать на панель, закреплять ее, ломом ставить на место. Впрочем, смотрите.

Мы вступили на площадку восьмого этажа; на нем возвышалось какое-то сооружение из легких рам, соединенных между собой тягами.

— Рамы,— пояснил В. Сыщенко,— образуют шесть кондукторов. Каждый состоит из составной балки, которую можно раздвигать, вертикальных трубчатых опор, вилочных захватов, соединительных тяг. Еще — настил с ограждениями для рабочих. Кондуктор ставят краном на перекрытие, и можно работать.



принудительного монтажа еще не существует. Но — без ложной скромности — нам удалось сделать приличный шаг в этом направлении...

И вот мы катим на «рафике» в один из районов новостроек строительства.

Район московского торфяника, Волгоградская улица, недалеко

Слушая бригадира, я смотрел, как в воздухе плыла панель. Вот кран опустил ее под вертикальные вилочные захваты, укрепленные на рамах кондукторов. Монтажник нажал кольцо фиксатора, захват упал на панель и поставил ее в нужное положение. Сыщенко выразительно щелкнул по стеклу наручных часов: «Панель установлена за 30 секунд!»



Я наблюдал за работой полуавтомата, слушая объяснения бригадира. После окончания монтажа панелей в первой позиции кондукторов кран подцепил половину комплекса на следующую. Кондукторы тугами пристегнули к оставшейся половине комплекта за десять минут.

— За четыре года,— подвел итог Сыщенко,— мы смонтировали тридцать девяти-, двенадцати-, шестнадцатизэтажных домов. Комплект оснастки для одного дома стоит 10 тысяч рублей, но уже в первый год эксплуатации он экономит более 25 тысяч!

Раньше собирали дом за 82 часа, теперь — за 72, трудоемкость уменьшилась на 20 процентов, а затраты кранового времени — на 430 часов. Это, знаете ли, не шутка.

Но теперь я и сам понимал, что это действительно не шутка. Когда сошел вниз, А. Марцинкевич спросил: «Ну, как?» Я восхищенно развел руками.

— И все-таки не говорите, что дома растут как грибы. Как грибы — это когда полная автоматизации сборки. Впрочем, через пару лет вы, может быть, еще напишете об этом.

## Скважина-«дерево»

Нефть, как известно, губительно действует на растения. А вот корни нового «дерева» не только не страшатся ее, но, наоборот, стремятся впитать как можно больше темной маслянистой влаги. Подобное «дерево» — не селекционное чудо и не феномен растительного мира. Его создали, именно создали, а не вырастили люди, далекие от ботаники.

«Нефтяное дерево» — это оригинальной конструкции скважина, у которой в отличие от всех других, помимо одного ствола, есть еще и хорошо развитая корневая система. Каждый «корень» — это отходящая от основного вертикального ствола горизонтальная скважина, пробуренная непосредственно в нефтяном пласте. Расходясь веером от забоя, скважины-«отростки» в состоянии дотянуться до насыщенных нефтью удаленных участков.

Созданный учеными Всесоюзного научно-исследовательского института буровой техники под руководством кандидата технических наук А. Григоряна новый метод бурения таких разветвленно-горизонтальных скважин позволяет как бы заново открывать старые, уже истощенные месторождения нефти. Правда, «истощенными» в большинстве случаев их можно назвать лишь условно. Зачастую уже закончившие свою производственную деятельность залежи содержат неизмеримо больше ценного сырья, чем удалось извлечь его за долгие годы эксплуатации месторождения.

При существующих методах добычи обычно на поверхность попадает меньше половины тех запасов, что заложила природа в нефтяные пласты. По международной статистике на каждую

тонну извлеченной нефти приходится две тонны, оставшиеся в земле. Есть залежи, где нефть настолько густа, неподвижна или же заключена в столь непроницаемую оболочку из известняков, доломитов, плотных песчаников, что из пластов ее приходится буквально выколупывать, как ядро из ореховой скорлупы. В этом случае уже используются всего 5—10 процентов запасов залежи, а остальной ее нефти

такая скважина-гигант действительно может быть сравнима с целым промыслом. Она дает в 10—20 раз больше нефти, чем обычная скважина.

Уже разработан проект скважины-гиганта, длина корней которой достигает нескольких тысяч метров. Таким образом, станет доступной нефть, залегающая в наиболее сложных природно-геологических условиях.

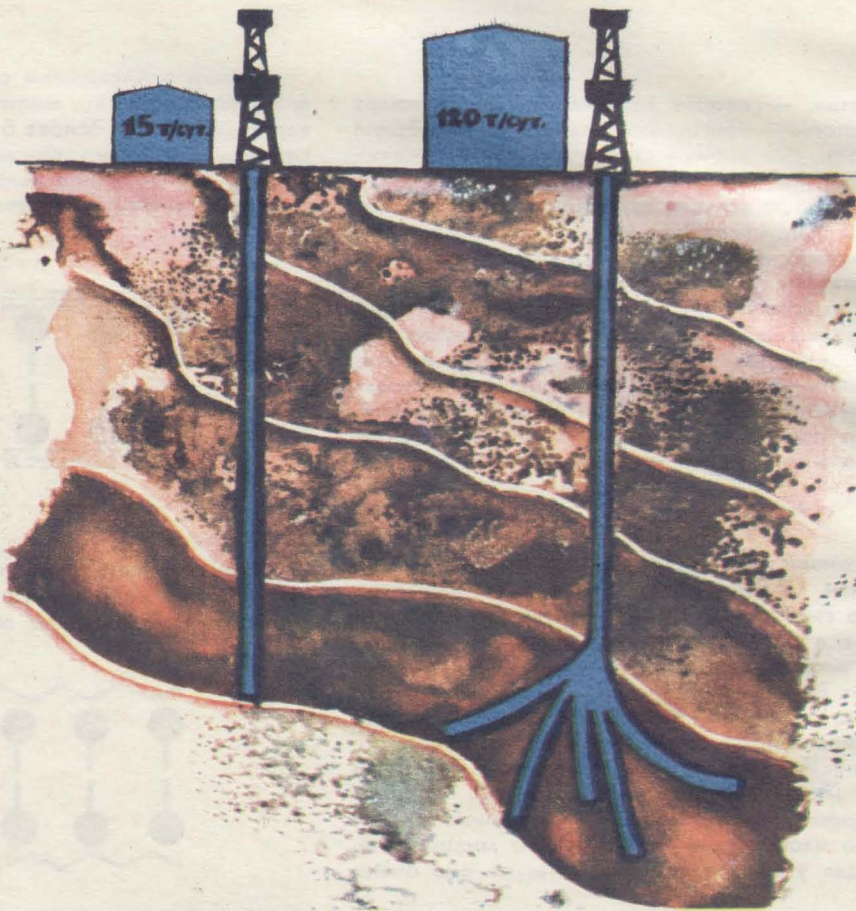


Рисунок Н. Остольской

грозит опасность навсегда остаться замурованной в недрах.

Встречая на пути более плотные преграды, нефть вообще прекращает движение, застывая в пласте густыми озерцами. Эти целики, как называют их нефтяники, — наверняка потерянная нефть, если только не удастся попасть в них со снайперской точностью пробуренной с поверхности скважиной. В то же время каждая буровая — это сотни тысяч рублей, причем львиная доля этих средств расходуется в буквальном смысле впустую, так как, прежде чем добраться до продуктивного пласта, ствол скважины минует несколько тысяч метров пустых пород.

Вот эти «порожние рейсы» и позволят ликвидировать разветленно-горизонтальное бурение. Вместо того чтобы уплотнять на старых месторождениях сетку скважин, пробуривая их с поверхности, дополнительные стволы создают только в теле самого пласта. С поверхности же бурится только один вертикальный ствол, от которого затем в глубь залежи в разных направлениях, подобно шупальцам, проникают искривленные скважины. Создается нечто вроде автономного подземного нефтепромысла. Кстати, по своей продуктивности

## Вылечили бактерию

Когда клетка не производит какой-нибудь белок, виновата ДНК. Значит, ген, ответственный за синтез этого белка, не работает. Дефект может быть результатом мутации, а может быть получен от материнской клетки в наследство. В последнем случае возникает наследственное заболевание. Например, галактоземия — неспособность организма усваивать молочный сахар — галактозу.

Возникает галактоземия оттого, что в ДНК зародыша поврежден участок, ответственный за синтез фермента, расщепляющего галактозу. Ясно, что, чем лишать младенца материнского молока, лучше заменить этот участок на новый или просто ввести ген, синтезирующий нужный фермент. Однако легко сказать «вставить ген»!

В Институте вирусологии АМН СССР под руководством профессора Т. И. Тихоненко удалось вылечить от галактоземии бактерию.

Сначала у исследователей был вирус, называемый фагом. Фаг нес в себе галактозный оперон — комбинацию генов, ответствен-

ных за синтез фермента, расщепляющего галактозу.

Ученые расщепили ДНК фага на несколько частей. Затем нужный оперон был перенесен в большую бактерию. Это делают с помощью плазмиды — молекулы ДНК, находящейся вне хромосомы, в плазме. Плазмиды могут перемещаться из клетки в клетку и доставлять новую информацию. Самые изученные из плазмид те, что несут гены устойчивости к антибиотикам. И в нашем случае использовали плазмиду, содержащую ген устойчивости к антибиотиком кольцину.

В нормальном состоянии плазида представляет собой замкнутое кольцо. Его, подействовав на плазмиду той же рестриктазой, разрезают в одном месте. Рождается линейная молекула с «липкими концами», комплементарными «липким концам» оперона. Подействовав на смесь ферментом лигазой, их опять сшивают в кольцо, которое содержит оперон и исходную плазмиду. Получена новая, до сих пор не существовавшая плазида. В бактерию, «больную» галактоземией, направляют такую плазмиду, и та передает ей недостающий оперон — вот и весь «курс лечения». Но есть еще одна немаловажная деталь. Дело в том, что в цепях ДНК, кроме генов, находятся промоторы — последовательности нуклеотидов, регулирующие действие генов. В нашей плазмиде два таких промотора — один из них просто заставляет ген синтезировать фермент, расщепляющий галактозу. Другой осуществляет более тонкую регуляцию. В обычной, здоровой бактерии действие первого промотора подавлено и работает в основном второй. Он действует как регулятор с обратной связью — как только количество поедаемой клеткой галактозы превысит ее потребности, промотор приостанавливает синтез фермента.

В плазмиде доминирует первый промотор. К тому же одна клетка обычно содержит несколько плазмид, которые работают самостоятельно. В таком состоянии она напоминает пресловутого «кадavra желудочно неудовлетворенного». Представьте себе, что человека снабдили десятком ртами, каждый из которых потребляет пищи столько, сколько у нормального человека один. Но потребности организма остались те же, и если такого «кадavra» снабдить к тому же неограниченным количеством еды, то он скоро погибнет от обжорства. В таком же положении находится и клетка.

Нужно ликвидировать первый промотор. И советским ученым впервые в мире удалось этого достичь. В результате клетка потребляет столько галактозы, сколько ей нужно для нормального существования.

Первый шаг в лечении наследственных заболеваний новым методом сделан. Что же нужно, чтобы перейти к человеку? Очень много. Но, возможно, от бактерии до человека окажется ближе, чем от молекулы до бактерии...



# Архитектура мембран

«Мой дом — моя крепость», — говорят англичане. Каждая живая клетка тоже имеет свою крепость — клеточную мембрану. Мембрана окружает клетку со всех сторон. Как верный страж, она решает, какие молекулы пропустить внутрь, какие задержать. Через мембрану идет активное удаление веществ, которые вредны сами или вреден их избыток. Мембрана оцетилилась приемными устройствами, которые улавливают сигналы извне и позволяют клетке приспособиться к окружающей среде, а также поддерживать связь с другими клетками. Ничуть не преувеличивая, известный американский ученый Гар Никольсон писал: «Поверхность клеток — важнейшее место контроля их роста, деления, развития, связи, дифференцировки, смерти». Интерес к мембранам все возрастает. Исследования их структуры и функций сулят не только лучшее понимание работы клетки, но и причин многих болезней. Однако пока приоткрыта лишь первая завеса, за которой видны контуры сложного и совершенного механизма — клеточных оболочек.

\*\*\*

Как устроена мембрана живой клетки? Философы Древнего Рима такую проблему не обсуждали. Средневековая инквизиция, несмотря на свою осведомленность, не смогла найти себе жертву среди исследователей этого вопроса. И все потому, что сами клетки — единицы, из которых складывается все живое, — были открыты лишь в середине XVII века. Но еще много лет спустя существование оболочки вокруг каждой клетки ставилось под сомнение. Уже были созданы теории о мембране, которая избирательно пропускает ионы и создает разность потенциалов. Уже утверждали, что она состоит из жиров, а гистологи прошлого, глядя в световой микроскоп, упорно повторяли, что «король-то голый!». И на рисунках клетку обводили условной тонкой линией. Так продолжалось до изобретения электронного микроскопа. И тут оказалось, что «одежда» у клетки все-таки есть, но она очень тонка.

На электронно-микроскопических фотографиях срезов ткани при соответствующей окраске у поверхности клетки отчетливо видны три слоя — две темные полосы со светлым промежутком между ними. На современных картинках клетку обводят двойной линией, изображающей оболочку, имеющую толщину.

Биохимики научились отделять поверхностные мембраны от внутриклеточных структур. Было показано, что они состоят главным образом из трех классов органических веществ — белков, жиров (липидов) и углеводов, представленных разнообразными молекулами. На повестку дня встал вопрос: как из этих молекул-кирпичиков строится мембрана?

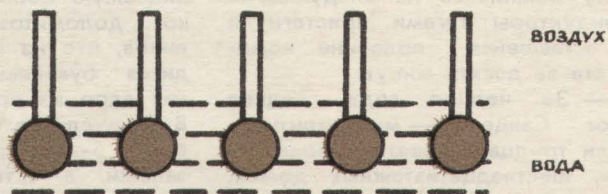
## Модель 1935

Первое слово об архитектуре мембран сказали Гортер и Грендел. Около полувека назад они сделали открытие, которое по своему значению приравнивают к открытию двойной спирали ДНК. Из мембран красных кровяных телец — эритроцитов были выделены липиды, которые нанесли на воду. Как бензин на лужах, липиды расплзлись по поверхности. И хотя это пятно не сверкало всеми цветами радуги, тем не менее оно позволило сделать блестящий вывод. Площадь, занятая жирами, ровно в два раза превышала поверхность взятых в опыт эритроцитов. А слой, образовавшийся над водой, был толщиной точно в одну молекулу. Значит, клетку окружает слой липидов толщиной в две молекулы! Такое предположение прекрасно согласовывалось с тем, что было известно о строении липидной молекулы. Объясним это с помощью рисунков.

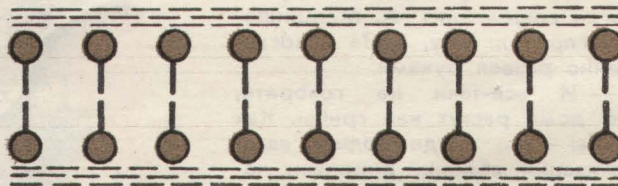
Так разные авторы схематично изображают липиды. Кружок, или головка, обозначает часть молекулы, которая хорошо растворяется в воде. «Хвост» в воде не растворяется, и, наоборот, молекулы  $H_2O$ , смыкая свои ряды, его выталкивают. Поэтому в опытах Гортера и Грендела липиды стояли в один слой — погрузив голову в воду и выставив наружу хвост:



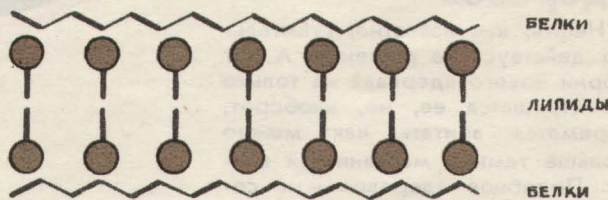
У мембраны ситуация другая — кругом вода: и снаружи и внутри клетки. У липидов есть лишь один выход — свести хвосты с хвостами. Получается двойной слой:



Вывод о бислоином строении мембран был столь значителен, что его стали проверять множеством разных способов. И до сих пор опровержения нет. На основе бислоя липидов Доусон и Даниелли в 1935 году создали первую модель мембраны. Архитектура ее была столь примитивной, что получила название «сэндвич». Два липидных слоя посредине и плотные листы одинаковых белковых молекул по краям. Вот так:



Однако постепенно накапливались данные, которые не укладывались в столь упрощенную схему: нарисованная картинка слишком статична — на самом деле липиды движутся.



## Гимнастика для молекул

Это не только помахивание хвостом или покачивание головкой. Подсчитано, что за одну секунду каждая липидная молекула миллион раз обменивается местами со своими соседями. Часто, чтобы упростить понимание материала, биологические микрообъекты пытаются сравнить с предметами макромира. Обычно по мере приближения к истине такие сравнения быстро становятся абсурдом. И если, глядя на модель Доусона—Даниелли, липидную основу мембраны хотелось сравнить со стеной толщиной в два кирпича, то теперь этот образ превращается в кошмар: трепещущая стена с копошащимися в ней кирпичами. Приходится придумывать что-либо другое. В последнее время стали говорить о липидном «море».

Быстрое перемешивание липидов идет только в пределах одного слоя. Значительно реже происходит переход от одного мономолекулярного листа в другой. Этот процесс называется «флип-флоп», что значит «сальто-мортале». Переходя из одного слоя в другой, молекула липида должна оторвать свою голову от воды, просунуть ее через двойной часток кол хвостов и выставить на противоположной стороне мембраны. В данном случае молекулам, как и людям, намного легче просто двигаться вбок, чем совершать головокружительные трюки. Поэтому в искусственных модельных мембранах флип-флоп одной молекулы происходит примерно один-два раза в сутки, а может быть, и того реже. Скорость этого процесса можно измерить, поместив на липидную головку спиновую метку. Затем из липидов делают пузырьки, которые помещают в раствор соли аскорбиновой кислоты, где метка гаснет. Естественно, что в первый момент исчезают метки, расположенные на внешней поверхности пузырька. Дальнейшими «жертвами» становятся лишь липиды, совершающие сальто-мортале из внутреннего слоя.

Флип-флоп в естественных мембранах, возможно, идет быстрее. Например, у эритроцитов половина меченых липидов перевертывается уже за 20 — 30 минут. То ли лучше условия для гимнастических упражнений, то ли есть специальные ферменты для переворота липидов, не ясно. Было даже предположено, что процесс имеет определенные цели и ускорен не случайно. Например, во время флип-флопа головка липида может переносить какие-то ионы, которые сами через мембрану пройти не могут. Правда, такие почтовые функции липидов пока остаются в области фантазии. Вернемся к предыдущему сравнению. Существует «липидное море».

Кто же в нем плавает?



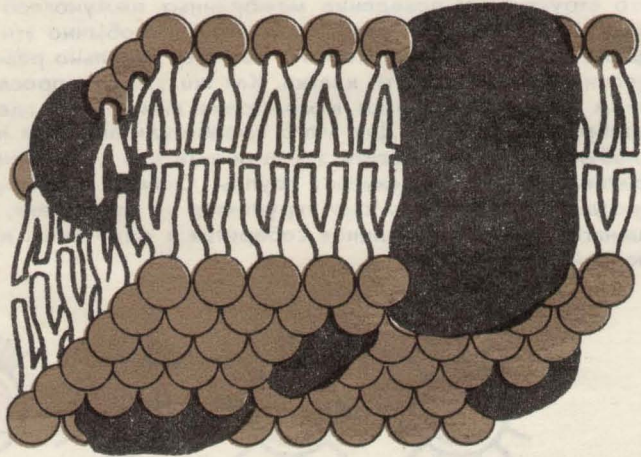
## Модель 1972

А плавают в нем белки. Те самые, которых Доусон и Даниелли намазали сплошным слоем на липидную основу.

Белковая молекула состоит из связанных в цепочку сотен и даже тысяч аминокислот. Выстроенные в шеренгу аминокислоты — еще не белок. Обычно цепочка должна скрутиться и переплестись в сложный клубок (мы будем изображать его как бесформенную глыбу), если молекулу раскрутить и выпрямить, она перестанет работать.

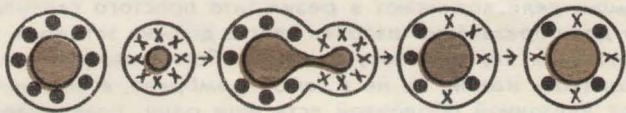
Глыбы белковых молекул свободно плавают в липидной основе — вот ключевая идея предложенной в 1972 году Зингером и Никольсоном новой модели клеточной мембраны. Она так и называется — «модель жидкой мозаичной мембраны». В духе новой гипотезы клеточная оболочка изображается так:

Рисунки В. Герловины



Как было обнаружено движение белков? Особенно наглядно оно проявляется в опытах с зрительными клетками. Их мембраны образуют диски, в которых плавают молекулы чувствительного к свету белка — родопсина. Благодаря удивительно приятной окраске родопсин называют зрительным пурпуром. После освещения он обесцвечивается. Если направить на диск тонкий пучок света, место под лучом побелеет. Через небольшой промежуток времени белое пятнышко розовеет, а окружающая его область, наоборот, выцветает. Это происходит благодаря быстрому перемешиванию молекул родопсина.

За перемещением молекул в обычной наружной мембране проследили, повесив на них флюоресцирующую метку. Оказалось, что и здесь белки весьма подвижны. Впервые это было показано с помощью вируса Сендай. Он вызывает слияние различных клеток в одну с общей оболочкой. Ученые были просто потрясены тем, как быстро мембранные белки клетки распространялись на «чужую территорию»:



## Давление и наркоз

Скорость передвижения белков по мембране зависит от вязкости липидной основы. Как и другие вещества, липиды при понижении температуры «замерзают» — переходят в твердую фазу. Оказалось, что животные, неспособные поддерживать температуру тела постоянной, а также грибы и бактерии во время похолодания меняют липидный состав мембран. Преимущество отдается тем жировым смесям, которые более «морозостойчивы».

Насколько вязкость мембран определяет самочувствие организма, демонстрируется в опытах с анестетиками. (В клинике эти вещества — хлороформ, закись азота, эфир, инертные газы — используются очень широко для общего наркоза во время операции. Когда в воду с анестетиками поместили головастика, он, что называется, «потерял сознание». Чтобы привести будущую лягушку в чувство, необходимо уплотнить мембрану. Для этого повышают давление в аквариуме — и обморока как не бывало. Так житейский термин «разжижение мозгов» приобретает научную основу. Как всегда, хороша золотая середина: для работы мембран вредно и излишнее уплотнение. Если просто повысить давление, головастик также упадет в обморок. Теперь его можно привести в чувство анестетиками. И не только головастика. Этот эффект уже нашел применение в водолазном деле и позволил людям работать на большей глубине, когда дыхательная смесь содержит наркотизирующий инертный газ.

Сейчас ни у кого не вызывает сомнения, что жидкое состояние мембраны — жизненно важное условие. Работа многих белковых машин связана с изменением их формы. Ясно, что такие молекулы в твердой мембране были бы на положении часового механизма, внутренности которого залили пластмассой. Существование липидного моря приводит еще и к тому, что молекулы находятся в постоянном хаотическом движении. Перемещаясь вдоль мембраны по случайной траектории, они много раз сталкиваются друг с другом. Не вносит ли это хаос в работу клетки? Существует гипотеза — она принадлежит доктору биологических наук Е. А. Либрману, — что именно это случайное, броуновское движение молекул дает клетке огромные возможности. Соглас-

но этой гипотезе, работой клетки руководит молекулярная вычислительная машина (МВМ). Элементы памяти у этого необычного для инженеров-электронщиков устройства — молекулы, которые запоминают пришедшую информацию, изменяя свою форму, заряд и другие характеристики. В обычных электронных вычислительных машинах для соединения отдельных элементов используются провода. Ясно, что клеткам такой способ не годится — и на помощь приходит броуновское движение. Элементы МВМ, то есть молекулы, сталкиваясь со многими другими молекулами, находят нужную и с ней взаимодействуют. В таком маленьком устройстве, как клетка, даже случайный перебор — проклятье, висящее над обычной вычислительной машиной, — может идти очень быстро, лишь бы среда была достаточно жидкой. Поэтому липидное море позволяет поймать сразу двух зайцев: МВМ имеет маленькие размеры и поиск не требует затраты свободной энергии, а идет за счет беспорядочного движения молекул — хаос радит строгий порядок.

Мембранное вычислительное устройство занимает стратегическое положение. Оно оценивает ситуацию снаружи клетки. В этом ему помогают многочисленные приспособления для ввода информации — рецепторы. Некоторые из них сахарные.

## Сахарная шуба

Современная мода диктует — одежда должна быть многослойной. Попросту это называется «капустой»: на рубашку надевается маленькая кофточка, поверх нее — кофта большая, а наиболее удачливые могут натянуть еще и пиджак. Клетки не отстают от моды. Снаружи липидных слоев с плавающими в них белками находится углеводная шуба. Она состоит главным образом из различных олигосахаридов, полимеров, составленных из десяти типов различных моносахаров, таких, например, как хорошо известная в быту глюкоза. Из моносахаров складывается нечто вроде деревца, обильно и сложно ветвящегося. Даже если бы это «растение» состояло только из трех разных сахаров, то и тогда можно было бы получить сотни вариантов. Обычный же олигосахарид имеет более десяти частей.

Итак, мембрана покрыта густым лесом, который, вопреки житейским представлениям, растет не только на белковых островах, но и прямо на «липидном море». Для чего же он нужен? Как бы в продолжение морской тематики была предложена гипотеза якорей. Авторы исходили из предположения, что белки сразу после их синтеза внутри клетки могут достаточно легко переходить в мембрану, и наоборот. Но если белок не закрепить на месте его службы, он будет путешествовать и вносить путаницу в работу клетки. Олигосахариды и несут функцию якорей — они закрепляют белок в наружной или в одной из разнообразных внутриклеточных мембран. В качестве доказательства ссылаются на то, что у бактерий только одна мембрана — наружная и на ней нет олигосахаридов. Однако клетка устроена чрезвычайно разумно и рационально. Просто якорем мог быть полимер из пяти одинаковых мономеров. Зачем же такое колоссальное разнообразие и сложность «сахарных деревьев»? Ответ напрашивается сам собой. Чтобы четко принимать разнообразную и сложную информацию из окружающей среды. Вспомните свой радиоприемник — чуть сдвинешь ручку настройки, и уже слышна другая станция. Сигналы, получаемые клеткой, — это химические молекулы: гормоны, медиаторы, вирусы... Каждую надо узнавать и принимать в отдельности. Ручка настройки тут не подойдет. Для каждой молекулы нужна своя ловушка, только для нее предназначенная. С олигосахаридами же взаимодействуют и возбудители многих болезней. Например, токсин холеры влияет на клетки, взаимодействуя с так называемым ганглиозидом  $M_1$ . Мутанты, лишённые этих молекул, к холере не чувствительны. И еще одна предполагаемая функция сахарной шубы — с ее помощью организм метит свои клетки и может отличить их от чужих. А отсюда прямая дорога к проблеме тканевой несовместимости при пересадке органов.

## Молекулярный конструктор

В предыдущих главах основное внимание уделялось подвижности молекул в клеточной оболочке. Не исключено, что у читателя возникло представление о мембране как о липидном море, в котором под вольным пиратским флагом плавают белковые корабли: пусть не очень быстро, зато куда хотят. Откроем другую сторону медали. Даже вольные птицы собираются в стаю. Познанная необходимость довлеет и над молекулами. Известно множество примеров, когда клетке необходимо ограничить передвижение каких-то белков, собрать их в определенных частях мембраны. Более того, из многих белков клетка создает конструкции, выполняющие работу, которая одной молекуле не под силу. Например, «щелевой контакт» — область, через которую две соседние клетки обмениваются различными ионами и молекулами, — собран из строго ориентированных белковых частей. Клетки-соседи располагают такие комплексы друг против друга. Тесное соседство половинок, по-видимому, очень важно для сохранения структуры щелевого контакта. Если связь между клетками нарушена, зоны контактов сначала приобретают подвижность, а затем и вовсе деградируют.



Как удержать белки вместе? Можно сшивать химическими связями сами молекулы или собирать из них кристалл. У пурпурных бактерий, например, мембранный белок бактериородопсин собран в прочную двумерную кристаллическую решетку. Название «бактериородопсин» не случайно и говорит о значительном сходстве в строении с молекулой зрительного пурпура. Вспомните, что просто родопсин свободно плавает в мембране дисков зрительных рецепторов. Его бактериальный собрат служит главным образом не для того, чтобы бактерии любовались друг другом и миром, а для превращения энергии света в электрическую энергию, используемую бактерией для своих нужд. Видимо, такая работа требует прочной структуры.

Теоретически вариантов много. Остается понять, какие из них и где используются на практике. Не исключено, что в будущем дети вместо железного получат «белковый конструктор». В инструкции будет написано: «Задание 1. Придумайте, как из молекул X и Y сложить половину щелевого контакта. Что надо добавить к конструкции, чтобы получился целый контакт?» Чем бы дитя ни тешилось... Заметим — дитя будущего. В наше время такие игры развлекают взрослых биохимиков.

## Скелет «рабочей лошадки»

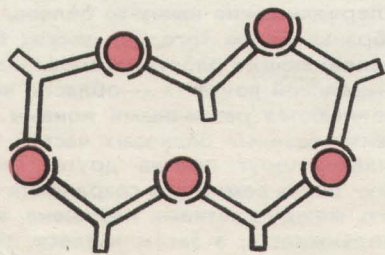
Красные кровяные клетки не случайно называют «рабочей лошадкой» мембранологов. С эритроцитами просто работать: они практически одинаковы и имеют только наружную мембрану. Эритроцит всегда можно подвергнуть осмотическому шоку, после которого «внутренности» клетки теряются и в руках экспериментатора остается прекрасный объект — оболочка, именуемая «тенью», или «привидением», эритроцита. Пожалуй, это единственные в мире привидения, подвергшиеся тщательному биохимическому анализу. В результате у эритроцитов была открыта простая система глобального контроля за распределением белков по мембране.

Нормальные красные кровяные клетки имеют форму двояковогнутых дисков. Этим они обязаны специальным белкам — спектринам, которые образуют сеть, выстилающую внутреннюю поверхность мембраны эритроцита. Решетка из спектринов — это не просто каркас, на который натянута оболочка. «Скелет» эритроцита прочно держит большинство белков, пронизывающих мембрану насквозь. Эти молекулы-узники интересны тем, что они несут на себе подавляющую часть «сахарных деревьев». Кстати, среди них всемирно известные антигены А и В, определяющие группу крови у человека. Пока эритроциты целы и невредимы, эти белки стоят в мембране, как солдат на посту. Но даже легкое нарушение в «спектриновом скелете» приводит к их освобождению.

Решетка, обездвиживающая белки, — крайняя мера, на которую пошла природа. Быть может, иначе ей не удалось бы заставить красные кровяные клетки выполнять их чудовищно однообразную работу. Ведь с момента образования взрослого эритроцита и в течение всех дней жизни он, как настоящая рабочая лошадь, перевозит кислород от легких ко всем областям тела: успеть бы принять груз и вовремя его отдать — размышлять эритроцитам некогда и незачем. Какая уж тут свобода? Но этот жестокий способ, которым ограничена свобода белков в эритроцитах, уникален — в других клетках система более либеральная. Движением молекул тоже, конечно, управляют, но не столь грубо и явно — действуют скрытые пружины, как, например, в оболочке лимфоцитов.

## Зачем клетке шапка?

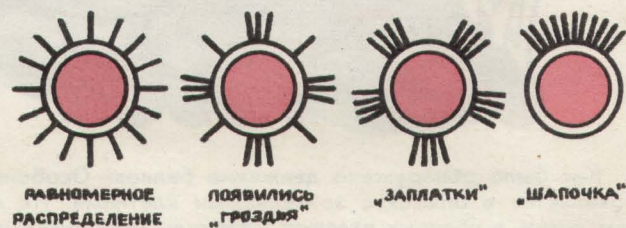
Лимфоциты живут в напряженном ожидании. Они ждут того момента, когда придут сигналы тревоги и станет ясно, что в организм проникли чужеродные молекулы. Это враг, для борьбы с которым и существуют лимфоциты. И тогда произойдет чудесное превращение, и лимфоцит станет клеткой, создающей могучее оружие для борьбы с чужаками. Начнется синтез антител — белков иммуноглобулинов. Антитело имеет как бы две руки — два участка, способных ухватиться за антиген (так называют чужеродную молекулу). В результате, как это показано на рисунке,



образуются крупные комки из множества антител и антигенов, в которых способные принести зло пришельцы обезвреживаются.

Но это будет. А пока лимфоцит внимательно следит за обстановкой. Для этого у него есть специальные рецепторы. Среди них — мембранные иммуноглобулины. Они, по-видимому, очень похожи на антитела, которые начнет вырабатывать клетка в минуту опасности. Отличие в том, что мембранные иммуноглобулины не выделяются наружу из лимфоцита, а остаются на его поверхности. Все антитела одной клетки имеют связывающие участки только для строго определенных молекул. Разделение труда, точнее врагов, здесь очень четкое. Поэтому иммуноглобулины — прекрасные рецепторы. Среди многих они схватят только те молекулы, с которыми должна бороться их клетка.

Иммунологические реакции организма, и в частности вопрос о механизмах, побуждающих лимфоцит вырабатывать антитела, относятся к наиболее актуальным проблемам современной науки. Неудивительно, что структура и поведение мембранных иммуноглобулинов подверглись тщательному анализу. Оказалось, что обычно эти белки свободно движутся в «липидном море» и поэтому довольно равномерно распределены по поверхности клетки. Как же удалось проследить за движением иммуноглобулинов в мембране лимфоцита, где так много разнообразных белков? Для этого выработали антитела не сами иммуноглобулины. Если добавить эти анти-антитела к лимфоцитам, они будут стягивать «свои» молекулы в группы. Сначала на поверхности появятся гроздя белков, затем они укрупнятся до «заплаток», и, наконец, большинство иммуноглобулинов соберется в одну кучу, называемую «шапочкой»:



В том месте, где образуется подобная шапочка, иммуноглобулины, связанные с антителами, втягиваются внутрь клетки. Возможно, это способ очистить мембрану от «отработавших» молекул, а может быть, так клетка знакомится с тем, что к ней прилипло. Во всяком случае, клетка съедает свою шляпу не из-за проигранного пари.

На первый взгляд, молекулы в мембране лимфоцитов имеют полную свободу. Действительно, антитела не могли бы собрать в общую кучу разбросанные по всей поверхности иммуноглобулины, если эти белки закреплены на месте. Другое дело, когда «добыча» сама плывет тебе в руки. Но в последнее время, как гром среди ясного неба, появились работы, в которых было показано, что если «заплатки» на самом деле возникают в результате простого связывания антителами, то для образования шапочки клетка должна затратить энергию. Кто же, используя эту энергию, стягивает белковые «заплатки» вместе? «Винючников» нашли, но не в самой мембране, а под ней. Оказалось, что под клеточной оболочкой есть еще один, незамечаемый ранее слой.

## Модель 1977?

Введем новых действующих лиц — микротрубочки и микрофиламенты. Эти молекулы довольно загадочны. Их назначение и способы функционирования во многом не ясны. И поэтому практически ко всему, что о них будет сказано, надо добавить слово «возможно».

Микротрубочки — действительно трубочки и действительно микро: их диаметр 25 ангстрем. Они найдены в разных частях клетки, и везде им приписывают опорные функции. Микротрубочки могут быстро собираться и разбираться, но что руководит этими процессами, неизвестно.

Микрофиламенты состоят из актина и миозина — белков, благодаря которым сокращаются наши мышцы. Они участвуют в движении различных клеток и внутриклеточных частиц. Короче, если микротрубочки сравнивают со скелетом, то микрофиламенты — это микромышцы. Актин-миозиновая система работает за счет энергии, выделяющейся при гидролизе АТФ. Может быть, это та самая энергия, которую тратит клетка при создании шапочек?

Но мало ли кто использует клеточную АТФ! Где доказательства, что молекулы, с которыми мы только что познакомились, участвуют в насильственном стягивании белков? Доказательства есть. Под действием веществ, разрушающих микрофиламенты, многие лимфоциты теряют способность создавать шапочки: новые не образуются, а старые исчезают. Эти эффекты особенно наглядны, если одновременно с микрофиламентами разрушить и микротрубочки. Самое простое из объяснений: микрофиламенты, как и полагается микромышцам, стягивают «заплатки» вместе. При этом им, конечно же, нужна точка опоры — микроскелет. Но остается множество нерешенных вопросов: почему шапочки собираются в строго определенном месте, по какому сигналу начинают стягивать белковые заплатки, как связаны между собой рецепторы и микромышцы? И еще одна загадка. Она связана с веществом, приобретающим в последнее время широко известность. Представим его с помощью анкеты:



Имя: конкавалин А.

Происхождение: растительное.

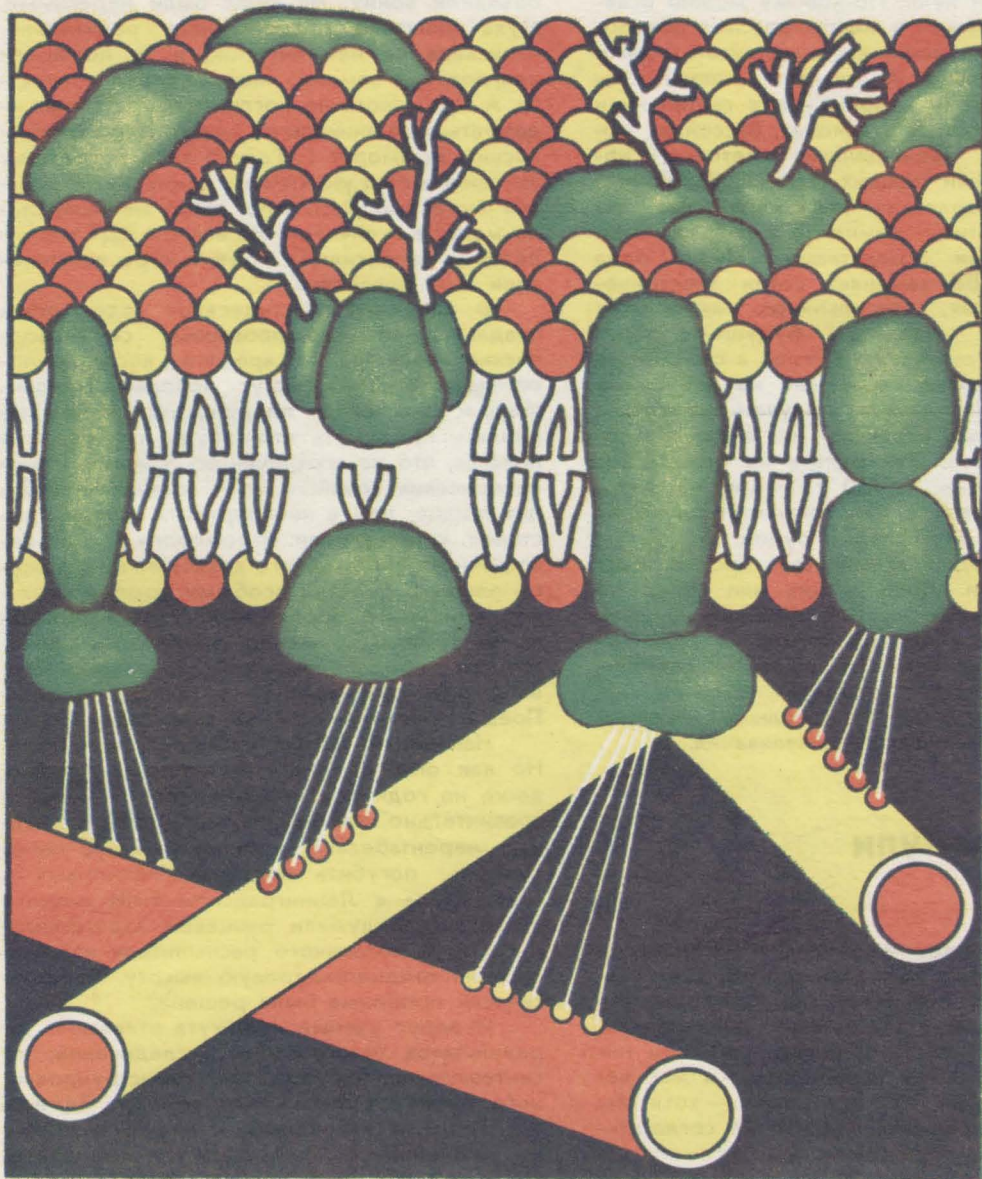
Родственники: лектины.

Связи с клетками: через сахарные рецепторы.

Особые приметы: четыре руки (точнее, активных группы), взаимодействующих с рецепторами.

Конкавалин А вызывает слипание клеток, деление и дифференцировку лимфоцитов. И все это, не проникая внутрь, а только воздействуя на мембрану. Существование такой молекулы для биолога — то же, что для сыщика — присутствие беглого каторжника в доме, где произошло убийство: им сразу начинают усиленно интересоваться. Рецепторы конкавалина свободно плавают вдоль мембраны, а сама молекула, как обезьяна, может ухватиться за них всеми четырьмя лапами. Казалось бы, есть все «ингредиенты» для образования шапочек или хотя бы «заплат». Действительно, иногда это удается наблюдать. Но в других условиях конкавалин А резко тормозит сборку не только своих рецепторов, но и движение многих других белков, в том числе иммуноглобулинов. Считают, что конкавалин пришивает белки к скелету из микротрубочек. Однако делает он это не своими руками, а посылая «приказы» на значительное расстояние. В этом можно убедиться, если действовать на клетку конкавалином, пришитым к маленьким пластинкам. На белки клетки сажают флюоресцирующую метку и определяют их подвижность с помощью очень тонкого луча лазера. После взаимодействия клеток с пластинками белки останавливаются на расстоянии до 100 микрон от пластинок, куда никак не может дотянуться конкавалин. Как же передается сигнал «Всем стоять на месте»?

Однако мы пошли по слишком горячим следам. Нужно время, чтобы страсти улеглись, желаемое отделилось от действительного, а артефакты — от истины. Быть может, результаты будущих экспериментов сильно изменят сегодняшние представления. Но уже сейчас мембрану рисуют иначе, чем пять лет назад:



НАУКА. ИТОГИ ПОСЛЕДНИХ СОБЫТИЙ

Не правда ли, очень сложное устройство? А ведь было время, когда известный гистолог писал: «Клеткой называется комочек живой субстанции, имеющий определенную пространственную ограниченность, несмотря на отсутствие особой мембраны — оболочки». ●

**Предусмотреть дальнейшее развитие научных исследований, ускоренное и широкое внедрение их результатов в народное хозяйство.**

Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы.

## Институты - производство

Короткие репортажи из трех институтов. Тема их одна — научно-технические новинки.

Но весьма разный смысл и существо дела скрывается за общим определением «новинка».

В одном случае это изящная и оригинальная конструкция, в другом — химический препарат, в третьем — металл особого качества.

Основа их появления на свет также различна: инженерная разработка, наблюдение в природе, научное открытие. Отличны друг от друга и институты: проектный, научно-исследовательский, учебный.

Но есть главное и общее для этих новинок — несомненная практическая польза, экономический эффект, рациональное использование природных ресурсов.

Репортажи ведут корреспонденты А. Валентинов и А. Бондарь.

### Свет большой трубы

Окна в комнате плотно зашторены. Выключены лампы дневного света. Полный мрак. Щелкает выключатель, и через несколько секунд под потолком в центре комнаты появляется едва заметное свечение. Как будто слабый луч прорезал черное небо. Луч с каждой секундой разгорается. Вот уже комната наполнилась ярким — и «дневным» — светом. Только теперь обращаешь внимание на трубу под потолком. Даже скорее это не труба, а подвешенный горизонтально большой китайский фонарь — легкий каркас, обтянутый прозрачной синтетической пленкой. Если посмотреть поближе — внутри труба покрыта амальгамой, лишь полоска на ее стенке оставлена прозрачной. Из нее и льется в комнату этот яркий свет. Сеанс окончен. Снова зажигают лампы дневного света. Тусклыми и будничными кажутся они после только что ярко сияющего луча.

Мы в Москве, на проспекте Мира, во Всесоюзном светотехническом институте, где разрабатывают изобретение кандидата технических наук И. Бухмана. Свет «загоняют» в трубу и выпускают через продольную щель. Зачем? Чем плохи обычные электролампы, которые уже справили свой столетний юбилей?

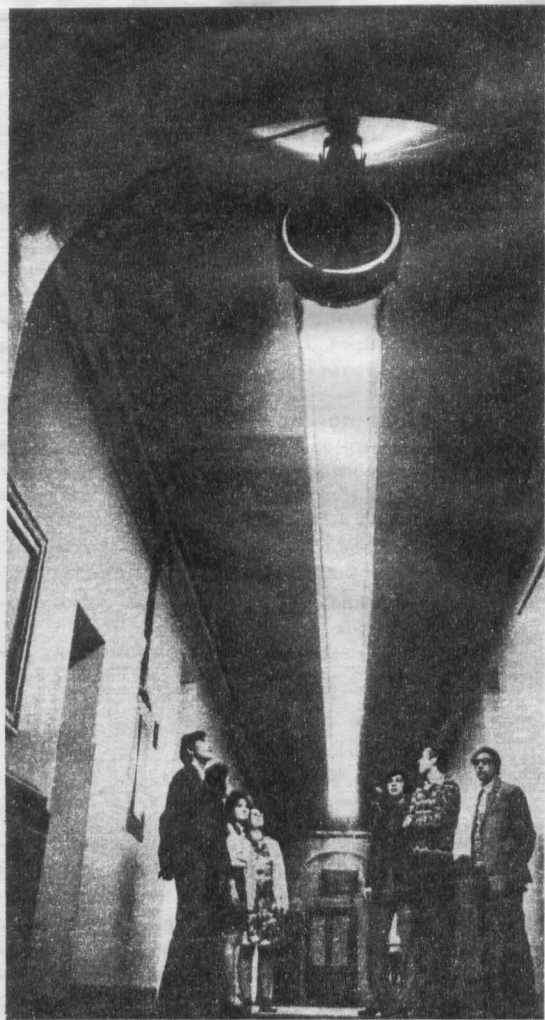
На этот вопрос отвечает руководитель работы кандидат технических наук Юлиан Борисович Айзенберг.

— В цехах сотни, а то и тысячи отдельных светильников, и каждый надо монтировать на стене или под потолком, к каждому подвести провод, и не просто, а в стальной трубе. Трубы, кронштейны, выключатели, рубильники, распределительные щиты. Все это нужно кропотливо монтировать. И эксплуатационники недовольны. Нелегко



потом содержать в чистоте и порядке это хозяйство. Заводской цех не квартира, где встал на стул и протер влажной тряпочкой источник домашнего света.

В складах взрывчатых веществ электрические провода и вовсе не годятся. Малая искра в выключателе может вызвать взрыв. А склады горючего? Да мало ли взрывоопасных и пожароопасных производств? В некоторых местах единственная возможность осветить помещение — это поставить светильники за пределами здания, а свет от них направлять в окна. Пошел дождь, снег — и конец такому освещению. А подземные взрывоопасные помещения и через окна не осветишь, поскольку самих окон нет. Так что далеко не всех и всюду устраивает обычная сеть электроосвещения.



Русскому ученому, инженеру, изобретателю В. Н. Чиколеву первому удалось заключить электрический свет в трубу и направить этот свет куда требуется. В 1874—1878 годах он пытался осветить «безопасным светом» один из цехов Охтинского порохового завода в Петербурге. С помощью линзовой системы ученый собрал свет от мощного дугового прожектора в узкий пучок и направил его в трубу с внутренней зеркальной поверхностью. Трубу же пропустил сквозь стену цеха. Свет в трубе — это уже холодный свет. Никаких искр и коротких замыканий. Для освещения отдельных помещений Чиколев делает отростки от главной трубы и зеркалами отводит в них свет. Получается как бы множество висящих под потолком перископов — сложная, громоздкая и дорогая система. Но идея была абсолютно верной, и лишь какого-то штриха не хватало, чтобы ее можно было применить для массового освещения промышленных зданий и сооружений.

Практической разработкой и теоретическим обоснованием изобретения занялись специалисты Московского светотехнического института (ВНИСИ) и киевские инженеры.

Первая световая труба имела весьма скромные размеры: диаметром с автомобильную фару и длиной около двух метров.

В ней можно было устанавливать разные источники света, измерять ширину щели. Саму ее удлинять, укорачивать и обтягивать различными материалами. Словом, экспериментально решать практические задачи. Что касается теории и математического анализа, то к ним даже подступиться было страшно — десятки совершенно не зависящих друг от друга параметров.

Свет, вырвавшись из источника, мгновенно отражается и от противоположного торца световода, и от самого источника, закручивается в спираль, отражается от стенок. И все-таки даже в двухметровой трубе свет в начале был интенсивнее, чем в конце.

Немало пришлось поработать, чтобы свет «в большой трубе» стал спокойным и равномерным. И вот первое промышленное внедрение. В здании одной из насосных станций в г. Горьком под потолком от стены до стены подвешена одна «лампа» — световод диаметром в метр и длиной двадцать, — заменившая сотни ламп. Новые светильники уже появились на некоторых предприятиях Ленинграда, Киева, Рязани. Исследователи предлагают светильник и для освещения железнодорожных вагонов — длинный, во весь состав, с отростками-световодами в каждое купе да еще с регуляторами освещенности. В длинные световоды, чтобы свет не слабел на их концах, можно вводить свет с обоих торцов или в середине с разделением на левый и правый лучи. По-новому можно осветить и автострасы в местах опасных поворотов — световод легко изогнуть дугой и даже согнуть в кольцо. А эстакады, мосты? Светильник изгибаем аркой. Гибкие светильники могут создать неожиданные световые эффекты. А линии ткацких станков, сборочные конвейеры, прилавки магазинов? Все это можно осветить намного дешевле, чем традиционными средствами. Ведь одна световая труба заменяет сотни электрических лампочек, светильников, километры проводов. В недалеком будущем станут возможными световоды длиной в сто метров и не обязательно сваренные из пленочных полотнищ. Их можно получать способом экструзии, выдавливания в виде бесконечных рукавов. Эти рукава из пленки будут легкими — 40—50 граммов на метр, очень прочными, а при транспортировке их проще всего свертывать в рулон.

И еще один заманчивый проект ждет осуществления. Днем в цех или склад по световоду можно пустить бесплатные лучи солнца. Лишь в плохую погоду и ночью — электрический свет. Следящая за солнцем оптическая система передает в торец или середину световода лучи солнца, которые заменят мощные лампы накаливания.

## Как обманули муху

«Война между человеком и насекомыми началась задолго до зарождения цивилизации, и будет, без сомнения, продолжаться до тех пор, пока существует человечество. Но с тех пор, как существует мир, нам никогда не удавалось искоренить — и мы, вероятно, никогда не искореним — хотя бы один вид насекомых». Нельзя не согласиться с известным американским энтомологом С. Форбсом, написавшим эти слова в начале нашего века.

Но, может быть, и не стоит «искоренять» даже вредных насекомых? Имеем ли мы право уничтожать насекомых, которых считаем вредными?

Г. В. Стадницкий, энтомолог:

— Борьба с вредителями не нужна, пусть они живут. Зато следует научиться защищать от них те объекты, которые нужны нам самим...

Как же так — не уничтожать? Насекомые «съедают» более 10 процентов урожая в

развитых странах, до 50—70 процентов в странах Африки и Азии. В 1975 году в США они сожрали столько строевого, леса, сколько нужно для постройки почти миллиона домов. И всех их оставить на свободе? А есть и такие, что съедают еще не родившиеся деревья. Питаются семенами. И их не трогать?

— Не трогать, во всяком случае, не всегда, — подтвердил Стадницкий и рассказал такую историю.

Среди тех, которые едят семена деревьев, едва ли не самая нахальная и хитроумная особа — лиственничная муха. Она приспособилась разводить свои личинки прямо в шишках лиственницы. Там, отгородившись от внешнего мира чешуйками, они едят семена в полной безопасности, и никаким ДДТ их не достанешь. Было время, когда лесом особо не занимались, сажали его мало и редко. Шишек, а тем более семян, и мухам хватало, и семеноводам оставалось. Специальные семеноводческие хозяйства не заводили. Семена собирали где придется, и с тем, что 60—70 процентов их оказывались поврежденными личинками, мирились. Но скоро мирному сосуществованию пришел конец. Мух было по-прежнему много, а семян не стало хватать. Даже в урожайные годы с трудом удавалось набирать, чтобы хватило на новые посадки лиственницы. Лесоводам надоело делиться с мухами, и они объявили войну. Но силы были неравными. Муха уничтожала лиственницу радикально, напускала на нее личинок, и те пожирали или портили семена, лишая дерево потомства. А энтомологи не могли ответить тем же — добраться до личинок не умели. Тогда красярский энтомолог Г. Галкин ввел в действие авиацию и стал уничтожать самих мух, распыляя эмульсию ДДТ. Мух стало меньше, стало меньше и личинок. Но вскоре ДДТ вполне резонно запретили, и мухи быстро восстановили свое поголовье.

В середине шестидесятых годов стали создавать специализированные семеноводческие хозяйства. Ко времени, когда из посеянных семян вырастут молодые лиственницы и сами начнут плодоносить, ученые надеялись придумать что-нибудь, справедливо полагая, что на ограниченных участках семеноводческих хозяйств муху уничтожить будет проще, чем в необозримых лесных просторах. И придумали. Энтомологи из Дальневосточного НИИ лесного хозяйства предложили опылять деревья особыми комплексными ядохимикатами. Дерево через листья впитывало яд и само временно становилось ядовитым. На определенный срок становились ядовитыми и созревающие в шишках семена. Поев их, личинки «приказывали долго жить».

Наконец-то можно расквитаться с мухой. Но как опылять высокие деревья? Авиация здесь не годилась; семеноводческие участки сравнительно небольшие, самолеты применять нерентабельно, и окрестный лес легко заразить, погубить полезных насекомых и птиц. Тогда в Ленинградском НИИ лесного хозяйства придумали ранцевые аэромониторы. Струя заплечного распылителя вздымалась на тридцатиметровую высоту. Технологически проблема была решена.

И вдруг ученые института отказались от результатов многолетних исследований, от синтезированного яда, от сконструированного оборудования. И вот почему. Яд есть яд. Птицы, жуки, червяки и прочая живность не разбирают, где семеноводческая делянка, а где обычный лес, и неизвестно еще, как скажется на их здоровье этот яд через несколько лет. Кроме того, например, комнатные мухи через 10—15 поколений приобретают иммунитет к весьма сильным инсектицидам. Не произойдет ли это и с личинками лиственничной мухи? И работать с ядами даже при соблюдении всех мер предосторожности не очень-то приятно и безопасно. Что же делать? Может быть, начать биологическую войну? Синтезировать феромоны — вещества, которыми самки насекомых привлекают самцов своего вида. Опрыскать фе-



рамонами дерева подалше от делянок и увести туда мужскую половину мушиного рода. Тогда и личинкам неоткуда будет взяться. Действительно, не так давно зарубежные ученые синтезировали феромоны восточной фруктовой мухи и средиземноморской фруктовой мухи и опрыскали несколько деревьев. Подлетевшие насекомые, не найдя самок, были настолько «сбиты с толку», что забыли про все свои инстинкты спаривания и разлетались в разные стороны. Но такие вещества пока баснословно дороги: несколько десятков граммов — тысячи долларов. А килограмм семян лиственницы, даже самых перво-сортных, стоит 27 рублей.

Так что же делать? Не попытаться ли обмануть муху более дешевыми средствами? Почему лиственничная муха не откладывает яйца в еловых шишках, а отыскивает именно лиственницу? Ведь одетые в зеленые иголки лиственница и ель так похожи друг на друга. Может быть, отличается мелкие лиственничные шишки от более крупных еловых? Засекает время облета шишки, либо имеет какой-нибудь другой измерительный инструмент?

А может быть, запах? Ну конечно же. Муха не откладывает яйца в еловые шишки из-за сильного запаха хвои. Она даже не приближается к елям и соснам. А если так, то обмануть ее ничего не стоит. Опрыскать лиственницы хвойным экстрактом, замаскировать их под елки и сосны, и конец мушиному царству на семеноводческой делянке. Полетают мухи над ней, не узнают родных мест, улетят в глубь леса — искать своим личинкам новые квартиры. Пусть там плодятся и размножаются, пусть поедают семена. Природа сама установит равновесие, и для этого ей нужны, вероятно, и лиственничная и другие мухи, и червяки, и жуки. И не в наших интересах уничтожать их. Нам нужно лишь уберечь от них семена для будущих посадок, ибо мы вырубам лес без ведома природы, а стало быть, и восстанавливать их должны сами. И никаких ядов и загрязнений окружающей среды. В этой пятилетке только в РСФСР будет заложено около 3000 гектаров семеноводческих плантаций и должно быть собрано около 600 тонн семян. Молодые деревья начнут плодоносить после 1980 года, и тогда можно будет подсчитать экономический эффект. Исходные данные известны — килограмм семян стоит 27 рублей. Но главный эффект — здоровый, новый лес — наше с вами будущее.

## Суперуглеродистая, булатная

Черная металлургия... Мы привыкли связывать с ней огромные домы, пышущие пламенем мартены, ревущие конверторы. Тысячелетиями развивался процесс получения железа, стали и чугуна, пока не вылился в огромные заводы, днем и ночью выпускающие из своих цехов нескончаемую реку металла. К сожалению, современная технология получения черных металлов вошла в противоречие с окружающей средой. И чем дальше, тем это противоречие все больше обостряется. Мало того, что металлургические заводы полного цикла занимают столько земли, что она могла бы прокормить население небольшого города, они еще выбрасывают в атмосферу клубы густого дыма, мельчайшие частички железа, серы, других вредных примесей. А вода? Металлургия выпивает реки — эта фраза не преувеличение. Но ведь вода — это одно из основных богатств нашей планеты.

Но что же делать, если железа требуется все больше и больше? Уже сейчас на Земле скопилось около четырех миллиардов тонн железа — по тонне на каждого жителя планеты. Много это или мало? Оказывается, мало. Непрерывно развивающаяся техника требует по две, по три тонны... Умножить количество заводов? В каком же виде мы тогда оставим планету потомкам? Нет, есть другой путь — менять технологию.

...Это был самый удивительный кинжал, который я когда-либо держал в руках, — с хищным, стремительно сбегающим к острию лезвием, с боковыми канавками на каждой стороне и... заурядной пластмассовой ручкой от кухонного ножа. Словом, самоделка, каким в действительности и было это оружие. Но стоило повернуть лезвие под определенным углом к свету, и на нем явственно проступали характерные волнистые узоры, спутать которые специалисту невозможно ни с чем. А режущая кромка была заточена так, что при взгляде на нее возникал холодок в груди.

— Это было самое трудное — заточить лезвие, — пожаловался мне руководитель научно-исследовательской группы С. П. Лаппа. — Не знаю, как это делали в древности, но нам пришлось применить алмазный круг: обычный абразив не брал. Зато и результат... — он положил на стол, обитый цинковым листом, толстый гвоздь и предложил: рубите...

На мгновение мне показалось, что я не в проблемной лаборатории Донецкого политехнического института, а на ратном поле... Удар. Половинки гвоздя с визгом разлетелись в стороны, на цинковой обивке стола появилась глубокая вмятина (теперь я понял, почему стол весь иссечен). А кинжал... на нем не осталось даже царапины.

— Это еще что, — сказал Сергей Павлович. — Теперь главный фокус.

Он подбросил в воздух шелковый платок, я рубанул и, не веря себе, увидел, как, трепеща, опускаются на пол два лоскута легкой ткани. Только одна сталь в мире способна на такое. Сомнений не было: у меня в руках — булат...

О нем упоминал еще Аристотель. По сей день историки не могут отделить в легендах о булате правду от вымысла. Секрет изготовления булата считался навеки потерянным, хотя множество блестящих ученых, в том числе и «король эксперимента» Майкл Фарадей пытались разгадать его. Удалось это русскому ученому П. П. Аносову, который в 1841 году оформил свои эксперименты в классический труд «О булатах».

«Аносков, как и древние мастера, выплавлял булат в глиняных тиглях. Естественно, что из-за крайне низкой производительности этот способ не мог получить распространения, — говорит научный руководитель проблемной лаборатории кандидат технических наук Г. А. Дорофеев. — Нам нужно было найти метод, отвечающий требованиям сегодняшнего дня. Метод, позволяющий наряду с высокой производительностью получить металл, минуя домну...»

Минуя домну... Об этом металлурги начали мечтать еще с начала прошлого века, то есть именно тогда, когда доменный процесс окончательно оформился. «Классический» двойной передел «чугун — сталь» наряду с высокой производительностью явил яркий пример неэкономичности. Даже неспециалисту ясно, что он требует двойного расхода энергии, топлива, рабочей силы.

Поэтому так заманчиво вернуться к древнему одноступенчатому способу получения железа, сделав его экономичным и высокопроизводительным. К тому же и металл, полученный прямым восстановлением из руды, обладает весомыми достоинствами. Он имеет стабильный состав и гарантированную чистоту от примесей вредных веществ, в том числе серы и фосфора. Неудивительно, что вот уже сто лет ведутся поиски. Разработано около пятидесяти технологий. По одной из них в десятой пятилетке начнет работать Оскольский металлургический комбинат. Но поиски продолжаются. И вот еще одна технология.

Установка для получения булата на удивление проста. По сравнению с огромными металлургическими агрегатами она кажется даже какой-то... несерьезной, что ли. Пятиметровая колонна, по которой медленно поднимается держатель с зажатым в нем графитовым электродом. Вслед за ним так же медленно ползет медный кристаллизатор

с расплавленным в нем синтетическим шлаком. Кристаллизатор охлаждается водой, непрерывно циркулирующей между двойными стенками. А в кристаллизатор по гибкому резиновому шлангу скатываются один за другим маленькие светло-серые шарики. Это — окатыши, особым образом приготовленная металлургическая руда. Между окатышами и электродом там, в шлаке, бушует электрическая дуга, развивая высокую температуру.

Несмотря на то, что плавка идет полным ходом, в лаборатории не слышно ни гула факела пламени, нет густого дыма — временных атрибутов сталеплавильных процессов. Лишь крохотная светлая струйка, поднимающаяся из кристаллизатора, улавливается обычным вытяжным зонтом.

По стенам лаборатории начинают прыгать розовые блики: между нижним краем кристаллизатора и медным поддоном, на который он водружен, показывается маслянисто-красная полоска металла. Все выше и выше перемещается кристаллизатор, все шире и шире становится дышащая жаром полоса — окатыши, расплавленные электрическим током, отдали в шлак все ненужные примеси и пустую породу и превратились в невиданный доселе сплав. Это и есть новый процесс восстановительной электроплавки, разработанный в Донецком политехническом институте.

Они получили сталь, первый же химический анализ которой привел их в смятение. Ибо в ней оказалось 3,5 процента углерода. Сталь и 3,5 процента углерода — понятия несовместимые. Если в железе больше двух процентов углерода — это уже чугун, материал твердый, но хрупкий, не выдерживающий ударов. Ни ковать, ни прокатывать его невозможно. Металл же, полученный в процессе восстановительной электроплавки, словно издеваясь над тысячеклетными канонами металлургии, отлично ковался и прокатывался, обладал великолепной прочностью и пластичностью. Он оказался неординарным в инструментальной промышленности: резцы и фрезы из него не уступают инструментам из легированной стали, а цена их в два раза меньше.

В чем дело? Разгадать загадку ученым помог старший реставратор Владимиро-Суздальского музея В. И. Басов, который много лет моделирует процесс выплавки булатной стали по данным П. П. Аносова. Проведя анализ загадочного металла, он уверенно сказал: булат. Неудивительно, что первым «опытным» изделием из первого слитка был кинжал.

Таким образом, новый сталеплавильный процесс ответил на загадку, тысячи лет не дававшую металлургам покоя. Оказалось, что, перейдя от древнего одностадийного процесса к двойному и тройному металлургическому переделу, мы оставили неиспользованными огромные резервы для повышения качества металла. Но только ли этим ценен новый процесс?

— Основа основ каждой технологии — экономичность, — говорит С. П. Лаппа. — В этом отношении наш процесс имеет немалые преимущества. И в мартене, и в конвертере, и в электропечи процессы в основном окислительные. Там частично окисляются и переводятся в шлак такие необходимые металлу примеси, как кремний и марганец. Кроме того, во время плавки выгорает и определенное количество самого железа.

А ведь запасы полезных ископаемых далеко не безграничны. И наша обязанность — расходовать их по-хозяйски. Новый процесс чисто восстановительный. Здесь все потери практически исключены, а следовательно, из того же количества сырья получается значительно больше металла.

Итак, родилась новая суперуглеродистая сталь, призванная заменить многие легированные инструментальные сплавы. В сотрудничестве с научно-производственным объединением «Тулачермет» и Донецким металлургическим заводом имени В. И. Ленина разработана промышленная технология. ●





Рисунок Н. Остольской

## Возрождение Афины Парфенос

ведь ее культ складывался под влиянием процветавшего здесь в античности культа Афины!

В Пальмире не один век почитали Афины, пока этот культ не был запрещен византийцами, а потом и совсем уничтожен ордами завоевателей. Небольшие дарственные статуэтки, лампадки и другие приношения Афине были разбиты вдребезги и сброшены в одну яму, близ бывшего храма.

Наконец, среди глиняных черепков оказался мрамор. И вот перед торжествующими археологами вся скульптура. Впрочем, далеко не вся. Нет головы, нет рук, нет пьедестала. Богиня была выброшена на свалку со следами ударов тяжелого молота. Указ первых христианских царей о борьбе с «поганим язычеством» выполнен пунктуально. Но нет сомнений — перед археологами сама Афина, к тому же Афина Парфенос.

1  
Сперва были глиняные осколки. Лопаты археологов выбрасывали их в превеликом множестве. Это были части дарственных статуэток. Несколько столетий подряд жители древнего сирийского города Пальмиры приносили их в храм Афины. Толщина слоя — прямое тому свидетельство. Но почему все они в одном месте и что под ними?

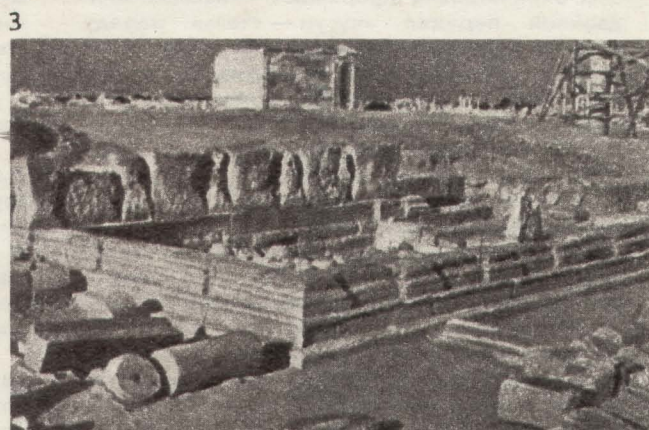
Прежде чем ответить на эти вопросы, скажем, что в Пальмире археологи работают уже 200 лет. Сохранила ли земля Пальмиры какие-либо следы античности после этих многочисленных экспедиций?

Польские археологи были оптимистами. Они знали и то, что античные сокровища грабили и разрушали орды воинственных кочевников, византийские «культуртрегеры», средневековые рыцари и турки. Однако город был большим и богатым. Стоял он на великом караванном пути от моря к берегам Евфрата. И среди его грандиозных руин есть еще места, где исторические напластования не перелистаны учеными. Археологи выбрали развалины церкви близ военного лагеря римского Императора Диоклетиана. Церквушка привлекла их внимание тем, что в ее кладке были камни самых различных эпох. Верхняя часть руин — остатки храма арабской богини Аллат. Но

ми первоклассной и названа наиболее интересным археологическим открытием последних лет. Ведь до этой находки о самом шедевре Фидия, который был уничтожен,



2  
мы знали в общем-то очень мало. До наших дней дошли лишь восторженные свидетельства античных авторов, миниатюрные копии римского времени да золотые монеты с условным изображением прославленной скульптуры. Вот почему находка этой греческой копии в наши дни — подлинная сенсация, с которой можно поздравить польскую археологию. Тысячу шестьсот лет пролежала эта скульптура под камнями и песком, прежде чем стать украшением национального музея Сирии.



3  
пала и в Пальмиру. Афина Парфенос была изображена в виде величественной девы, в длинной одежде, в полном вооружении и в шлеме, высота ее превышала человеческий рост.

Копия сразу же была признана искусствоведа-

1. Римская копия Афины Парфенос.  
2. Голова Афины Парфенос.  
3. Место раскопок в Пальмире.

## «Стоп-сигнал» для насекомых

В парнике гусеницы поедали рассаду капусты. Но стоило открыть колбочку, и все вредители исчезли. Нет, не погибли, а просто потеряли аппетит, перестали расти. Нарушился цикл их развития. Из яичек не появились новые червячки, а те, что сидели на листьях, не превратились в куколки. Словом, не появились бабочки. Естественно, затем не появились и новые яички. Все дело в запахе. Дело в том, что для бабочек — это своеобразный канал информации. Способ общения внутри вида. Запах «вырабатывают» специфические гормоны. Ученым из лаборатории тонкого органического синтеза Института химии АН Эстонии удалось воссоздать в колбе эти гормоны насекомых. Исследователи уже давно умеют синтезировать вещества с запахами лимона, герани, свежего сена, эвкалипта, букета полевых цветов. Воссоздать запах гормона, конечно, потруднее. Но исследователи получили этот препарат — аналог «гормона роста», который дает вредным насекомым ложную информацию, своеобразный «стоп-сигнал». В результате насекомое на определенной стадии перестает развиваться. Из гусеницы не выводится бабочка, из бабочки не рождается куколка и т. д.

Исходным сырьем для получения запаха является изопрен — ненасыщенный углерод. Тот самый изопрен, который идет на изготовление синтетического каучука и других полимерных материалов. Кстати, тонкий запах лимонной корочки в Эстонии воссоздали тоже из него. В лабораторных условиях процесс синтеза такого запаха очень сложен. Но исследователи разработали технологию, которая поддается автоматизации. Значит, на производстве никаких трудностей не будет.

На один гектар овощных плантаций или фруктового сада достаточно всего полстакана жидкости, издающей запах гормона. Не нужен грузовик, достаточно велосипеда. Кроме того, полученное вещество ядовито только для насекомых, а для человека, домашних животных и растений абсолютно безвредно. Комары, бабочки, жучки — у всех этих вредителей нарушаются циклы развития, блокируется рост, не происходит превращения.

Итак, в академической лаборатории в Таллине создано новое и весьма перспективное вещество, ученые уже могут передать заводом документы, в которых говорится, как сделать первую тонну «запаха гормона». ● ● ●

В ЛАБОРАТОРИЯХ СТРАНЫ

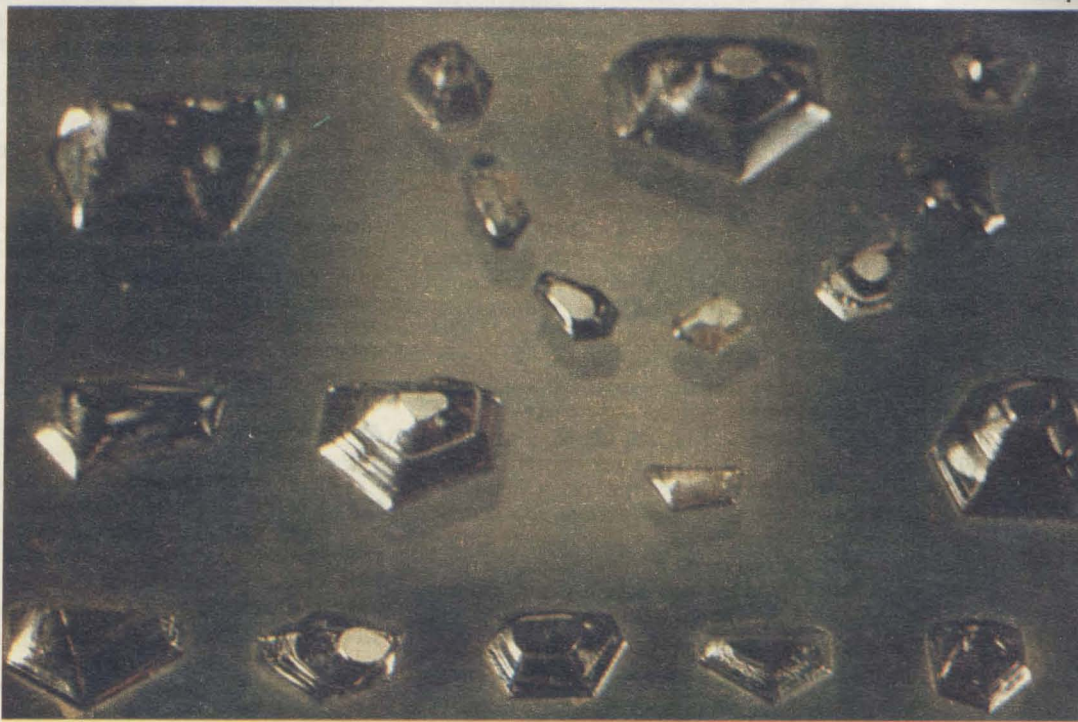


Научно-техническая революция привела науку непосредственно в цеха заводов. Производственными процессами зачастую управляют специалисты самой высокой квалификации, обладатели ученых степеней; проблемы, возникающие в практике производства, требуют вмешательства методов, привычных не только для науки. Даже чистота в цехах достигает высшей стерильности, доступной прежде лишь особо «чистым» лабораториям. Такое глубинное проникновение наук «внутрь» практики коснулось в первую очередь тех отраслей промышленности, которые родились сравнительно недавно,— производство полупроводников, особо чистых материалов, сложного синтеза и т. д. Новая рубрика журнала «Производство: наука плюс практика» будет рассказывать именно о таких заводах, комбинатах, научно-производственных объединениях, где наиболее заметна роль науки в техническом прогрессе.

Развивать производство полупроводниковых, особо чистых и специальных материалов для электронной, электротехнической промышленности и других отраслей.

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

## Химия плюс металлургия



1

Подольский химико-металлургический завод (ПХМЗ). Чем он знаменит?

В середине пятидесятых годов именно здесь был начат выпуск советского титана. Тут же осваивали отечественное производство монокристаллов германия — основы основ любого прибора на полупроводниках. Без них немислимы электронные часы, транзисторные радиоприемники, ЭВМ, солнечные батареи искусственных спутников Земли. Перешли к очередной задаче: первыми в стране учились, словно на конвейере, растить монокристалл кремния. Без него немислима космическая техника. Он нужен электротехникам. Если, превращая переменный ток в постоянный, вместо вакуумных выпрямителей использовать кремниевые теристоры, это дает экономию электроэнергии в системе дальних линий электропередач, оцениваемую в полтора миллиарда рублей в год. Кремниевые теристоры желанны и для метрополитеновцев, и для железнодорожников (кстати, электричка Москва — Подольск давно «бежит» на ПХМЗовских теристорах, экономя внушительные суммы).

ПХМЗ — первопроходец самых современных технологий цветной металлургии страны. За короткую историю (год рождения — 1954) на заводе трижды начинали дело с «нуля», трижды отработывали сложнейшее производство и притом ни разу не ходили в отрасли среди отстающих или хотя бы «середняков».

В чем тогда причина столь стабильного успеха?

Четвертый цех, как и остальные цеха ПХМЗ, буквально переполнен химической аппаратурой, плавильными печами, контрольно-измерительными приборами, управляющей автоматикой. Есть там даже «персональная» ЭВМ. Настроена она на режим «советчика» при многих процессах, протекающих в ходе четырехсменной работы. И то, что начальник четвертого цеха, некоторые другие его командиры — кандидаты технических наук, вовсе не дань моде, а необходимость: трудно справиться с полководьем сложнейших механизмов, разнокалиберных и подчас головоломных операций.

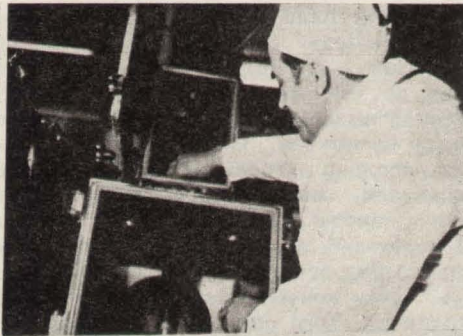
Кроме причин неизменных трудовых побед четвертого цеха и завода в целом, интересно было узнать: каково в этом царстве рациональности место рабочего? Кто он по своей квалификации? Современный умелец высшего разряда? Или прежде всего технически высокообразованный человек?

Рассказывают директор ПХМЗ Анатолий Капитонович Дроздов и начальник четвертого цеха Хасан Ильич Макеев, лауреаты Ленинской премии. Они удостоены этой высокой награды за внедрение в производство титана и монокристаллов кремния.

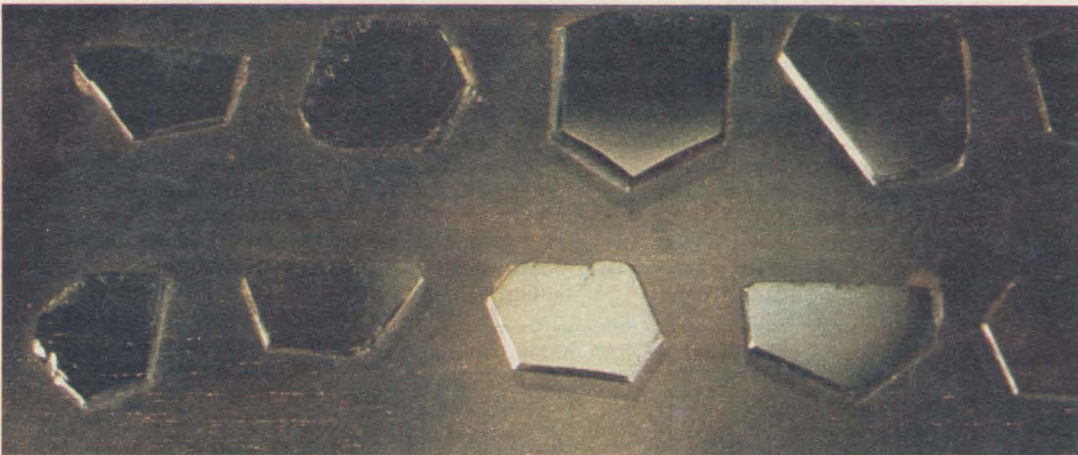
Как и многие, мы на ПХМЗ — с его основания. И более двадцати минувших лет убедили: на современном предприятии успех станет нормой, когда в ногу с совершенство-



2



3



4

Таков внешний вид продукции уникального производства «Химия плюс металлургия» (фото 1 и 4).

Интерьер и аппараты вовсе не похожи на цеха завода, скорее — лаборатория и лабораторные установки,

но это настоящее массовое производство с напряженным планом (фото 2 и 3).

Фото В. Бреля



ванием машин и технологии шагает не только профессиональное умение людей, но и непрестанно расширяется их технический кругозор. Хороший пример тому — опыт ПХМЗ.

Ныне, скажем, в четвертом цехе занято около шестистот человек. Кто они? Примерно восемьдесят — руководители разных рангов — имеют высшее образование, а шестеро — научные степени. Рабочие — практически все со средним образованием, свыше трети закончили техникумы, двадцать девять — инженерные факультеты вузов. Рабочий — инженер! Эти обстоятельства стали, вероятно, главными для выполнения планов цеха за все время его существования. Почему? Чтобы понять, надо вникнуть в наше дело.

Мы выращиваем монокристаллы кремния — то, без чего не бывать полупроводниковым приборам, выпрямителям тока и тому подобному. Выращиваем искусственно. Внутренне этот сложный процесс чем-то похож на тот, в ходе которого в магме формировались драгоценные камни — гранат, сапфир, турмалин. И на заводе, в среде инертных газов, в адской жаре булькает расплав тугоплавкого вещества.

Есть, конечно, отличия от того, что происходило в глубинах Земли. Там процесс начинался случайно и длился весьма и весьма долго. Мы ведем его целенаправленно, укладываемся в шесть часов. В недрах земных все свершалось под страшным давлением. Мы, наоборот, откачиваем из печи воздух, создаем давление со знаком минус. Но при всех «расхождении» с природой итог работы в искусственных условиях должен точь-в-точь повторить естественные — на свет обязан появиться монокристалл.

Твердое однородное тело, чьи атомы расположены не хаотично, а в определенном, периодически повторяющемся порядке — в форме той или иной кристаллической решетки.

Тогда, и только тогда, удельная электропроводность, температурный коэффициент расширения, иные физические параметры кристалла станут абсолютно одинаковыми по всей его высоте. У этого — такие-то, у того (мы сознательно чуть-чуть изменили условия его выращивания) — немного отличные, у третьего — опять свои. Но в любом варианте мы считаем свою задачу выполненной, если выпестованный нами кристалл кремния имеет структуру, неизменную с «головой до пят». Именно это постоянно ценят электронщики и электротехники в наших изделиях. Они режут их на мельчайшие дольки и, заведомо зная физическую характеристику каждой, получают набор транзисторов, интегральных схем или теристоров, благодаря которым одинаково хорошо работают все знаменитые вэфовские радиоприемники, все ЭВМ «Минск-32», выпрямители на многочисленных линиях дальних электропередач и т. д.

Итак, наша профессия — монокристаллышки. Профессия редкая — дело это родилось сравнительно недавно. Легко ли оно? Судите сами.

У нас самая современная аппаратура, полностью отлажена технология. Однако около трети того, что оказывается в печи, впоследствии, на разных стадиях процесса, отправляем на переплавку — брак! Впрочем, правильней сказать так: благодаря тому, что совершенной аппаратурой управляют рабочие, обладающие и высоким разрядом, и солидным образованием, брак не превышает трети. Такая поправка — не из желания «выгородить» коллектив. Нужды в этом нет: план — отнюдь не заниженный — мы всегда перевыполняем. Поправка для того, чтобы стало ясно: выращивать монокристаллы кремния крайне сложно. Объективно сложно!

Во-первых, к чистоте сырья особо суровые требования. В принципе кремний богат песок любого речного плеса, нам подходит специальный, так называемый технический кремний — в нем всего пять процентов примесей. Однако и это для нас чересчур много. Заводы-смежники доводят содержание инородных ве-

ществ до долей процента. И это слишком много: на ПХМЗ за исходное сырье берутся вновь. Последний круг «чистилища» оно проходит непосредственно на нашем заводе, под жестким контролем. Затем из чистейшего продукта с помощью сверхчистого водорода получаем кремний. После чего осаждаем его на стержни — они покрываются толстым слоем поликристаллического кремния, множеством мелких монокристаллов. По чистоте стержни превосходят скальпель хирурга. И вообще обстановка в цехе не похожа на обычную заводскую. По стерильности она сравнима с хирургической операционной. Все ходят в белых халатах и шапочках, передевают при входе обувь. Об открытом окне и речи не идет — налетит пыль. Работают кондиционеры. И еще отличие от многих заводских цехов: мы не вешаем плакатов, взывающих к совести курильщиков. Ибо у нас и самые заядлые любители табака достают сигарету лишь в специально отведенных комнатах...

Короче, монокристаллышки обязан быть ревнителем идеальной чистоты. Уследить за тем, чтобы это неукоснительно соблюдали шестистот человек, невозможно. Правила эти станут нормой жизни, если каждый по-настоящему проникнется сутью всего процесса — от его начала до конца. Вот почему мы искали рабочих, знающих физику и химию не понаслышке.

Однако мучения с очисткой, хлопоты с осаждением поликристаллов кремния — лишь прелюдия к настоящему делу. «Поли» надо превращать в «моно» — серебристого отлива непрозрачные цилиндры. Для чего с таким трудом полученные стержни мы дробим на куски, складываем их в кварцевые тигли. Затем в зависимости от того, какие изделия впоследствии собираются делать из монокристаллов, добавляем микроскопические дозы тех или иных веществ. Все это плавильщик отправляет в печь. Тут-то и начинаются главные сложности. Ибо происходящее в печи — непрерывное стремление совместить два почти несовместимых процесса: изменчивый и неустойчивый с постоянным и устойчивым. Причем второй без первого не идет, а первый будто своей целью поставил мешать второму.

Плавильщик откачал из камеры загруженной печи воздух. Расплавил содержимое тигля. К центру огненно-розовой поверхности подвел шток с продолговатым кусочком готового монокристалла кремния на конце — затравкой. «Лед» (затравка) и «пламя» (в тигле слегка колеблется вязкая жидкость, нагретая до 1500 градусов) соприкоснулись. Мгновенная выдержка. Плавильщик переключает шток на подъем. Он медленно вывинчивает из расплава затравку. А за ней, став ее продолжением, вытягивается монокристалл кремния. Сначала в виде тонкого стерженька. После некоторых манипуляций плавильщика он плавно разрастается книзу, превращается в конус. Затем конус заставляют принять облик цилиндра. Того самого, ради которого и существует цех. Все?

Нет. Это только кажется, что если в печи миллиметр за миллиметром нарастает монокристалл, то трудности у плавильщика позади. Увы, основные тревожения впереди. Даже если буква в букву выполнять параграфы соответствующей инструкции. То на каком-то этапе резко изменился диаметр цилиндра. То вместо ожидаемых свойств у кристалла оказались другие. То вдруг желанный «моно» превратился в бросовый «поли». То... Возможных осложнений хватает. В чем их причина?

Кристалл станет полноценным, если его рост — все шесть часов! — шел равномерно. Миллиметр в минуту — ни меньше ни больше. Вместе с тем микроскопические количества добавок в работающей печи испаряются быстрее, чем удлиняется цилиндр. До конца процесса этой добавки может попросту не хватить. Класть же ее сразу побольше нельзя — нарушишь свойства будущих полупроводников. Другой пример «неуживчивости» процессов. Нам нужен цилиндр с одинаковым диаметром

по всей высоте. Как его сохранить, если по мере создания монокристалла в игле количество расплава уменьшается?

Список осложнений можно продолжать и продолжать. Мгновенно принимать решения приходится плавильщику, обслуживающему не одну — три-четыре печи. Времени у него на то, чтобы предугадать надвигающуюся опасность, найти защитную меру, — времени у него меньше, чем уйдет у читателя на прочтение этого абзаца. К тому же есть еще масса технических, принципиальных трудностей. Скажем, нечем контролировать температуру на поверхности расплава — выходит, возникающая перед плавильщиком картина не полна. Иногда процесс, явно отклоняющийся от нормы, ни с того ни с сего возвращается в «рамки». Бывает и такое! Тогда поспешное вмешательство все испортит. Хотя чаще промедление равнозначно браку.

Благодаря чему цех из месяца в месяц, из года в год выполняет и перевыполняет задания? Опять и опять подчеркнем: мы опираемся на технические знания коллектива. И прежде всего — рабочих. Только профессиональный навык, помноженный на широкое образование, открывает им тайны физико-химических процессов в печах.

На ПХМЗ непрерывно работают школы мастерства. В них признанные плавильщики делятся практическим опытом, инженеры раскрывают теоретические тонкости процессов. Завершил курс пришедший к нам новичок, сдал экзамен, получил разряд, а школу не бросает — в следующем ее «классе» он поднимется на очередную ступень мастерства. На заводе каждый может получить и обычный для десятиклассников аттестат зрелости. Это событие автоматически ведет к повышению разряда. Кстати, отметим: учащиеся мы поощряем всячески, зато нерадивые или вынуждены исправляться, или на очередном заседании аттестационная комиссия переведет их на менее квалифицированную работу.

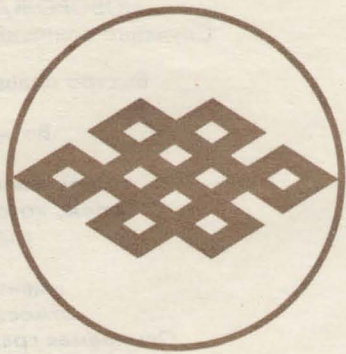
Тем не менее мы начинаем ощущать: даже этот высокий уровень знаний аппаратчиков и плавильщиков становится недостаточным. Ибо сегодня они прежде всего — рабочие высокого разряда, а уж потом — бывшие школьники или студенты техникумов. В итоге — в своей работе они в основном опираются на опыт. А пройденные ими курсы точных наук — лишь подспорье в принимаемых решениях.

Как быть?

Параллельно решать две задачи. Одна — со временем доверить весь технологический процесс мощной и быстродействующей ЭВМ, на базе которой ввести автоматизированные подсистемы управления процессами. Две таких подсистемы в цехе уже работают. Первая решает, какое сырье подавать в каждую печь с учетом ее «склонностей», производить кристалл именно такого диаметра, именно таких-то свойств. С помощью второй подсистемы мы определяем, как для электронщиков и электротехников лучше обрезать готовые цилиндры, чтобы в отходы уходило поменьше «тела» монокристалла. О важности данной разработки говорит хотя бы то, что ее создатели — инженеры-комсомольцы нашего цеха — в 1975 году были удостоены премии Ленинского комсомола. Остальные две, еще не рожденные, подсистемы должны обеспечить полный контроль за происходящим в печах.

Итак, автоматизация управления. Но путь к ней возможен только при выполнении другого условия: сам монокристаллышки обязан стать профессиональнее, «универсальнее» нынешнего — и по уровню чисто рабочего умения, и, главное, уровню образования. Вот почему в планах работы цеха обязательно присутствует графа: повышение знаний всех и каждого члена нашего коллектива. Наступит пора, когда рабочие четвертого цеха ПХМЗ будут все иметь высшее и среднее техническое образование





А. Войскунский

## Психология и математика

Редкая наука обходится сейчас без математического аппарата. Все шире вторгается математика и в гуманитарные области. Так что вполне естественны жгучие споры о пределах математизации гуманитарных наук.

Психология, пожалуй, отстает от «лидеров» — экономистам, к примеру, или лингвистам удалось сформулировать задачи, давшие толчок к появлению новых математических теорий. Все же и психологам есть чем гордиться — их запросы стимулируют развитие некоторых разделов математической статистики. Однако эти успехи нисколько не приближают нас к решению вопроса о степени обратного воздействия — математики на психологию. Будет ли когда-нибудь математика лежать в фундаменте психологии? Если да, то каким требованиям должна удовлетворять такая математика? Годятся ли для этого современные математические направления? В многочисленных дискуссиях были высказаны самые разнообразные мнения, и к окончательному решению специалисты так и не пришли.

«Психология и математика» — так называется новая книга, выпущенная издательством «Наука».\*

В ней впервые в нашей стране с такой полнотой рассматривается эта проблема.

Психолог А. В. Брушлинский проанализировал основополагающие принципы, на которые опирается психология, и пришел к выводу, что они полностью отличны от тех постулатов, на которых зиждется математика. Остается искать лишь отдельные точки соприкосновения между ними. Но этих точек не так мало. «Вторжение» математической мельницы заметно буквально на всем фронте психологических исследований — от изучения словных рефлексов до познания социальных явлений. Однако в каждой области пока выбираются только такие ситуации, в которых есть возможность ограничить число переменных, описывающих процесс, и установить простые функциональные связи между ними. Что поделаешь, именно такие отношения сложились на сегодняшний день между психологией и математикой. Об этом говорят многочисленные примеры. Мы же остановимся на взаимосвязи между математической теорией игр и психологией.

Игра — очень важная ступень в эволюции человечества. Очень важна она и для отдельного человека. Вместе с тем игры — необыкновенно трудный объект исследования. Психологам это прекрасно известно. Математики же знают их с другой стороны. Азартные игры в свое время сослужили добрую службу математике — консультируя заядлого игрока, кавалера де Мере, Б. Паскаль заложил основы теории вероятностей. А в XX столетии математика уже сумела «охватить» игру вместе с игроками, правилами и выигрышами. Теория игр стала как бы «образцом» форма-

лизации, внесенной в предмет исследования психологии. Она не претендует на отражение психической жизни человека — ведь для психологического описания поведения человека жернова теории игр в современном их состоянии практически бесполезны.

Но не надо думать, что использование математики с неизбежностью ведет к выхолащиванию психологического содержания. Нет, если сначала был проведен глубокий теоретический анализ изучаемого психического процесса, а потом построена содержательная психологическая модель, то можно смело запускать жернова. Полученная математическая модель подскажет новые данные о структуре моделируемого процесса и поможет предсказать его будущее развитие.

Уже сейчас большую пользу психологам приносят математические расчеты надежности работы человека-оператора в системах контроля и управления, модели чувственного психического отражения свойств внешнего мира, количественные оценки положения человека в коллективе. Еще больше психологических зерен будет перемолото в самом скором будущем. Ведь в психологии идет работа по уточнению расплывчатых понятий, сближению расходящихся точек зрения, выделению строгих и четких теорий. И она может легко перейти в подготовительную работу к внедрению математических методов.

Авторы книги верят, что все произойдет именно так. Они утверждают: «Психология, которую еще недавно часто относили к ветви чисто гуманитарных наук (рассматривали ее как область философии и педагогики) по методам исследований, принципам их организации, по подходам к анализу получаемых результатов сейчас вплотную подходит к границам естественных наук». К этим словам стоит прислушаться.

Ю. Марков

## Поиски и свершения

Раньше на верфях стучали топоры. Теперь грохочут клепальные молотки, вспыхивают огни сварки, плывут могучие агрегаты, охваченные гигантскими кранами. Все выглядит иначе на верфи космической...

«Если выйти из лифта и пойти по коридору вправо, на пути преградой встанет широкая двустворчатая дверь. За дверью — «царство» проектантов. Здесь размещен проектный отдел. Именно здесь, за этой дверью, рождается перспектива наших работ, проекты будущего... От двери начинается «большая тропа», по которой поток проектантов, вошедших в зал, растекается по узким «тропкам» к своим столам, кулманам... «Большая тропа» делит большой светлый зал на две части, два прямоугольника, вытянувшиеся вдоль высоких оконных проемов. Левый прямоугольник — лунный».

Так начинается книга конструктора М. Борисова «На космической верфи»\*.

Космический автоматический аппарат, доставивший на Землю лунный грунт из горного труднодоступного района Селены... Межпланетная станция, прорвавшаяся сквозь огнедышащую толщу венерианской атмосферы... Спускаемый аппарат «Марс-3», совершивший впервые в истории космонавтики мягкую посадку на поверхность «красной планеты»... «Луноход-1», бороздящий пустынные просторы Луны...

Все они так совершенны, что кажется, будто сразу были такими замыслены, такими и рождены. И вот книга (автор ее — непосредственный участник описываемых событий) вводит читателя в рабочую обстановку конструкторского бюро, создающего эти совершенные, уникальные машины.

\* М. Борисов. На космической верфи. Москва, издательство «Машиностроение», 1976 год.

...Спускаемый аппарат, который должен вернуться на Землю. А как искать крохотный «шарик» на огромной площади земных просторов? Как превратить возвращаемый аппарат в «ваньку-встаньку» с тем, чтобы его антенна всегда была бы вертикальна после посадки и звала к себе службы поиска. В игрушечные «ваньки-встаньки» обычно вкладывают свинцовый груз. В данном случае об этом не могло быть и речи; даже перекомпоновкой приборов, размещением их «внизу» этого достичь тоже невозможно — вес приборов все-таки незначителен. Как быть? Или главный вопрос, как говорится вопрос вопросов, об обратном старте и перелете на трассе Луна — Земля? Конечно, если оснастить возвратную ракету системой астроориентации с оптическими приборами, позволяющими ориентировать машину в пространстве, установить на ней двигатель с баками горючего, разместить радиокомплекс, систему управления, то и нет проблем! Проводи коррекцию траектории и сажай аппарат в нужный район. Но ведь это нереально! «Во всяком случае, когда вокруг стола Николаева в очередной раз собрались его коллеги и кто-то, вспомнив Жюль Верна, сказал, что нужно тщательно посмотреть, а вдруг можно прицельно и выстрелить ракетой прямо на Землю без коррекции траекторий, — никто не свистел и не смеялся».

Да... Нелегкая эта работа — создавать космические аппараты! Расстояния в десятки и сотни миллионов километров, когда об исполнении радиокomанды, посланной на станцию «Марс», узнаешь через... полчаса; перепад температур в 300°C (и при этом должны много месяцев бесперебойно работать луноходы); перегрузки такие, что каждая деталь, каждый прибор превышает свой собственный вес в 350 раз и, значит, в 350 раз сильнее давит на узлы крепления... Наконец, пожалуй, самое трудное — неизвестность условий, диктующих, какой быть конструкции: грунт взять надо, а какой он, этот грунт, неизвестно. Давление венерианской атмосферы, вероятно, очень велико, а как велико — неизвестно. Оказывается же, не просто большое, а чудовищное, такое, как на километровой глубине океана!

Или, например, «глаза» лунохода. О том, как их создавали, — интереснейшие страницы в книге.

Глава «Самая мягкая посадка» посвящена разработке лунных станций нового поколения.

А посадочная ступень, доставляющая на Селену либо луноход, либо возвратную ракету, обязана своим появлением извечному практицизму человека — иметь при себе лишь то, что необходимо, то, без чего нельзя. В космическом полете практицизм становится аксиомой, непреложным законом. Но вот зачем, скажем, луноходу возить то, что не принимает участия в его работе, к примеру тормозную двигательную установку? И об этом рассказывается увлекательно, просто и с юмором, хотя речь идет о вещах сложных.

Книга эта — записки конструктора. Они охватывают семь бурных, напряженных для автора и его товарищей лет. За эти годы к Луне было направлено восемь советских автоматических станций, к Венере — пять, шесть межпланетных автоматов ушло к Марсу. Полученные результаты разные и по значению, и по масштабам.

За всеми этими событиями — поиск, труд, вдохновение, огромное чувство ответственности. Потому-то так интересна и так полезна эта книга.

Хотелось бы только, чтобы живую и образную речь автора сопровождали такие же иллюстрации — живые, не формальные. И еще: иногда автор, так хорошо знающий своих героев, рассказывает о них слишком скупое, слишком мало. А желание узнать о них как можно больше — огромно. Хорошо бы в следующем издании книги, а оно обязательно будет, учесть эти читательские пожелания.



Н. Аристархов

# Молчаливый миллиард

Тысячи геологов изучают фанерозой — последние 570 миллионов лет геологической летописи, 1/8 часть жизни Земли. Но судить по такому малому отрезку времени обо всей истории планеты — все равно, что пытаться понять человека, встретив его лишь в старости. А между тем знание ранней эволюции Земли открывает тайну ее рождения, позволяет понять законы геодинамики, предвидеть будущее планеты. В толще архея и протерозоя захоронены около 70 процентов мировых запасов железной руды, марганца, урана.

В последние годы успехи теоретической и экспериментальной космогонии, геофизики, геохимии, радиометрии, палеомагнетизма, палеонтологии, космические полеты, перевернувшие первые страницы сравнительной планетологии, дали основу новым научным поискам в лабиринтах прошлого планеты. Этому способствуют частые встречи ученых, жаркие дебаты в аудиториях и кулуарах. Осенью 1975 года в Москве состоялась международная встреча геологов-докембристов. В мае 1977 года — методологический семинар двух ведущих институтов Отделения наук о Земле АН СССР — ГЕОХИ имени В. И. Вернадского и ИФЗ имени О. Ю. Шмидта. Семинар был посвящен методологическим проблемам ранней эволюции Земли и ее начальной геологической истории.

Как отметил руководитель семинара Н. Н. Хитаров, встреча ученых и живой обмен мнениями позволили подчеркнуть исходные положения, граничные позиции, спорные и общие моменты в многообразных научных концепциях, касающихся ранней эволюции Земли.

Публикуемая статья построена на материалах последних научных симпозиумов.

Какое, милые, у нас  
Тяжелелетье на дворе?  
Б. Пастернак

## Пролог

Небольшое местечко Алленде, в Мексике, неожиданно стало знаменитым. В феврале 1969 года здесь прошел небывалый метеоритный ливень, давший более 2000 килограммов образцов «посланцев космоса», в пять раз больше, чем все лунные экспедиции. На первый взгляд, это были «заурядные» углистые хондриты. Впрочем, «заурядных» среди пробившихся сквозь атмосферу метеоритов быть не может — ведь эти редкие «гости» несут известия об иных мирах. Вот и мексиканские метеориты приоткрыли окно во времена, когда Земли-планеты еще не существовало, а лишь рождались частицы-клеточки ее будущего тела. В метеоритах содержались включения, богатые кальцием и алюминием, а они конденсируются из горячих газов при самой высокой температуре и, значит, являются первозданными твердыми фазами Солнечной системы. Вместе с тем новейшие методы анализа изотопного состава показали избыток в метеорите магния-26 — продукта распада незнакомого нам алюминия-26. Этот вторичный радиоактивный изотоп, по-видимому, возникает при энергичном протонном облучении, хотя он не доживает до сегодняшнего дня из-за малого периода полураспада, но зато является «свидетелем» формирования Солнечной системы. И от мексиканского метеоритного «града» потянулись в прошлое многозначительные нити...

## Зола ядерного пожара

А. Е. Ферсман учил видеть в каждом камне три этапа жизни атома — звездный, космический и геологический. Какой невообразимо сложный, неровный путь прошло мироздание от синтеза атома водорода до рождения высшей субстанции — человека. Сколько роковых не-

НОВОРОЖДЕННАЯ ЗЕМЛЯ.  
Случайно слипшийся ком твердых  
частиц.  
Быстро вращающаяся вокруг  
оси.  
Во много раз более  
радиоактивная.  
Окруженная спутниковым  
роем, которому уготовано  
сплотиться в Луну.  
Еще не одетая  
живительной пленкой  
атмосферы и океанов.  
Осыпаемая градом метеоритов  
и астероидов. Самые крупные  
из них создали химические  
и тепловые неоднородности —  
основу будущей геотектоники.  
Поверхность усеяна грядами  
дымящихся вулканов, разделенных  
овальными прогибами, куда  
сливается расплавленная  
лава.  
Кора еще тонкая и хрупкая,  
без гранитного слоя, без  
горизонтальных напряжений,  
без платформ  
и геосинклиналей.  
Еще недавно называвшееся  
«догеологическим», считавшееся  
недоступным изучению, а  
сегодня рассмотренное извне,  
из космоса, лунное ДЕТСТВО  
Земли.  
И ее сегодняшняя ЗРЕЛОСТЬ.  
Бело-голубое чудо,  
зовущее космических «одиссеев».  
Во всем многообразии  
ландшафтов, флоры и фауны.  
Опясанная зонами  
землетрясений, грядами вулканов.  
Меняющая очертания континентов  
и океанов.  
НЕПОВТОРИМАЯ ЗЕМЛЯ,  
освященная венцом  
эволюции — ЧЕЛОВЕКОМ,  
пытающимся ПОЗНАТЬ  
и СОХРАНИТЬ ПЛАНЕТУ  
и самого СЕБЯ.

удач, сколько эволюционных тупиков таилось в лабиринте неопределенности: «необходимость — возможность». И как счастливым образом выстроились в закономерную цепь мириады случайностей.

Уносясь радиоухом и телеглазом вослед разбегающимся галактикам, мысленно поворачивая вспять машину времени, можно воскресить момент десятиллиардной давности (по некоторым определениям — двадцатиллиардной): изначальный миг, сверхвзрыв, рождающий Вселенную. Будь он чуть продолжительнее или короче, плазменный пламень жарче или прохладнее, и мог разыграться совсем другой «спектакль».

Но наш разговор не об этом, звездном, этапе жизни атомов и даже не о втором, космическом, — начале образования планет. А скорее о переходе к третьему, когда планета уже оформилась, но не осталось свидетелей, дождавшихся современных ученых. Эта стадия так и именуется «догеологической», потому и способы ее изучения — космогония и сравнительная планетология. Из звездного этапа геологи черпают сведения о возрасте и составе планет. Возможность расставить события по порядку дает исследователям природа — естественная радиоактивность.

Соотношение изотопов свинца в метеоритах, породах земной коры и в последние годы — Луны дали сходящиеся результаты определения возраста Земли — 4,5—4,6 миллиарда лет. Нельзя произвольно «старить» Землю до 5—5,5 миллиарда лет. В этом случае она оказалась бы целиком расплавленной теплом радиоактивных элементов. А это противоречит многим фактам.

Было ли протопланетное облако горячим или холодным, чисто газовым или включающим твердые частицы? Эта альтернатива продолжает разделять многих ученых, вызывая острые дискуссии на страницах журналов и в залах международных конгрессов, заставляя авторов гипотез под угрозой «прокрустова ложа фактов» вносить непрерывные уточнения, строить гибридные варианты, а то и совершать «акробатические повороты» в точках зрения. Например, предлагается такое сближение позиций: первоначально горячее облако, остывая и конденсируясь, породило твердые тела, устойчивые к изменениям температуры в облаке, а потом уже из твердых холодных частиц «собиралась» Земля.

Бытовавшие представления о том, что материнское вещество Зем-



ли — примитивные метеориты — хондриты, сегодня оспаривается. Так, геохимики А. К. Лаврухина и И. И. Толстихин полагают, что главную роль в формировании нашей планеты играли более зрелые и оформленные космические объекты — ахондриты. Они прошли этап первоначальной кристаллизации из магмы, плавление и дифференциацию.

Земная группа планет оказалась отличной по составу от планет-гигантов. Дело в том, что еще на допланетной стадии энергичные солнечные протоны выбивали из твердых частиц водород и инертные газы и «сдували» их к периферии околосолнечного облака. В планетах земной группы наблюдается дефицит летучих элементов с атомным весом меньше 40 (кислород, водород, гелий, инертные газы, углерод, сера). В то же время тугоплавких элементов (алюминий, кальций, титан) и элементов с большими атомными весами (уран, торий, барий и другие) в породах Земли оказалось в пять раз больше, чем в первичном веществе облака. Основных элементов, образующих окислы, которые слагают минералы и породы, немного, в первом приближении всего четыре: кислород, кремний, железо и марганец. Можно сказать, что наша планета на 2/3 состоит из магнезиальных силикатов и на 1/3 из тяжелой компоненты (железа, его окислов и соединений с серой).

к ее полному расплавлению и образованию ядра еще на ранней стадии эволюции. Однако короткая шкала противоречит расчетам динамики допланетного роя частиц.

В последние годы сотрудники ИФЗ АН СССР В. С. Сафронов, А. В. Витязев, С. В. Маева значительно продвинули теоретические исследования последнего этапа формирования Земли и раннего этапа ее планетарной эволюции.

Земля скомпоновалась из космической пыли, газа и метеоритов различных размеров и вначале была макрооднородной, оболочки с различным составом пород в ней отсутствовали.

На заключительном этапе рождения планеты несколько крупных астероидов, сталкиваясь с Землей и проникая на глубину сотен километров, вызвали образование локальных температурных и плотностных неоднородностей. Эти удары, а также эффект гравитационного сжатия и уплотнения земного «кома», равно как и распад короткоживущих радиоактивных изотопов, вызывали значительный разогрев тела Земли. Однако ввиду большой длительности времени компоновки планеты начальная температура в центре должна была быть невысокой (ниже 1000° К), при этом вязкость вещества была большой, ядро Земли долгое время оставалось твердым, нерасплавленным.

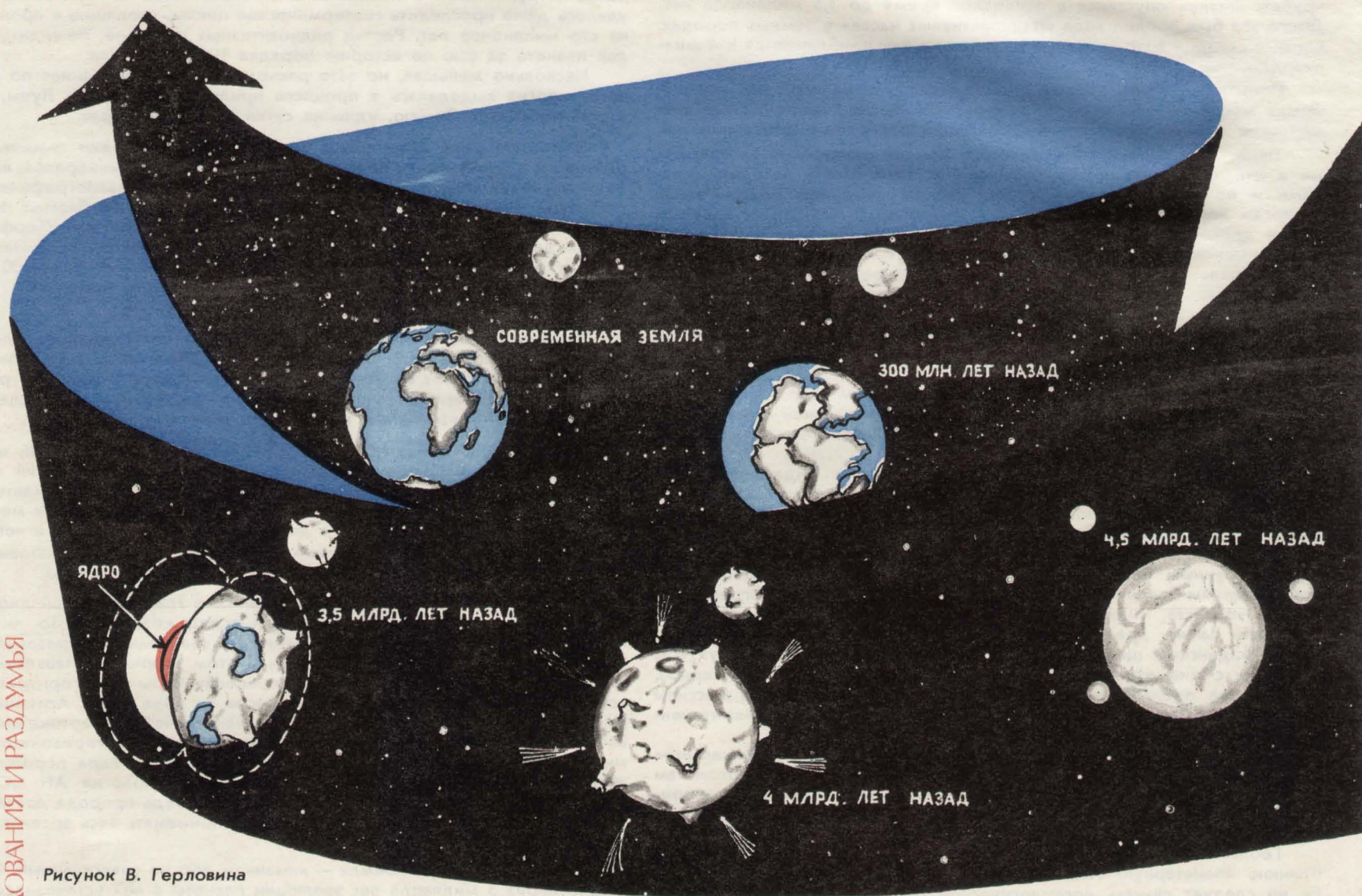


Рисунок В. Герловина

## Космическая прелюдия

В наши дни авторы гипотез происхождения Земли должны согласовывать идеи с их следствиями, которые подтверждаются или опровергаются космохимическими и геофизическими данными, полученными в результате космических экспериментов прошедшего двадцатилетия.

Успешно развивается в Институте физики Земли и крепнет в «конкуренции» детище О. Ю. Шмидта. Один из краеугольных камней его теории — аккреция, слипание Земли из достаточно холодных твердых частиц допланетного облака. При этом сторонники теории не закрывают глаза на ее слабые места — неясны образование самого протопланетного облака, динамика его развития. Второй «кит» в основании теории — протопланетное облако, и, следовательно, «новорожденная» Земля была макрооднородной от поверхности к центру. Третье основное положение — относительно долгое «рождение» —  $10^8$  лет и, соответственно, низкая начальная температура недр. Сторонники более короткой шкалы (существует и вариант с четырьмя цифрами) получают высокую начальную температуру Земли, ведущую

Первоначально макрооднородная, Земля сегодня оказывается расслоенной на многие оболочки. Процесс этого разделения, дифференциации еще вещества по плотности, по-видимому, составлял и составляет наиболее характерную черту ее эволюции. Однако, судя по новейшим данным, этот процесс начинался не обязательно в центре Земли.

Кривая распределения температуры в новорожденной Земле имела максимум (1500° К) на глубине порядка 500 километров. Здесь за счет ударного внедрения крупных астероидов могли возникнуть первоначальные очаги плавления, и в них началось разделение вещества — опускание тяжелой (железной) и всплывание легкой (силикатной) компоненты. Лишь постепенно, через 1—2 миллиарда лет, по мере разогрева центральной области радиоактивными изотопами, силикаты вытеснялись из центра соединениями железа.

Именно на поверхности и в верхних слоях Земли (примерно соответствующих современной верхней мантии) за счет ударного разогрева на ранних этапах эволюции существовали температуры, близкие к режиму плавления силикатов. Здесь-то и начиналась гравитационная дифференциация вещества. Был ли это сплошной расплавленный слой или отдельные достаточно протяженные зоны, так или иначе, тяжелая



компонента опускалась в его основание, а затем, распадаясь на отдельные включения, понемногу продвигалась сквозь твердую мантию к центру благодаря избытку массы и тепла.

Этот новый взгляд на раннюю эволюцию недр Земли, вытекающий из теоретических космогонических построений, получил подтверждение данными сравнительной планетологии, развиваемой в Институте геохимии и аналитической химии АН СССР в лаборатории К. П. Флоренского.

## Лунное детство Земли

Афоризм «в геологии нет ни начала, ни конца» можно понимать, как стремление представителей геонаук продвинуться как можно дальше по тропам прошлого планеты. Следы самого первого, так называемого умелого человека уводят исследователей в четвертичное оледенение двух — четырехмиллионной давности, хотя вавилонские жрецы такое время «жизни» отводили всей планете. Палеонтологи, датирующие прошлое по видам окаменелой фауны, еще 15 лет назад не рискуя заглянуть в докембрий, сегодня отвоёвывают у прошлого добрых полтора миллиарда лет. «Магнитофон» Земли способен «вспомнить» положение полюсов 2,5 миллиарда лет назад. Нижний «рубеж жизни» опустился в последнее время до 3,5 миллиарда лет. Долго это был предел хода «радиоактивных часов» в земных породах. Однако сегодня возраст самых древних из них приближается к 4 миллиардам.

Попытки осветить первые полмиллиарда — миллиард лет истории Земли могли бы оказаться тщетными, если бы не беспримерные космические полеты автоматов и экспедиций последнего двадцатилетия.

Луна — единственный и вместе с Землей рожденный ее спутник, но в отличие от Земли не размытый с поверхности ветрами и водами и не переплавленный столь жарким дыханием недр, — явила геологам дорангевский образ младенчества Земли. Здесь найдены самые древние образцы — ровесники планетной системы и получены недвусмысленные доказательства того, что 4 миллиарда лет назад уже существовала кора и происходило интенсивное выделение газов из пород (однако маленькая Луна не удержала атмосферу).

Общность происхождения и идея сходства основного процесса эволюции планет по крайней мере земной группы давали геологам надежду отыскать следы «лунной» стадии и на Земле.

Еще не отзвенел долгим сейсмическим звоном удар метеорита об обратную сторону Луны, а с Дальнего Востока нашей страны была принесена феноменальная новость — обнаружены земные реликты лунного рельефа и возраста.

В междуречье рек Сутама и Олекмы, на юге Алданского щита, исследованы образцы доархейского, так называемого катархейского времени, породы основного состава. По содержанию главных окислов (кремния, алюминия, железа, магния, кальция, титана и других) сутамские сланцы близки толеитовым базальтам океанов Земли и в то же время — лунным базальтам. К тому же их возраст по радиогенным определениям более 4,0 миллиарда лет. Даже имея в виду погрешности оценок возраста, ясно, что в обнажениях реки Сутам выходят на поверхность самые древние свидетели «младенчества» Земли. К тому же на Алданском щите господствуют округлые кольцевые структуры типа чаш с диаметрами около 100 километров («лунные кратеры»). И здесь же поблизости располагаются крупнейшие в мире массивы анортозитов, столь редкие на Земле и столь типичные для «континентов» Луны.

Не все исследователи отнеслись с полным доверием к уникальным алданским находкам. Но сходные по возрасту, составу и реликтам рельефа породы обнаружены и в других районах Земли: норит-диориты Балтийского щита, гипербазиты Южной Родезии, ортоамфиболиты Гвианы.

Геологи М. З. Глуховский и Е. В. Павловский, выделив эту самую раннюю планетарную стадию Земли, по праву назвали ее «лунной». Ее не следует считать догеологической, ибо она доступна изучению геологическими методами как на Луне, так и на Земле. 4,5 — 4 миллиарда лет назад на поверхности Земли не было еще ни океанов, ни атмосферы. Каменноуголая, она была усеяна конусами вулканов и изолированных кольцевых впадин — палеокальдер, где накапливались продукты расплавления и дегазации. Кора Земли тогда не имела горизонтальных напряжений, платформ и геосинклиналей. Поверхность была сложена магматическими породами основного состава, из тектонических структур преобладали овальные впадины.

Еще не защищенная атмосферой поверхность, как по сию пору — лунная, осыпалась градом метеоритов. По-видимому, на самой ранней стадии Земля не избежала катаклизмов, подобных тем, которые образовали Большие Бассейны Луны. Только эти планетарного масштаба формы рельефа сегодня на Земле не сохранились: слишком много утекло с тех пор воды (в прямом и переносном смысле), переплавилось вещества, передвинулось континентов.

Именно эти случайные падения крупных тел создали первичную неоднородность Земли, давшую старт закономерной эволюции ее недр.

## Кухня геодинамики

Сторонники неоднородной аккреции Земли и те, кто считает, что новорожденная Земля была целиком расплавлена и быстро разделась на кору, мантию и ядро, отказывают планете в длительном и

мощном процессе, который зафиксирован в складках гор, меняющихся контурах материков и соотношениях изотопов, отражен в летописях гибели Атлантиды, ощущается нами сегодня толчками Газли и лавовыми потоками Толбачика и является предметом по меньшей мере оживленнейших научных дискуссий.

Если Земля вначале была комом случайно слипшихся частиц и имела в среднем одинаковый состав на любой глубине от поверхности, а сегодня в сейсмических лучах предстает ее прекрасно оформленное, закономерно расслоенное тело, — значит, в ней действовали и действуют мощные направленные и циклические процессы, обеспечивающие живительные токи геодинамики. Участники семинара ГЕОХИ — ИФЗ едины во мнении, что итог и смысл этих процессов — дифференциация, разделение вещества по физико-химическим свойствам и что для этого должны быть источники тепла. Дискуссии и разночтения «Книги Природы» заключаются в предпочтении того или иного механизма разделения общества, выделения и переноса тепла.

Тепло выделяется при распаде радиоактивных изотопов. Элементы с высокой теплоемкостью, как бы спасая Землю от полного расплавления, оказываются короткоживущими. Из ныне «работающих» самый энергичный уран-235, один его грамм выделяет в год 4 калории. Тепловое действие радиоактивных изотопов реально ощущается термометрами, погруженными в скважины. Е. А. Любимовой из ИФЗ АН СССР удалось даже проследить геотермические циклы, уходящие в прошлое на сто миллионов лет. Распад радиоактивных изотопов, по-видимому, дал планете за всю ее историю порядка  $10^{38}$  эрг тепла.

Несколько меньшая, но зато равномерно распределенная по планете энергия выделилась в процессе приливного действия Луны, которое тормозило Землю, удлинив сутки в несколько раз.

Заметную роль в тепловом балансе планеты играют химические реакции и в особенности полиморфные превращения минералов, когда без изменения химического состава меняется их кристаллографическая структура. Так оливин приобретает структуру шпинеля, базальт переходит в эклогит, кварц — в плотную модификацию стишовит. Геофизические данные указывают на то, что фазовые переходы и связанное с ними разделение вещества происходит на глубинах 300—600 километров, где имеет место благоприятное сочетание давлений и температур.

Разумеется, в науке вопросы не решаются большинством голосов и тем более не обязательно прав тот, кто «лает на слона». Многие исследователи отдают ведущую роль в геотектонике процессам гравитационной дифференциации — разделения расплавленного вещества в поле силы тяжести Земли на тяжелую и легкую компоненты.

По идее сотрудника ИФЗ АН СССР Е. В. Артюшкова, зоной такой гравитационной дифференциации является сравнительно тонкий слой примерно в середине радиуса Земли на контакте твердой мантии и жидкого внешнего ядра. Выплавившаяся тяжелая фракция, как металл в доменной печи, опускается на дно слоя, наращивая ядро, а легкая, «шлак», пробирается тысячекилометровыми путями по расслабленным зонам и трещинам мантии, питая «жизненные токи» планеты.

По-разному говорят ученые о механизме гравитационной дифференциации и характере начинающейся вслед конвекции. То ли это всплывание легкого материала крупными квантами с образованием сразу большей части верхней мантии. Потом вторичное плавление и дифференциация в верхних слоях, утолщение коры и ее горизонтальное «расплывание», подобно капле масла на воде (Е. В. Артюшков). Или — непрерывно действующие конвективные ячейки с вертикальными восходящими и нисходящими токами во всей мантии и горизонтальными ветвями в астеносфере и на границе мантии и ядра порождают тектонику плит (О. Т. Сорохтин, Институт океанологии АН СССР). А может быть, действуют многие механизмы. Ведь природа достаточно «изоцренна и незлонамеренна», чтобы применять весь арсенал сил и процессов.

«Тепловая машина» Земли — механизм весьма совершенный. Примерно через 3 миллиарда лет эволюции планеты в ней установился баланс между источниками тепла и его расходом на излучение в космос, разогрев недр, расплавление ядра. Внутренняя «жизнь» Земли в расцвете, у нее еще достаточно сил двигать континенты, воздымать горы и угрожать землетрясениями. Земля еще далека от тепловой старости Луны, являющей отдаленное будущее нашей планеты.

Но речь сейчас не о геодинамике вообще, а о начальном этапе эволюции Земли. Новые данные космогонии и сравнительной планетологии позволяют думать, что интенсивные глубинные процессы в недрах Земли могли начаться не сразу. А на ранней стадии эволюции Земли, в первый «молчаливый» миллиард ее жизни плавление и дифференциация вещества, по мнению К. П. Флоренского, В. С. Сафронова и их сотрудников, происходила в верхних слоях толщиной первые сотни километров. Так же как на Луне, в процессе ударного кратерообразования нагрев превышал температуру плавления первичного вещества — образовывались зоны, линзы, слои расплава. Впрочем, сплошной расплавленной зоны могло не быть, а разделение по плотности происходило в момент ударов, в малых объемах, но эффекты эти накапливались, и в итоге из первозданного материала родилась первичная земная кора. Кстати, первозданный материал планет так никто и не встретил ни на Земле, ни на Луне. Только предполагается, что на Луне им сложена средняя мантия, где скорости поперечных волн ниже нормы и где локализованы очаги приливных лунотрясений. С момента образования коры Земли и начался третий ферсмановский этап жизни камня — геологический.



## Рубеж жизни

Рубеж четырехмиллиардолетней давности в эволюции Земли особенный. Резко ослаб метеоритный «ливень». Из первичного вещества выплавилась начальная анортозит-базитовая кора.

Лик Земли менялся и все больше отходил от лунного — поверхность окутывалась пленками воздуха и влаги. Атмосфера возникла в результате дегазации излившихся на поверхности магм. Первоначальная, она, по-видимому, состояла из водорода, метана, аммиака и паров воды, а легкие гелий и ксенон улетучивались в космос, потом в ней увеличилось содержание углекислого газа и кислорода. В отличие от Земли, Луна вследствие своей маленькой массы не удержала воздушной оболочки. И постепенно удаляясь от Земли, осталась молчаливым, изумленно повернутым к ней одной стороной свидетелем того, как на нашей планете рождалось чудо жизни.

Как полагает А. И. Тугаринов из ГЕОХИ АН СССР, судя по возрасту древнейших осадков, к окончанию «лунного детства» у Земли уже была водная оболочка в виде неглубоких, неправильно ориентированных бассейнов, омывающих гряды извергающих лаву вулканов. Праветры и праволны разрушали островки суши, сносили обломки и песчинки в море — теплый «питательный бульон», в котором вершилось величайшее таинство природы — скачок от неживого к живому. Используя современные методы исследования изотопов серы, ученые отодвигают «рубеж жизни» к 3,5-миллиардной давности. Полагают, что следы жизни — высокоуглеродистый графит, обнаруженный в древнейших осадочно-метаморфических породах.

Историческая геология как наука оформилась на рубеже XVIII—XIX веков. Традиционные методы реконструкции геологической истории состоят в изучении окаменелых остатков живых существ и растений прошлого. Но чем дальше в глубь слоев и веков, тем слабее и мельче оказывались скелеты и панцири и экзотичнее вид «населения» Земли. Отмершие животные ткани, захороненные в осадках, перегнивали и превращались в воду, углекислоту, сернистые и азотистые соединения. Толща осадков опускалась под собственным весом на глубину, здесь давление и температуры превращали пески и глины в сланцы, кальциты — в мрамор, а некогда живые ткани — в высокоуглеродистые формы. Сегодняшний ученый не только может по отпечаткам папоротников в пластах угля восстановить картину пермской флоры, в зарослях которой бродили ящеры-гиганты, но, при известном опыте и воображении, увидеть первые признаки живого в безликой черноте кусочка графита. А уже в отложениях трехмиллиардной давности юга Африки обнаружены микроспоры, сине-зеленые водоросли — первые бактериоподобные организмы.

Период истории Земли от 4 до 3,5 миллиарда лет принято выделять в особый, так называемый «нуклеарный», имея в виду «ядра» не химических элементов, а континентов. Как и в предыдущем, лунном периоде, земная кора еще тонкая и нестабильная, еще не разделенная на геосинклинали и платформы. Но наряду с вулканизмом происходит осадконакопление. И главная, быть может, неповторимая черта этой эпохи — зарождение гранитов. Они возникли в земной коре среди осадочных пород под действием сквозьмагматических растворов, несущих тепло и щелочные металлы.

К концу «молчаливого миллиарда» земной жизни появились первые «стада» куполов гранитоидов, сохранившиеся и доселе в Южной Африке, Миннесоте, Гвинее, на Кольском полуострове. Таким образом, началось формирование гранито-метаморфического слоя земной коры, повсеместно обнаруженного на континентах. К этому времени произошло разделение земной коры на участки, отличные по тектонической природе и характеру проявления тектонических процессов. Причиной такого планетарного разделения структуры могли быть первичные неоднородности, включенные в Землю на финише космического этапа, о которых говорилось выше.

С. А. Сидоренко считает, что жизненная, биохимическая активность в докембрии была не слабой. Это тем более вероятно, что, как выясняется сейчас, примитивные организмы действуют на минеральное сырье сильнее, чем высокоорганизованные. Взять хотя бы такой разительный пример: существуют бактерии, способные за несколько суток дать потомство, равное по массе... Земле. Известно, какую большую роль в геологических процессах, начиная с самых древних времен, отводил биосфере В. И. Вернадский, называя ее самой могущественной химической силой на Земле.

Итак, в конце «детства» Земли на ее поверхности возникла взаимосвязанная система — горные породы, атмосфера, гидросфера, живое вещество. Она функционирует и по сию пору, меняя облик планеты, но так, что общая масса и состав компонент системы практически не изменились за 3,5 миллиарда лет.

Ну а недра? Они тоже «не дремали». В первые один-два миллиарда лет оформились основные структурные элементы внутреннего устройства Земли — мантия и ядро. Потоки электропроводящего вещества в жидком ядре закрутили «магнитное динамо», создав Земле магнитный «скафандр» — защиту всего живого. Не исключено, что примерно в это время в результате дифференциации вещества по плотности на границе мантии и ядра накопилось много легкого материала и он выплеснулся разом наверх, создав верхнюю мантию и похоронив на тысячекиллометровой глубине изначальную поверхность Земли.

И закрутилась архейская тектоника, пошла чередой, все ускоряясь, горообразовательные циклы, начало перекраиваться литосферное платье Земли. Покатилось колесо эволюции, все далее унося нас от загадочного «детства» планеты.

ПОНЕМНОГУ О МНОГОМ

## На смену ветряным мельницам

Почему речь пойдет именно о Дании, станет ясно, если припомнить, что ветреных дней здесь обычно бывает около трехсот в году, а безветренные периоды никогда не превышают семи дней подряд. Поэтому в стране с давних пор строили ветряные мельницы. В начале XX века их насчитывалось свыше ста тысяч, и большинство мельниц было предназначено для выработки электроэнергии. Однако в тридцатые годы количество их стало заметно уменьшаться — появились легкодоступные и дешевые виды энергии. Но легкодоступными и дешевыми они были до сравнительно недавнего времени — энергетический кризис и проблема загрязнения окружающей среды заставили датских инженеров вновь обратить свое внимание на использование практически даровой энергии ветра. Следует иметь в виду, что топливные ресурсы Дании вообще крайне ограничены.

Специально созданная правительственная комиссия пришла к заключению, что в будущем ветроэнергетика сможет занять в стране ведущее место. Наибольшая трудность пока состоит в неравномерном поступлении энергии. Впрочем, как оказалось, та же проблема существует и у атомных электростанций — ведь их время от времени приходится останавливать для профилактики, смены стержней в реакторах и так далее. Да и запасы урана в Дании неограниченны. А если удастся аккумулировать энергию, ветроэлектростанция будет давать ее столь же равномерно, как и атомная. Энергию впрок можно запасать разными способами, например приводя во вращение маховики, сжимая воздух, поднимая на определенную высоту воду. Хотя стоимость аккумулятора ветроэлектростанции составляет 20 процентов общей ее стоимости, но зато равномерность

подачи энергии возрастает настолько, что такая станция может в принципе конкурировать с другими типами электрических станций, например тепловых или ядерных.

Ну, а как же классические крылья ветряных мельниц? Они уходят в прошлое, поскольку с точки зрения инженерной науки нашего времени более перспективно применять лопасти или роторы, вращающиеся на вертикальной оси. Первой ласточкой в этом направлении стала строящаяся сейчас в Дании крупнейшая в мире ветроэлектростанция мощностью два мегаватта. Лопасти, установленные на пятидесятиметровой башне, будут вращаться со скоростью 40 оборотов в минуту, а излишки энергии накапливаться с помощью восьмитонного маховика.



Рисунок В. Плотнова



Н. Линко

# Х век. Древняя Русь. Старая Ладога

В древние времена, даже и в средневековье, исход борьбы с иноземными захватчиками во многом зависел от того, могли ли стены, укрывавшие защитников, противостоять военной мощи наступающих. А потому сооружения эти всегда строились основательно, фундаментально, в ключевых же, опорных пунктах государства — по последнему слову строительной и военно-инженерной техники. На взгляд сегодняшнего исследователя, крепостные стены хранят сведения, позволяющие судить не только об архитектурном искусстве создателей, но и о культуре народа и об экономическом и военно-политическом состоянии государства.

До последнего времени считалось, что в домонгольский период истории Руси города, даже пограничные, защищали лишь земляные и дерево-земляные укрепления, поскольку, по мнению многих исследователей, в каменных не было необходимости, так как они не имели в то время никаких преимуществ перед деревянными. Деревянные укрепления этого времени хорошо известны и хорошо исследованы. Каменная же древнейшая крепость на территории Руси была открыта в 1975 году экспедицией Института археологии АН СССР под руководством доктора исторических наук В. Седова в Изборске и датируется концом XI — началом XII века. Но, как полагают многие ученые, создание долговременных каменных укреплений, которые могли бы сдерживать все возрастающий натиск противника, началось только с конца XIII века.

И вдруг — сенсация! На севере древней Руси, в Ладоге, найдена каменная крепость X века! Исследования последних лет, результатом которых и явилось это открытие, проводила экспедиция Ленинградского отделения Института археологии АН СССР, возглавляемая доктором исторических наук Анатолием Николаевичем Кирпичниковым. Наш корреспондент Нина Линко обратилась к А. Н. Кирпичникову с некоторыми вопросами. Вот что он ответил.

— Речь должна идти не об одной, а сразу о двух крепостях — X и XII веков. Причем если о существовании одной из них, каменной крепости XII века, мы знали из Повести временных лет, долго искали ее и вот наконец нашли, то о существовании второй, старше первой на два века, не догадывались и не помышляли, потому ее открытие и для нас было полнейшей, счастливейшей неожиданностью. Все те сведения, которыми располагали мы до этого археологического сезона о крепостных сооружениях древней Руси, никоим образом не «подготовили» эту находку. Потому-то в этом случае и можно говорить о перевороте всех прежних представлений, связанных с созданием фортификационных укреплений, со строительством крепостей на Руси.

Но искали мы летописную крепость. Поэтому и начнем с нее. Что было о ней известно? В 1114 году, как сообщает Повесть временных лет, посадник Павел в Ладоге заложил крепость «камнем на приспе», то есть на насыпи. Известие о заложении «города камня» есть и в древнейшей новгородской летописи. Событие это, видимо, было чрезвычайно важным, поскольку специально на закладку стен прибыл в Ладогу новгородский князь Мстислав, сын Владимира Мономаха.

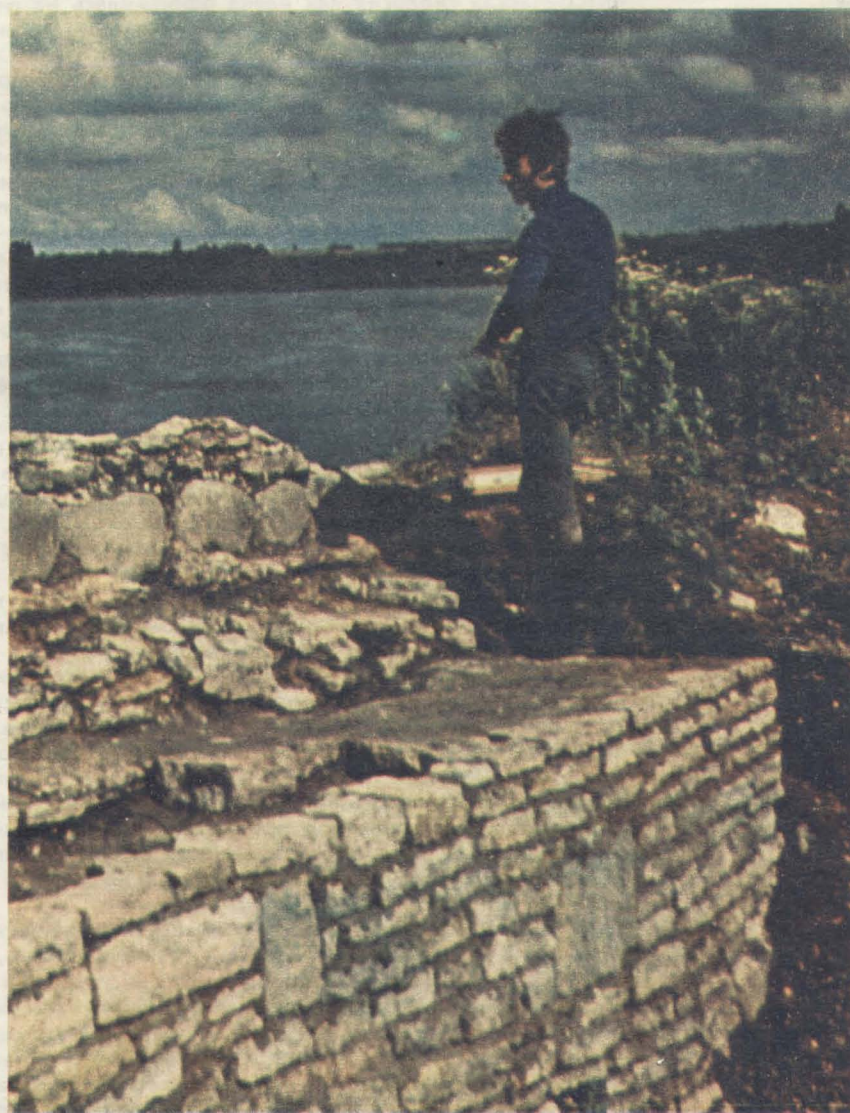
Одновременно с крепостью в Ладоге Мстислав Владимирович закладывает еще и новгородский детинец. Но детинец строится деревянными. Деревянными, а точнее, дерево-земляными были в то вре-

мя и сотни других крепостей, причем не только в русских землях, но и за их пределами тоже. В Скандинавии, например, каменные замки стали строиться лишь с середины XII века.

Ладожская крепость, таким образом, была феноменом. Ничего подобного в славянской Восточной Европе в это время не было. Но, спрашивается, почему возникла эта идея — строить «город камень», когда повсюду такие же укрепления строились из земли и дерева и для тех времен служили совсем неплохо? Интересно, что постоянной своей артели каменщиков в Ладоге не было, естественно, и традиции — работать с камнем — здесь не существовало. Что же это? Случайная затея?

Однако если проанализировать внутреннюю и внешнюю политику государства в тот период, то станет очевидным, что появление такой крепости, далеко не случайно. Дело в том, что город Ладога был основан на иноплеменной территории. Фактически такие города превращались в пограничные крепости, принимавшие на себя все самые жестокие удары. Такими были Белая Вежа в Подонье, Юрьев в Эстонии. Мстислав, как известно, предпринял ряд удачных походов, в результате которых присоединил огромное пространство — от Восточного Приладожья до Эстонии. Вот тогда-то и заложил сын Владимира Мономаха каменную крепость в Ладоге.

Ее поисками занималось несколько поколений исследователей. В последнее время появилось даже недоверие к летописному сообщению о ее строительстве. Уж очень долго его никак нельзя было подтвердить! А найти эту крепость было не просто потому, что на том месте, где она, по предположению, должна была стоять — на мысу между Волховом и рекой Ладожкой, — поднялись в конце XIV—



начале XV века мощные стены и укрепления, построенные и рассчитанные так, чтобы выдержать артиллерийский натиск. Поиски ладожской крепости — отдельный драматический сюжет. И быть может, когда-нибудь об этом напишут. В нем было все — и великолепные догадки, и случайности, и талантливые исследования, и, наконец, непростительные ошибки. В конце концов после многих упорнейших попыток обнаружить это летописное сооружение на этом месте была найдена крепость, относящаяся ко времени Московского государства, то есть несколько более поздняя. А ее предшественницу, ту, что закладывал Мстислав, так и не удалось тогда найти.

Новый этап архитектурно-исторического изучения старолadoжской крепости относится к 1972—1975 годам. Работа археологической экспедиции велась в сотрудничестве с ленинградским архитектором А. Э. Экком, успешно воссоздавшим ладожскую крепость XVI века, и Управлением культуры Ленинградского областного исполнительного комитета.

Наше внимание привлекла одна особенность крепости конца XV века. Необычным было то, что с южной стороны вместо каменной стены



мы обнаружили земляной вал. Это насторожило и потребовало объяснений. Дальнейшие исследования проводились вдоль всех оборонительных сооружений Ладожского кремля. Мы были убеждены, что, какими бы мощными ни были более поздние сооружения, они не могут полностью закрыть или уничтожить долговременные укрепления ранней поры. В этом убеждал нас опыт Ленинградской экспедиции в Орешке, Копорье, Приозерске.

И действительно, предположение это и на сей раз подтвердилось. Нам удалось обнаружить, датировать и исследовать кладки крепостей XV века, летописной XII века (наконец-то!) и... неизвестной ранее каменной крепости X века. Вот с этого-то момента и начинается новый сюжет.

Речь идет о новой странице в истории. Вдруг оказалось, что каменная крепость XII века, так долго разыскиваемая, предвосхитившая почти на два столетия военно-инженерные постройки Новгородской земли, имела еще и предшественницу, каменную крепость X века.

Как я уже говорил, в самом начале раскопок наше внимание привлек земляной вал на южной стороне кремля. Уже в первом полевом сезоне мы убедились, что вал этот возник в конце X века. Датировать точно помогла счастливая случайность. В культурном слое под основанием вала были найдены лепная и гончарная керамика, датируемая первой половиной X века. В Ладоге в это время мастера переходили от лепной керамики к гончарной. Такое сочетание — возникновение нового ремесла, в данном случае гончарного, и начало строительства укрепления, которые нам удалось зафиксировать, — редчайший случай в археологических работах. Как раз такой случай нам и выпал.

— Прямых архитектурных заимствований нет. Но общие традиции, безусловно, есть. Сохранность летописной крепости такова, что мы с достаточным основанием можем судить о ее общем облике и о тонкостях строительной техники.

Стены ее складывались так же, как и в X веке, из известняковых плит, но уже на растворе. Раствор приготавливался из известняковой крошки и вулканических пород с примесью песка. Сейчас бы мы сказали, что это раствор высокого качества. Действительно, он приготовлен очень тщательно и с большим умением. Крепостная стена имела две наружные стенки, а между ними была рыхлая забутовка из щебня, обломков плиты, остатков раствора. Делалось это для того, чтобы предотвратить естественные деформации. И надо сказать, строители добились своего — все внешние природные факторы на нее почти не действовали. Толщина стен крепости XII века чуть больше трех метров, и сохранилась она на высоту до одиннадцати рядов камней. Длина этой южной стены была 35 метров. В ходе исследований обратила на себя внимание интересная подробность. В стене оказался колончатый уступ, который с внутренней стороны крепости был подперт контрфорсом. Интересно, что в зрелом русском средневековье так не строили, а в крепостях Греции, начиная с римского времени вплоть до первой четверти XIII века, контрфорсы встречаются довольно часто.

Верхняя часть стены не сохранилась, но исследования позволили представить, как выглядела брустверная преграда, ограждавшая боевой ход.

А дальше — снова редкая удача! — со стороны реки стена XII века сохранилась почти на полную свою высоту — на 6—7 метров, вклю-



Вверху: общий вид Ладожского кремля.

Слева: Стена, примыкающая к торговой арке. Наверху видны остатки бруствера

И вот в соседствующих с валом слоях, слоях X века, мы обнаружили кладку из насухо сложенных известняковых плит. Она сохранилась на высоту до одного метра, а исследованный участок стены тянулся на три метра. Плиты были положены таким образом, что каждый последующий ряд несколько отступал от предыдущего, создавая откос.

Позднее нам удалось обнаружить другие участки стены, было найдено основание из известняковых плит, уложенных на глине. Стена была поставлена на материк и точно следовала изгибу мыса, на котором возводилась крепость. Мы определили первоначальную ее высоту — она была до трех метров и проследили длину — стена тянулась на протяжении 40 метров. Можно предположить, что крепость была с круговой системой обороны, — в одном месте к стене примыкала башня, ныне самая древняя на Руси.

В последующие века планировка ладожских оборонительных сооружений была, видимо, предопределена именно этим древнейшим сооружением.

Каменную крепость X века, самую древнюю на Руси, можно сравнить с подобными укреплениями каролингского и оттоновского времени, распространенными в Центральной и Западной Европе. Они были точно так же сложены «насухо», без применения извести.

Трудно, конечно, говорить о путях становления ладожской военной архитектуры. Но несомненно, что самый северный город Киевской Руси испытывал влияние Прибалтики и Северной Европы.

— Анатолий Николаевич, следующая за этой летописная крепость XII века, видимо, продолжила традиции строительного искусства X века?

чая остатки площадки боевого хода! В древности высота стены была немногим больше — 8 метров. Такая редкая сохранность объясняется, конечно, в первую очередь прочностью постройки, но еще и тем, что она без изменений была включена в систему укреплений более позднего, огнестрельного периода XV—XVI веков, хотя именно это обстоятельство так надолго и укрыло остатки крепости XII века от исследователей.

Последние исследования позволили полностью восстановить облик летописной крепости. Кстати, во время этих работ было сделано то, что вообще, к сожалению, делается чрезвычайно редко при открытии новых памятников: ленинградские областные реставрационные мастерские во главе с архитектором А. Э. Экком законсервировали вскрытые участки древней крепости XII века. Сейчас эти работы приостановлены. А ведь камни XII века так чувствительны к непогоде!

— Какое значение, по вашему мнению, имеет открытие каменной крепости X века для дальнейшего изучения ранних оборонительных сооружений на Руси?

— Открытие в Ладоге крепостей X и XII веков значительно расширило наши представления о развитии фортификационного строительства наших предков. Теперь мы можем судить об устройстве многих других, не сохранившихся до наших дней деревянных и каменных крепостей первых веков русской истории — ведь мы знаем высоту стен, ширину боевого хода, толщину бруствера.

Но еще более важно, что на примере Ладоги видно — на Руси могли сооружаться каменные крепости еще в эпоху Киевской державы, тогда, когда этого требовала военная обстановка.

Историческая ценность памятников Ладоги теперь возросла еще более. Сейчас появилась возможность создать в Старой Ладоге единый архитектурно-исторический заповедник, где можно будет показать сооружения разных веков, начиная от самых ранних и кончая XVI веком. Думаю, что настало время, когда создание целостного проекта реставрации и благоустройства этого комплекса уникальных памятников стало необходимостью.



«Из поля зрения советских ученых не должны выпадать обострившиеся за последнее время проблемы окружающей среды и народонаселения. Улучшение социалистического природопользования, разработка эффективной демографической политики — важная задача целого комплекса естественных и общественных наук».

Из Отчетного доклада ЦК КПСС

В. Переведенцев

# Демография: ситуация, тенденции, политика

Рассказ о том,  
сколько нас сегодня,  
сколько нас будет  
в конце столетия  
и что из этого следует,—  
с приложением  
словаря и таблиц

Демографическая ситуация в стране начала резко изменяться с 1961 года.

В 1960 году родилось 5 миллионов 341 тысяча детей — больше, чем в любой другой послевоенный год.

К 1967 году число рождений упало до 4 миллионов 93 тысяч и на том же уровне оставалось еще два года.

С 1970 года оно стало повышаться и в 1975 году достигло 4 миллионов 612 тысяч.

Это абсолютные цифры. А чистый коэффициент воспроизводства менялся так: 1938—1939 годы — 1,438; 1958—1959 — 1,262; 1965—1966 — 1,134; 1969—1970 — 1,126; 1973—1974 — 1,118.

Этот средний по стране показатель складывался из очень разных «частных» коэффициентов по республикам. Они были в 1969—1970 годах от 0,91 в Латвии до 2,69 в Туркмении. Не воспроизводилось население трех союзных республик: Латвии, России (0,93) и Украины (0,95) — в них живет около трех четвертей всего населения СССР. Наиболее высокие чистые коэффициенты воспроиз-

водства были в союзных республиках Средней Азии (Туркмения, Таджикистан — 2,66, Узбекистан — 2,60, Киргизия — 2,23) и Азербайджане — 2,09. Именно эти относительно малолюдные пять республик обеспечили общее чуть расширенное воспроизводство в стране.

Многие убеждены, что советские демографы ратуют за высокую рождаемость и многодетность. Это глубоко неверно. Учитывая многие обстоятельства, специалисты подсчитали, что в нынешней ситуации оптимальный чистый коэффициент воспроизводства, равный примерно 1,2. А показатели естественного прироста как такового их не очень интересуют.

Но ведь чистый коэффициент воспроизводства и не падал ниже 1,118 — различие небольшое. Тогда почему нынешняя демографическая ситуация вызывает тревогу? Зачем вдруг понадобилась активная демографическая политика?

\* \* \*

Демография тесно связана со всеми сторонами жизни людей: экономической, социально-культурной, биологической. К сожалению, последствия нынешней демографической ситуации изучены далеко не в той степени, как следовало бы. Поэтому мы будем говорить о следствиях преимущественно экономических.

Очень важная демографическая особенность населения нашей страны — «волнообразность» его возрастного строения: многолюдные и малолюдные поколения постоянно перемежаются.

Относительно малолюдны поколения, ро-

## СЛОВАРЬ СТАТЬИ

Как всякая наука, демография говорит на своем языке. Каждый ее термин имеет четкий, однозначный смысл. Поскольку «демографические» темы сейчас крайне популярны, мне не раз приходилось слышать горячие дебаты о «рождаемости», «смертности», «естественном приросте», «старении» общества в аудиториях самых разных. Львиная доля таких споров попросту не состоялась бы, если бы их участники не трактовали эти термины слишком вольно и неопределенно. Не будем повторять их ошибок и прежде всего договоримся о терминологии.

Итак:

**Общий коэффициент рождаемости** — число рождений на тысячу жителей страны.

**Общий коэффициент смертности** — число смертей на тысячу жителей страны.

**Общий коэффициент естественного прироста** — разница между первым и вторым.

Но все эти показатели слишком грубы для описания демографической ситуации. Они слишком зависимы от достаточно случайного соотношения числа людей разных возрастов. Если в населении страны в какой-то момент много молодых женщин, общий коэффициент рождаемости возрастает, но это всегда временно — и можно ли сказать на этом основании, что в стране выросла рождаемость? То же самое относится и ко второму коэффициенту.

Рождаясь, дети «замещают» в населении страны тех, кто умирает — дедов и прадедов, бабок и прабабок. Сейчас людей старших возрастов относительно мало. Во-первых, наши старшие поколения пережили три войны, принесшие им огромные потери. Во-вторых, у них было много детей — теперь взрослых здоровых людей — и доля дедов и бабок в населении быстро уменьшалась. Поэтому сейчас общий коэффициент смертности у нас низкий (сравнительно со странами, где население особенно старо — Франция и другие), а общий коэффициент естественного прироста относительно высок, несмотря на то, что рождаемость низка.

Между тем люди, далекие от демографии, опираясь на цифры естественного прироста, выводят из этих цифр неверные, а то и просто фантастические следствия. В 1973—1974 годах естественный прирост составил девять человек на тысячу. При его сохранении за двадцать восемь лет, то есть за поколение, число людей в стране должно увеличиваться на тридцать процентов (учитывая сложные проценты). И часто приходится слышать, что в двухтысячном году в СССР будет 330, 350 и более миллионов человек.

Специалисты предпочитают иметь дело с другим показателем: чистым коэффициентом воспроизводства населения. Обществу важно не только (и не столько), как дети «замещают»



дившиеся в годы первой мировой и гражданской войн, в начале тридцатых годов и в годы Отечественной войны и в последнее десятилетие; наиболее многочисленны поколения, появившиеся на свет в конце двадцатых годов, в конце тридцатых и в конце пятидесятых годов.

Для экономики страны важно, смогут ли занять новые поколения рабочие места тех, кто уходит на пенсию. Смена малолетних и многочисленных поколений означает, какой — большой или малый — будет прирост трудовых ресурсов (а может быть, его совсем не будет).

Формально у нас рабочий возраст — с шестнадцати до пятидесяти пяти лет для женщин и до шестидесяти — для мужчин. На самом деле работать в среднем начинают на двадцатом году жизни, но зато многие продолжают работать и в первые пять «пенсионных» лет.

Посмотрим, как изменится численность населения СССР в возрасте от 20 до 60 лет до конца столетия. Как говорит таблица 1, число людей в рабочем возрасте сильно увеличилось в истекшей пятилетке, в громадной степени увеличивается в пятилетке текущей; но этот прирост начнет быстро уменьшаться в первой половине восьмидесятых годов, перейдет в убыль во второй половине восьмидесятых и сменится небольшим ростом в девяностые годы (см. таблицы на стр. 28).

Это точный расчет: все, кто перейдет грань двадцатилетия до 1996 года, уже родились, и число их может только уменьшаться (смертность в расчете учтена по данным последних лет). Только для последней пятилетки цифры даны на основе прогноза, причем взята самая оптимистическая гипотеза: плавный подъем числа рождений до пяти миллионов в 1980 году.

Таблица 1 как раз демонстрирует смену малолетних и многочисленных поколений. Сейчас на рабочие места приходят те, кто родился во второй половине пятидесятых годов. Их очень много. А покидают работу родившиеся в годы первой мировой и гражданской войн. Их мало. Во второй половине восьмидесятых годов начнут работать те, кто родился во второй половине шестидесятых годов (их мало), а уйдут те, кто родился во второй половине двадцатых (их много).

\* \* \*

До сих пор у нас в стране число работников росло постоянно и быстро. Это не значит, что раньше малолетние поколения не сменяли на рабочих местах многочисленные — в такие периоды обращались к иным резервам рабочей силы. Например, в шестидесятые годы общественное производство «втянуло» тех, кто раньше был занят только в домашнем и личном подсобном хозяйстве, — и именно за их счет был обеспечен основной прирост трудовых ресурсов.

Но теперь этот резерв практически исчерпан.

Промышленность, строительство, транспорт вовлекали много бывших колхозников. Этот резерв тоже значительно уменьшился, а во второй половине восьмидесятых годов сократился еще больше.

Значит, теперь число работников в народном хозяйстве может увеличиться только за счет молодых поколений. Но, как следует из таблицы 1, в некоторые годы на это рассчитывать нечего — впервые в истории нашей страны прироста рабочей силы не будет.

Надо иметь в виду еще одно чрезвычайно важное обстоятельство. Сейчас очень быстро растет сфера обслуживания и соответственно число занятых в непроизводственных отраслях. Работников сферы обслуживания становится все больше; когда их число не сможет увеличиваться за счет молодых поколений (то есть когда прироста рабочей силы не будет), сфера обслуживания «заберет» часть работников из производительных отраслей.

В народном хозяйстве страны произойдет кардинальная перемена. Национальный доход до сих пор рос не только за счет повышения производительности труда, но и за счет того, что увеличивалось число работников в производительных отраслях, потому до сих пор он рос быстрее, чем производительность труда. А теперь производительность должна расти быстрее, чем национальный доход, чтобы перекрыть убыль работников.

Если производительность труда будет расти прежними темпами, неизбежно упадет темп роста национального дохода. А это, между прочим, означает, что медленнее будет расти уровень жизни, народное благосостояние. Только для того, чтобы сохранить прежние темпы роста благосостояния, надо резко увеличить производительность труда. Но именно демографические изменения этому будут препятствовать: ведь мы «стареем».

С падением рождаемости население начинает стареть. До второй мировой войны доля тех, кому больше шестидесяти лет, в СССР была практически постоянной и не достигала семи процентов; в 1959 году она составляла уже 9,4 процента, в 1970—11,8, теперь — более 13 процентов.

Работающие люди тоже становятся «старше»: среди них все больше тех, кому за сорок, за пятьдесят. Сокращается доля тех, кому меньше сорока. Между тем производительность труда зависит от возраста: после сорока лет она обычно падает, после пятидесяти падает быстро. (Разумеется, мы говорим об общем, среднем случае; можно привести примеры, когда шестидесяти- и даже семидесятилетний работает производительнее тридцатилетнего, но это как раз те самые исключения, которые подтверждают правило.)

С предвоенного времени население СССР успело превратиться из демографически «молодого» в «старое», и этот процесс продолжается, потому что из-за малолетности старших поколений доля людей старших возрастов много ниже, чем должно быть при нынешней рождаемости.

Как утверждает таблица 2, возрастная пирамида населения СССР покоится ныне на «суженном» основании — тех, кому нет десяти, меньше, чем тех, кому от десяти до двадцати лет.

Все эти изменения и проблемы — результат долгого демографического развития. А что происходит в самое последнее время, каковы новейшие демографические тенденции?

\* \* \*

Мне часто приходилось слышать о том, что в 1970 году произошел «демографический перелом»: детей с тех пор становится все больше, и дела сами по себе сталиправляться. Так говорят неспециалисты.

Помните чистые коэффициенты воспроизводства? 1965—1966—1,134; 1969—1970—1,126; 1973—1974—1,118. Общие коэффициенты рождаемости в 1965—1966 и в 1973—1974 годах почти одинаковы. Перелома не произошло.

Но кое-что изменилось. Женщины в среднем стали раньше выходить замуж и раньше заводят первых детей. Как можно судить по таблице 3, женщины до двадцати пяти лет теперь рожают больше, чем десять лет назад, а женщины от двадцати пяти до пятидесяти — гораздо меньше.

Связано это главным образом с изменением возраста и сроков службы в армии: до 1967 года в армию уходили девятнадцатилетние на три года, теперь в армию уходят в восемнадцать лет, служат два года, возвращаются в двадцать лет вместо двадцати двух.

За шесть лет число рождений увеличилось на полмиллиона — в основном за счет первых детей (таблица 4). Если в 1965 году

## Словарь статьи

старшие поколения, а то, как они «заместят» своих родителей, когда вырастут и смогут сами иметь детей. На этом отношении и построен **чистый коэффициент воспроизводства** — «среднее число девочек, рожденных женщиной за всю жизнь и доживших до того возраста, в каком была женщина при рождении каждой из этих девочек».

Этот коэффициент в 1973—1974 годах был равен 1,118. Если бы он сохранился, население страны должно было бы вырасти за двадцать восемь лет не на тридцать, а примерно на двенадцать процентов.

Так что не надо путать **прирост с воспроизводством**.

**Средняя продолжительность жизни** — это предполагаемая средняя продолжительность жизни новорожденных при условии, что по возрастной смертности (число умерших на 1000 людей определенного возраста) на всем протяжении жизни данного поколения будет такой же, как в год рождения.

Средняя продолжительность жизни может быть высчитана не только для новорожденных, но и для людей любого возраста. Цифры эти, естественно, весьма разнятся.

Существует твердое и широко распространенное мнение, что с повышением средней продолжительности жизни общество «стареет», то есть в нем постоянно возрастает доля старших поколений. На самом деле все обстоит как раз наоборот: средняя продолжительность жизни растет главным образом за счет снижения детской и особенно младенческой смертности — ведь смерть младенцев резко уменьшает среднюю цифру продолжительности жизни.

Приведу для примера простой расчет. В 1971—1972 годах средняя продолжительность жизни в СССР составляла 70 лет; по возрастам она варьировала так: для тех, кому в 1971—1972 годах исполнилось пять лет, средняя продолжительность жизни была равна 72 годам, для сорокапятилетних — 75, для семидесятилетних — 79 годам. В 1938—1939 годах средняя продолжительность жизни в СССР составляла 47 лет, а соответствующие величины по возрастам были равны 64, 73 и 79 годам. Сравните эти цифры: новорожденные начала семидесятых «выиграли» целых двадцать три года — цифра громадная; пятилетние — только восемь, сорокапятилетние — всего два года, а семидесятилетние не «выиграли» ничего: и в 1938—1939, и в 1971—1972 годах они могли в среднем прожить еще по девять лет.

Так что с увеличением средней продолжительности жизни страна омолаживается — разумеется, при прочих равных условиях. Кстати, население Средней Азии не «постарело», хотя продолжительность жизни там увеличилась так же, как и в других местах страны.



они составили всего тридцать четыре процента, то в 1975 — сорок пять. Зато доля третьих-четвертых детей очень резко снизилась. А именно они необходимы для того, чтобы в стране было хотя бы простое воспроизводство населения.

Хотя чистые коэффициенты воспроизводства середины шестидесятых и середины семидесятых близки, они отражают, по существу, очень разное положение дел. Будут ли нынешние молодые матери заводить вторых, третьих, четвертых детей? Когда семья жестко планирует число детей, — а это характерно для все большей доли семей — повышение рождаемости в младших возрастах означает понижение ее в старших, если в демографических настроениях семей не произойдет действительного перелома. Иначе чистый коэффициент воспроизводства в дальнейшем резко упадет.

Каждый прогноз условен. Его общая формула такова: «если... то...» Каждый демографический прогноз в явном и неявном виде содержит множество условий (если не будет войны, если детские дошкольные учреждения будут развиваться так-то, если...)

\* \* \*

Рождаемость будет падать, если демографическая политика останется неизменной. Потому, что меняется социальная структура страны и еще потому, что демографическое поведение одних социальных групп меняется по образцу других.

Известно, что меньше всего детей в семьях интеллигенции, мало — в семьях рабочих, больше всего — в семьях колхозников. Между тем именно людей первых двух социальных групп у нас становится все больше, а колхозников — все меньше. Растет доля горожан, падает — сельских жителей; но горожане далеко не обеспечивают простого воспроизводства. Чистый коэффициент воспроизводства горожан в 1974—1975 годах был равен примерно 0,85, а рождаемость в селе была на целых восемьдесят процентов выше, чем в городе. Пока что «недобор» городских рождений перекрывается селом. Но доля сельских жителей будет сокращаться очень быстро.

Для демографического будущего страны чрезвычайно важно, как долго сохранится высокая рождаемость в Средней Азии. Пример Азербайджана, где еще в 1960 году рождаемость была самой высокой в стране, а за последние полтора десятилетия очень резко снизилась, говорит о том, что положение может кардинально измениться за несколько десятилетий. Азербайджан близок Средней Азии в этническом и культурном отношении, но опередил ее в урбанизации примерно на одно поколение. Урбанизация, подъем образования, приход женщин в общественное производство, изменение образа жизни и демографических идеалов — все эти процессы в Средней Азии будут, очевидно, быстро развиваться и неизбежно приведут к снижению рождаемости.

Значит, не только для повышения, но и для сохранения нынешней рождаемости по стране в целом необходима активная демографическая политика.

В принципе советская демографическая политика всегда была направлена на повышение рождаемости. Меры ее были разнообразны: от семейных пособий для многодетных и всемерного развития общественного воспитания дошкольников до запретов в определенный период (1936—1955 годы) аборт.

Чтобы политика была действительно эффективна, необходимо знать: от чего и в какой мере зависит рождаемость? Почему она упала в шестидесятые годы? Какой результат можно получить от проведения тех или иных мер?

Поскольку такие вопросы волнуют десятки миллионов людей, на эту тему много пишут и говорят. В общественном мнении

сложилось по этому поводу совершенно определенные взгляды. К сожалению, они далеки от истины. Наиболее распространено мнение, что рождаемость определяется тремя факторами: заработной платой, жилищными условиями и дошкольными учреждениями. Вот, дескать, была бы у меня зарплата выше — и детей было бы побольше; была бы квартира попросторнее — еще одного завел (завела) бы и так далее.

Однако вполне точные исследования показывают, что связь между зарплатой и рождаемостью обратная — то есть чем выше зарплата (и доходы вообще), тем ниже рождаемость. Связь между жилищным положением и рождаемостью неопределенна (то выявляется слабая положительная, то — отрицательная). Трудно сказать, какую роль играет число мест в детских садах и яслях. Известно только, что их больше там, где ниже рождаемость: в основе нормативов детских учреждений лежит не число детей, а общее число жителей того или иного района. И чем меньше детей, тем лучше они обеспечены детскими садами и яслями.

\* \* \*

Рождаемость снижается повсеместно и постепенно — это и называется в науке демографической революцией. Но в рамках этого долговременного процесса у нас происходит быстрое (как бы «разовое») снижение рождаемости; она может упасть до такого уровня, который не обеспечит простое воспроизводство населения. Это совершенно разные вещи, и причины у них разные.

Главные пружины демографической революции — снижение детской смертности и экономические изменения, происшедшие в семье. Высокая рождаемость — необходимое условие, чтобы народ выжил в условиях высокой смертности. В конце прошлого столетия в России около половины детей умирало на первом году жизни. Нужно было много детей, чтобы родители были гарантированы от одиночества в старости. Кроме того, большая семья была для крестьян обычно условием зажиточности: большие наделы земли, больше работников.\*

Теперь родители убеждены, что единственный ребенок их переживет. Дети в значительной степени перестали быть кормильцами родителей, которые обеспечены пенсией.

Так было и в шестидесятые годы. Но почему снижение рождаемости так резко ускорилося? Почему чистый коэффициент воспроизводства упал с 1,3 до 1,1 за одну пятилетку?

Советские демографы сходятся на том, что главной причиной было вовлечение громадного числа женщин в общественное производство из домашнего и личного подсобного хозяйства. За одиннадцать лет между переписями 1959 и 1970 годов число занятых в домашнем и личном подсобном хозяйстве сократилось с 17,9 до 5,9 миллиона человек.

«Вовлечение» — слово не очень определенное. Раньше многие женщины после рождения детей надолго оставляли работу в общественном производстве и какое-то время занимались только семьей, домашним и (не всегда) личным подсобным хозяйством. Эти перерывы в работе были резко уменьшены.

Но в условиях нашего современного быта и матерью, и работницей на производстве быть очень трудно. Многие вынуждены отказываться от следующего (третьего и даже второго) ребенка.

Массовые обследования бюджетов времени трудящихся, проведенные как раз в шестидесятые годы, показали, что домашнее хозяйство требовало от горожанок в среднем 4—5 часов труда в день, а от замужних женщин с детьми — много больше. У боль-

\* Демографическому поведению русских крестьян прошлого века была посвящена статья Б. Миронова «Вокруг свадьбы» («Знание — сила», № 10, 1976 год).

Таблица 1

Численность и прирост населения СССР в возрасте 25—59 лет с 1971 по 2001 год

Годы	Численность на начало года, миллионов человек	Прирост за прошедшие пять лет	
		млн. чел.	проценты
1971	121,2	5,7	4,9
1976	129,7	8,5	7,0
1981	143,5	13,8	10,6
1986	151,2	7,7	5,4
1991	150,2	-1,0	-0,6
1996	154,4	4,4	2,8
2001	156,2	1,8	1,2

Таблица 2

Возрастной состав населения СССР

Возрастная группа, лет	Доля группы в населении, %	
	1939 год	1975 год
0—9	22,8	16,5
10—19	21,7	19,5
20—29	18,0	15,3
30—39	15,0	13,6
40—49	9,1	13,7
50—59	6,6	8,1
60—69	4,5	7,9
70 и более	2,3	5,4

Таблица 3

Число рождений на 1000 женщин возрастной группы

Возраст, лет	1965 — 1966 годы	1974 — 1975 годы	1974 — 1975 годы в процентах к 1965 — 1966 годам
До 20	25,5	34,3	135
20—24	159,6	176,8	111
25—29	136,0	133,5	98
30—34	97,0	77,9	80
35—39	50,6	42,7	84
40—44	19,1	14,4	75
45—49	4,4	1,8	41

Таблица 4

Распределение родившихся по порядку рождения, в процентах

	1965 год	1975 год	1975 год в процентах к 1965 году
Первый	34,4	45,3	132
Второй	27,4	28,5	104
Третий	14,0	9,8	70
Четвертый	8,7	5,0	57
Пятый и более	15,5	11,4	74



шинства женщин каждый день — два полноценных рабочих дня: 8 часов в общественном хозяйстве и 5—7 часов в домашнем и личном подсобном. Именно это и создало нынешнюю демографическую ситуацию, те самые «обострившиеся проблемы народонаселения», о которых было сказано в Отчетном докладе ЦК КПСС XXV съезду партии.

\* \* \*

XXV съезд наметил чрезвычайно важную меру, которая должна уменьшить общую трудовую нагрузку женщин и положительно сказаться на рождаемости,— введение годичного оплачиваемого отпуска женщинам после родов. Насколько это скажется на демографическом поведении, будет, разумеется, зависеть от размеров оплаты отпуска.

Повторяю, что среди советских демографов нет сторонников высокой рождаемости и многодетности. Для нормального, умеренно-расширенного воспроизводства населения нужна трехдетная семья. Для простого воспроизводства населения надо, чтобы у ста семей, которые могут иметь детей, было двести шестьдесят — двести семьдесят рождений. Почему не двести? Потому, что не все женщины выходят замуж, не все замужние могут иметь детей, не все дети доживают до родительского возраста; потому, наконец, что на сто девочек рождается постоянно сто пять — сто шесть мальчиков. Итак, нужна в среднем трёхдетная семья, в то время как все больше семей с одним или двумя детьми.

Для кардинального решения проблемы надо бы создать такие условия, при которых трехдетная семья жила во всех отношениях лучше, чем одно-двухдетная. Сейчас, к сожалению, уровень жизни семьи существенно падает при появлении каждого нового ребенка.

Очень важно облегчить домашний труд женщины, освободить ей время, всемерно расширяя сферу обслуживания, механизацию домашнего труда и так далее.

Важно развивать и традиционное для СССР общественное дошкольное воспитание, особенно детские сады.

Наконец, целесообразно установить пособия на детей, единовременные и ежемесячные, начиная со второго ребенка в семье. Демографическая их роль будет тем больше, чем большая доля семейного бюджета будет на них приходиться.

Есть и много других мер, которые частично применяются, но могут применяться более широко: снижение цен на детские товары, бесплатное обеспечение учебниками, бесплатное питание в школе и так далее и тому подобное.

Решительно возражают демографы только против мер административных. По мнению некоторых решительных, но очень далеких от демографии людей, все демографические проблемы можно наилучшим образом решить путем запрета аборт. А демографы хорошо знают, что такая мера, не говоря о ее сомнительности в других отношениях, ничего хорошего не даст и в чисто демографическом плане: не исключено, что запрет абортов в конечном счете приведет к падению рождаемости. Заметим, кстати, что сразу после отмены запрета абортов в 1955 году рождаемость в СССР не снизилась.

На пользу пойдут все меры, способствующие более ранним бракам, увеличению числа семей (по переписи 1970 года каждый четвертый горожанин в возрасте от 25 до 30 лет не был женат), большей устойчивости семьи, улучшению отношений в семье и так далее.

Советское общество имеет все объективные условия для быстрого и эффективного решения демографических проблем, для производства оптимального режима воспроизводства населения, то есть такого, при котором экономическое и социальное развитие страны будет идти наивысшими темпами. ●



## Тепло и свет из мусора

Во многих американских городах мусор рассматривают как дополнительный источник энергии. Так в городе Эймсе уже два года работает промышленная установка, перерабатывающая городские отбросы в топливо для электростанций. Вначале мусор дробят, затем удаляют электромагнитами металлические включения и все негорючие материалы. А то, что может гореть — бумага, пластмасса и прочие органические материалы, — направляется по трубопроводу на соседнюю тепловую электростанцию, где и сжигается.

Эймс стал первым городом в США, освоившим новый метод утилизации мусора в промышленных масштабах.

## Пчелы, которые не жалят

Двадцать пять лет специалисты Института пчеловодства при университете западногерманского города Франкфурта-на-Майне занимались выведением пчел, которые не жалят людей. Для своей длительной и настойчивой работы они выбрали семейство так называемых пчел Крайнера, привезенных из Австрии, которые отличаются более миролюбивым нравом по сравнению со своими собратьями. Из года в год ученые отбирали среди каждого нового потомства наименее агрессивных пчел и наконец добились того, что выведенные ими пчелиные матки и их многочисленные отпрыски перестали нападать на людей и как бы забыли о жале.

Однако, как признал один из специалистов, работавших над выведением новой породы, если кто-нибудь бросит камень в улей, то можно не сом-

неваться, что в таком исключительном случае даже эти миролюбивые пчелы незамедлительно пустят в ход то единственное оружие, которым наградила их природа.

## Подсолнух в Бирме

Судя по всему, солнце Бирмы вполне годится для различных сортов подсолнуха, которые были специально созданы для этой страны советскими селекционерами. Опытный посев культуры, ранее неизвестной бирманским земледельцам, был проведен несколько лет назад. Практика показала, что подсолнух дает больше масла, чем кунжут — самая распространенная в Бирме масличная культура.

Сейчас подсолнух успешно внедряется в сельское хозяйство страны.

## Любите ли вы солому?

Ежегодно датские фермеры сжигают около двух миллионов тонн соломы, уничтожая тем самым столько целлюлозы, сколько дают ее ежегодно все леса Дании. Вдобавок, превращаясь в пепел, тонны ценного белка загрязняют воздух.

Но и это еще не все. Учитывая всемирный дефицит продуктов питания, человечество вынуждено искать новые источники белка и как можно разумнее использовать те, которыми оно располагает. Один из них — солома.

Более десяти лет Биотехнический институт датского города Колдинге совместно с Королевской академией техниче-



Рисунок Б. Никифорова

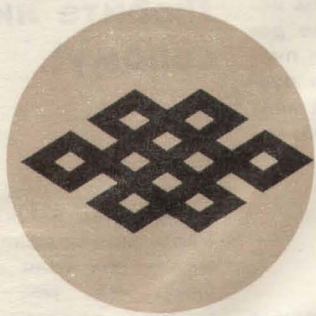
## Кто вы, Зорос?

Известный бразильский антрополог Карму Сантана подготовил экспедицию из пятнадцати человек, которым предстоит решить очень трудную задачу — войти в контакт с воинственным индейским племенем зорос, которое обитает в юго-западных районах Рондонии. До сих пор об этом племени почти ничего не было известно. Наблюдения с воздуха показали, что в племени около 800 человек. Зорос преисполнены с луком и стрелами. Одна из основных целей экспедиции — предотвратить вооруженные столкновения между племенем зорос и остальными населением Бразилии, все глубже проникающим в джунгли.

ских наук ведет исследования в этом направлении. Разработанная институтом технология быстрой и легкой переработки соломы в полноценный корм для скота успешно используется в Англии, Польше, Финляндии, Австралии и Японии. Однако исследователи из Колдинга продолжают заниматься более сложной проблемой — получением из соломы белка, пригодного для питания человека. Опытное производство уже начато. В ходе сложного технологического процесса, где главную роль играет особый вид бактерий, получается порошок, содержащий около 50 процентов высококачественного белка. Другие исследовательские группы из Биотехнического института изучают возможность получения белка из люцерны и клевера.

ВО ВСЁМ МИРЕ





И. Зорич

## Об одной очень давней, но не старой идее

Есть в физике несколько — совсем немногих — фундаментальных понятий, таких, например, как время, масса, энергия, сила, которые «насквозь» проходят через всю эту науку, все ее разделы. И чтобы более или менее обстоятельно рассказать о любом из них, приходится обращаться то к далекому прошлому, то к сегодняшнему дню науки. Или, балансируя на грани научного предвидения с фантастикой, — к прогнозу на будущее.

В число основополагающих входит и понятие поля. Именно оно является тем посредником, который вращает планеты вокруг Солнца, формирует атомы и молекулы, превращает одни элементарные частицы в другие. Без поля единый физический мир распался бы на совокупность простейших «кирпичиков» материи, превратился бы в первозданный хаос. Попросту говоря, в ничто.

Полю, возникновению и развитию одной из наиболее замечательных и глубоких научных концепций и посвящена небольшая книга В. Ридника\*, вышедшая в серии «Жизнь замечательных идей».

«Понятие о физическом поле, — говорит автор, — родилось чуть более века назад, но к нему вела многотысячелетняя история развития человеческих представлений о сущности вещей и явлений». И это не был путь мирной, безмятежной эволюции. Он насыщен драматическими событиями, революционными потрясениями, в ходе которых отвергались казавшиеся незыблемыми воззрения, развенчивались кумиры и авторитеты. Драма идей — это всегда и драма людей.

Как драматическое действо, растянувшееся на два с половиной тысячелетия, рисует В. Ридник историю развития идеи поля. Книга разделена не на главы, как обычно, а на девять актов с прологом и эпилогом. Каждый акт — это определенный, хотя, разумеется, и не строго очерченный исторический этап — то длительный, растянутый на века, то сжатый в не-

сколько лет, когда ломаются старые представления и возникают новые, когда события концентрируются так, что за год их происходит столько, сколько раньше хватало на доброе столетие.

Первый акт этой драмы идей, озаглавленный «Проблема движения», переносит читателя в эпоху античности. Впрочем, его содержание значительно шире названия, ибо здесь изложены общие представления греческих мыслителей о мире, о природе: атомистическая концепция Левкиппа и Демокрита, наивный материализм Эпикура, пять субстанций Аристотеля. Уже тогда, у древних, возникает дилемма: непрерывна или прерывиста материя? Если мир состоит из отдельных атомов и изолированных тел, то чем заполнены промежутки? Как осуществляется взаимодействие?

Но особенно злободневной эта проблема становится в XVII—XVIII веках, когда усилиями Галилея и Ньютона, Декарта и Лейбница, Лагранжа и Эйлера были сформулированы основные законы механики. Стало известно, как происходит движение, и с неизбежностью возник вопрос: почему оно происходит? Казалось бы, ответ простой: причиной движения, или, точнее, изменения движения, служит сила. Но как она передается? Каким образом одно тело, находящееся подчас на колоссальном расстоянии от другого, ощущает его влияние? Именно эта проблема на триста лет стала ареной горячих, порой даже жестоких споров физиков, разделив их на два враждующих лагеря. Одни — адепты дальнего действия — утверждали, что действие передается через пустоту, без какого-либо материального посредника. Другие — сторонники близкого действия — считали, что никакой пустоты нет и быть не может, что все пространство, вплоть до промежутков между атомами, заполнено некой средой — эфиром, передатчиком воздействия. К корифеям первой группы относят обычно Ньютона, второй — Декарта. Расхождение в позициях носит не только физический, но и философский характер. Если нет материального переносчика воздействия, то, стало быть, есть иной, нематериальный посредник, некая высшая сила, которая «сообщает» одному телу о том, что на него действует другое. Сам Ньютон отчетливо сознавал непрочность своей концепции (он даже временами допускал существование эфира) и потому не доводил ее до логического завершения — идеализма. Это сделали его последователи, которые, как часто случается, стремились быть большими католиками, чем сам папа римский.

Еще более серьезные расхождения возникли по вопросу о природе света. И опять великие ученые оказались по разные стороны баррикад. По Ньютону, свет — это поток частиц, корпускул; Гук и Гюйгенс, а впоследствии Юнг, Френель, Стокс, Грин считали, что свет — это волны, колебания особого, светового эфира. Впрочем, сторонники у волновой концепции света появились лишь много лет спустя после смерти Ньютона — насколько ве-

лик был авторитет этого гения, не только живого, но и покойного.

Одновременно со световым возникли еще два эфира: электрический и магнитный, объединенные затем Максвеллом в один электромагнитный эфир, носитель электромагнитного поля. Так родилось заветное слово: «поле». Но это пока еще не поле в чистом, окончательном (окончательном ли?) виде, каким мы представляем его себе теперь. Максвелловское поле — особое состояние материальной среды, его натяжения, сжатия и разрежения, распространяющееся вместе с электромагнитной волной, подобно тому, как акустические волны связаны с процессом сжатия и разрежения воздуха.

Что принципиально новое принесла полевая теория Максвелла? «Прежде всего, — отвечает В. Ридник, — отрицание дальнего действия: путь силы в пространстве непрерывен; для того чтобы вычислить величину и направление силы в соседней точке в соседний момент времени, надо знать эти характеристики в предыдущей точке и в предшествующий момент времени, причем в уравнениях Максвелла... точки бесконечно близки друг к другу.

Какое разительное отличие от концепции дальнего действия, в которой силу создает одно тело, затем в пространстве она исчезает и словно перепрыгивает на другое тело! Прыжок этот мгновенен: если у силы нет пути, то для скачка она не требует и времени — взаимодействие должно осуществляться мгновенно. В полевой же картине взаимодействия оно принципиально требует времени!

...Единый акт взаимодействия благодаря введению поля удается разбить на два: «сначала» источник создает свое поле во всем доступном пространстве, а «потом» это поле действует на его приемники в разных точках пространства».

Следующий этап — слияние единого светового и электромагнитного эфиров, поскольку работами Фарадея, Максвелла, Лоренца, Герца было доказано, что свет — это не что иное, как электромагнитные волны. Но эфир все еще присутствует во всех теоретических построениях. В одних он покоится, а движущиеся тела как бы пропускают, процеживают его сквозь себя; в других увлекается — полностью или частично — этими телами. То он в миллионы раз разреженнее воздуха, то плотен, как твердое тело. Непостижимый, эфемерный и, главное, неуловимый эфир. Все попытки обнаружить его оказываются безуспешными.

Неуловимый... А может быть, несуществующий? Такую «кошунственную» мысль высказал Альберт Эйнштейн. Он, этот мистический эфир, вовсе и не нужен. Ни природе, ни ученым, формулирующим ее законы. Не нужен эфир ни как абсолютная среда, система отсчета для определения места и времени физического события, поскольку пространство и время относительны, ни как носитель поля, ибо само это поле — материальная субстанция, ничем не хуже материальных тел. «Электромагнитные поля, — говорил

Эйнштейн, — оказываются здесь не состояниями некоей материи (то есть эфира), а самостоятельными существующими объектами, имеющими одинаковую природу с весомой материей и обладающими вместе с тем свойствами инерции».

В самом деле, что такое свет? Электромагнитное излучение, электромагнитное поле. Но вместе с тем, согласно теории Планка, это сгустки, кванты энергии, а Эйнштейн установил однозначную зависимость между энергией и массой. Значит, и кванту света можно приписать определенную массу. Только ли приписать? Доказано, что энергия квантов вполне может превращаться в массу частиц и наоборот. Примеров тому множество, и среди них классический: рождение электрон-позитронной пары гамма-квантом или, наоборот, аннигиляция, то есть взаимное уничтожение электрона и позитрона с превращением их массы в энергию электромагнитного поля. Или же в кванты другого поля — ядерного. А квантами ядерного поля (называемого еще сильным) являются пи-мезоны — самые что ни на есть частицы, в двести семьдесят раз массивнее, чем электрон.

Где же проходит рубеж между частицами и полями?

Нигде. Нет такой границы. Все частицы обладают полевыми свойствами, все поля — квантовыми, корпускулярными. Квантом электромагнитного поля является фотон, сильного — пи-мезон. Существует и слабое поле, реализующее так называемые слабые взаимодействия, но кванты его пока не обнаружены. И, наконец, гравитационное, то самое ньютоновское поле, которое ответственно за взаимное притяжение материальных тел. Неужели и у него есть свои кванты энергии? Физики в этом не сомневаются и уже придумали для них название: гравитоны. Дело за «немногим» — обнаружить их.

Итак, четыре поля, различные по своей интенсивности, силе. Не слишком ли много? Нельзя ли свети все поля в одно — единственное?

Добрую половину жизни отдал Эйнштейн разработке единой теории поля, но все усилия даже такого титана оказались тщетными. Тем не менее ученые не оставили этой надежды и по сей день только изобрели иной путь — через единую теорию элементарных частиц. Однако и она пока далека от построения.

Мы попытались изложить здесь лишь некоторые этапы развития теории поля, которое, восклицает В. Ридник, «...менее чем за век смогло превратиться из инструмента описания взаимодействий в нечто глобально самодовлеющее, чуть ли не в единственную и единую материальную сущность в мире!» На полтора страницах небольшого формата автор сумел осветить широкий круг вопросов, причем не только чисто физических, но и мировоззренческих. Книга, написанная живо и эмоционально, заставляет задуматься над самыми глубинными проблемами современного естествознания — в этом ее бесспорная ценность.



## Дорогу — лечебному маку

Опиум — старейший и опаснейший наркотик, который добывают из снотворного мака. Его трудно переработать в морфий или героин.

Очевидно, чтобы покончить с наркотиками, надо повсеместно запретить сеять мак. Во многих странах, в том числе в СССР — этот запрет уже введен. Однако морфий — важное сырье для фармацевтической промышленности: его перерабатывают в кодеин — лекарство от кашля и многих других болезней, отказаться от которого пока невозможно.

Еще пятнадцать лет назад группа ученых из ГДР, работающих в Институте биохимии растений в городе Галле, начала искать новые пути получения кодеина. Ученые установили, что биосинтез морфия в созревающем снотворном маке проходит несколько этапов, алкалоиды образуются постепенно: тебаин — кодеин — морфий. Если бы удалось оборвать эту цепочку на кодеине! Тогда сок мака содержал бы не наркотик морфий, а лекарство кодеин. Но пока это недостижимо.

Второй путь — поиски генетического дефекта. Биохимики исследовали тысячи сортов снотворного мака, однако результаты оказались неутешительными: «кодеиновый мак» найти не удалось.

Но вот в одной научной работе обнаружили сведения о сорте мака, который содержит в качестве окончательного продукта тебаин. А ведь тебаин можно путем химической переработки превратить в кодеин! Биохимики вновь принялись за поиски. На этот раз им нужен был «тебаиновый мак». И в одном ботаническом саду нашли подходящее растение. Это был дикорастущий мак сорта «папавер брактеатум», встречающийся в Иране и на Кавказе. Он не содержит морфия и очень богат тебаином. Теперь надо было приступить к селекционной работе — из дикого растения получить сельскохозяйственную культуру, годную для обработки современной техникой. «Папавер брактеатум» накапливает тебаин и в коробочках и в корнях. А ученым необходимо, чтобы тебаин накапливался в основном в корнях. Ведь корни сравнительно велики, не очень боятся капризов погоды и их легче убирать, чем коробочки. Пока что удалось довести содержание тебаина в сухом веществе корней до одного процента, но ученые надеются повысить его. Для работников сельского хозяйства «тебаиновый мак» выгоден тем, что это не однолетняя культура. Однажды посаженный, он может расти пятнадцать лет. Сейчас при ООН организована специальная комиссия, которая будет работать над заменой опиумного мака тебаиновым.

Ю. Колесников

# Вселенная под рентгеном

Фундаментальные открытия последних лет возвели астрономию в ранг эволюционной науки. Звезды лишились вечного покоя и, потрясаясь чудовищными катаклизмами, наконец обрели настоящую жизнь со всеми ее превращениями, началом и концом.

Как ни странно, самые интересные подробности этой эволюции высветили невидимые лучи. Сначала радиоволны, потом — гамма- и рентгеновское излучение. В этом ряду более других впечатляют успехи рентгеновской астрономии, о последних достижениях которой и пойдет речь в этой статье.

Невидимое — понятие неоднозначное. Им может быть то, что просто не воспринимается глазом, — не видим же мы окружающий нас воздух, но также и то, что скрыто за непрозрачной преградой. Космические источники рентгеновских лучей оказались невидимками и в том и в другом смысле. Но если несовершенство наших органов чувств с успехом могли бы восполнить фотопластинки и электронные регистраторы, то преодолеть непрозрачную для рентгеновского излучения атмосферу Земли оказалось куда труднее.

Сначала для этого пользовались высотными ракетами. С их помощью на карту звездного неба нанесли свыше 30 рентгеновских источников. И все же, несмотря на успехи, наблюдения не удовлетворяли ученых: они были слишком кратковременны. А ведь в то время над Землей уже летали спутники. Однако в рентгеновской астрономии космическая эра началась не скоро. Только в начале семидесятых годов на орбиту вышли два спутника с рентгеновской аппаратурой на борту — американский «Ухуру» и советский «Космос-428».

К тому времени кое-что уже начало проясняться. Нечто, испускающее рентгеновские лучи, сумели отождествить с еле видимыми звездами, обладающими, как выяснилось, совершенно необычными свойствами. Это были компактные сгустки плазмы ничтожных (по космическим меркам) размеров и масс, раскаленные до нескольких десятков миллионов градусов. Но при весьма скромной наружности эти объекты обладали колоссальной мощностью рентгеновского излучения, в несколько тысяч раз превышающей полную светимость Солнца.

Сама плазма, даже нагретая до столь высоких температур, не может долго испускать такой интенсивный поток излучения. Всей ее тепловой энергии хватило бы для этого лишь на доли секунды. А ведь наиболее известные рентгеновские источники наблюдаются уже по нескольку лет. И все это время работают не иссякая. Значит, внутри плазменного сгустка есть еще что-то, какой-то невидимый генератор, постоянно подогревающий облако, питающий его своей энергией.

Что же это? «На какой-то миг создается впечатление, что таинственные нейтронные звезды — гордость теоретической мысли

XX века — наконец-то обнаружены. Увы, природа и на этот раз оказалась намного сложнее и богаче, чем примитивные представления о ней, бытовавшие в умах большого количества ученых», — писал известный астрофизик, заведующий отделом Института космических исследований АН СССР И. С. Шкловский.

Действительно, давно предсказанные нейтронные звезды искали уже не первый год. Эти крохотные, диаметром около десяти километров, останки полностью выгоревших звезд, сжавшиеся до чудовищной плотности, должны были хоть как-то заявить о себе. Этого с нетерпением ждали. Поэтому так охотно в рентгеновских источниках «узнали» нейтронные звезды. И ведь, казалось бы, все сходилось. Но расчеты опровергали надежды: только что образовавшиеся горячие нейтронные звезды должны были сразу остыть и перестать излучать. Снова, по словам того же И. С. Шкловского, «подобно сказочной синей птице нейтронные звезды — «живые» нейтронные звезды, а не их бледные математические отражения, рисуемые пером теоретиков, — буквально выскользнули из рук».

Рентгеновские звезды по-прежнему оставались вещью в себе. Острая нужда в новых наблюдениях, новых фактах становилась все более очевидной. И ждали их прежде всего от спутников.

Приборы «Ухуру» и «Космос-428» работали в различных диапазонах длин волн. Американский аппарат предназначался для поисков «мягкого» рентгена, советский — «жесткого». Спутники неплохо дополняли друг друга.

После полета «Ухуру» число известных рентгеновских источников перевалило за сотню. Но главное было не в этом. Исследователи обнаружили строго периодические изменения потоков излучения некоторых из них. Был определен и период этих вариаций — обычно он не превышал нескольких суток.

Нечто подобное было знакомо астрономам. Так могли вести себя лишь две вращающиеся вокруг общего центра звезды, из которых одна периодически затмевала другую. Во время заходов рентгеновский поток ослаблялся, а затем восстанавливался до прежнего уровня. Новые наблюдения подтвердили гипотезу. Несколько источников были отождествлены с наблюдаемыми в телескопы двойными звездами. И хотя рентгеновские составляющие этих пар оставались невидимыми, теперь уже можно было не только уточнить их массу и размеры, но и попробовать разобраться в их природе.

А с орбит приходили все более удивительные новости. Были обнаружены рентгеновские пульсары. К этому термину еще не успели привыкнуть. Пульсарами назвали только что открытые удивительные источники радиоизлучения, регулярно испускающие очень короткие импульсы. Ко времени открытия их рентгеновских двойников уже было



ясно, что именно радиопульсары — это действительно «живые» нейтронные звезды. Ясны были и причины особого характера их излучения: равномерно вращаясь с огромной скоростью, звезда при каждом обороте «чиркает» по Земле своими радиолучами.

И вот — пульсары рентгеновские! К тому же оказалось, что и некоторые «настоящие» пульсары большую часть энергии излучают все же не в радио-, а в рентгеновском диапазоне. Просто раньше этого не замечали. Гипотеза о тождестве рентгеновских и нейтронных звезд становилась таким образом на твердую почву.

Откуда же черпают рентгеновские источники колоссальную энергию излучения? Основным условием превращения нормальной звезды в нейтронную считается полное затухание в ней ядерных реакций. Поэтому ядерная энергия исключается. Тогда, может быть, это превращенная в излучение кинетическая энергия быстро вращающегося массивного тела? Действительно, она у нейтронных звезд велика. Но и ее хватает лишь ненадолго. Именно поэтому в рентгеновском диапазоне излучают только самые молодые одиночные звезды.

Но ведь большинство нейтронных звезд существуют не поодиночке, а в паре с огромной, различимой в телескоп звездой. В их взаимодействии, как полагают теоретики, и скрыт источник могучей силы космического рентгена.

Звездный дуэт связан не только невидимыми узлами. С поверхности оптической звезды к ее небольшой, но массивной и сверхплотной соседке, обладающей к тому же сильным магнитным полем, постоянно тянется струя газа. Она образует вокруг нейтронной звезды плоский газовый диск. У магнитных полюсов нейтронного шара вещество диска выпадает на его поверхность, а приобретенная при этом газом энергия превращается в рентгеновское излучение. Учитывая огромную силу притяжения нейтронной звезды, а следовательно, и скорость падающего на нее вещества, нетрудно представить, какая колоссальная энергия при этом выделяется.

Предложенный механизм, называемый аккрецией, хорошо объяснил многие особенности рентгеновских источников.

Недавно теория компактных рентгенов-

ских источников в двойных системах получила новое экспериментальное подтверждение. С борта спутника «Коперник» удалось проследить за выходом рентгеновского пульсара в созвездии Геркулеса из полосы затемнения его оптической звездой. Все событие длилось всего несколько десятков секунд. Так быстро вынырнуть из тени мог только такой объект, размеры которого не превышают 5000 километров. Объем окружающего нейтронную звезду газового диска неплохо соответствует этой величине.

Свой сюрприз преподнес и «Космос-428». Его аппаратура не только обнаружила в небе новые источники невидимого излучения, но и открыла совсем неизвестное явление — рентгеновские вспышки.

В конце шестидесятых годов научный

мир поразили английские астрономы. Сделав одно из самых сенсационных открытий века — обнаружив радиопульсары, они несколько месяцев не публиковали результаты своих наблюдений, пытаясь найти им разумное объяснение. Группа сотрудников Института космических исследований АН СССР под руководством кандидата физико-математических наук А. С. Мелиоранского проявила еще большую тщательность. Первая публикация об открытых ими с помощью «Космоса-428» рентгеновских вспышках появилась в печати лишь через год после обнаружения.

(Впоследствии выяснилось, что явление это регистрировалось и раньше, только при обработке информации оставалось не замеченным исследователями. Так к материалам «Космоса-428» добавились данные того же

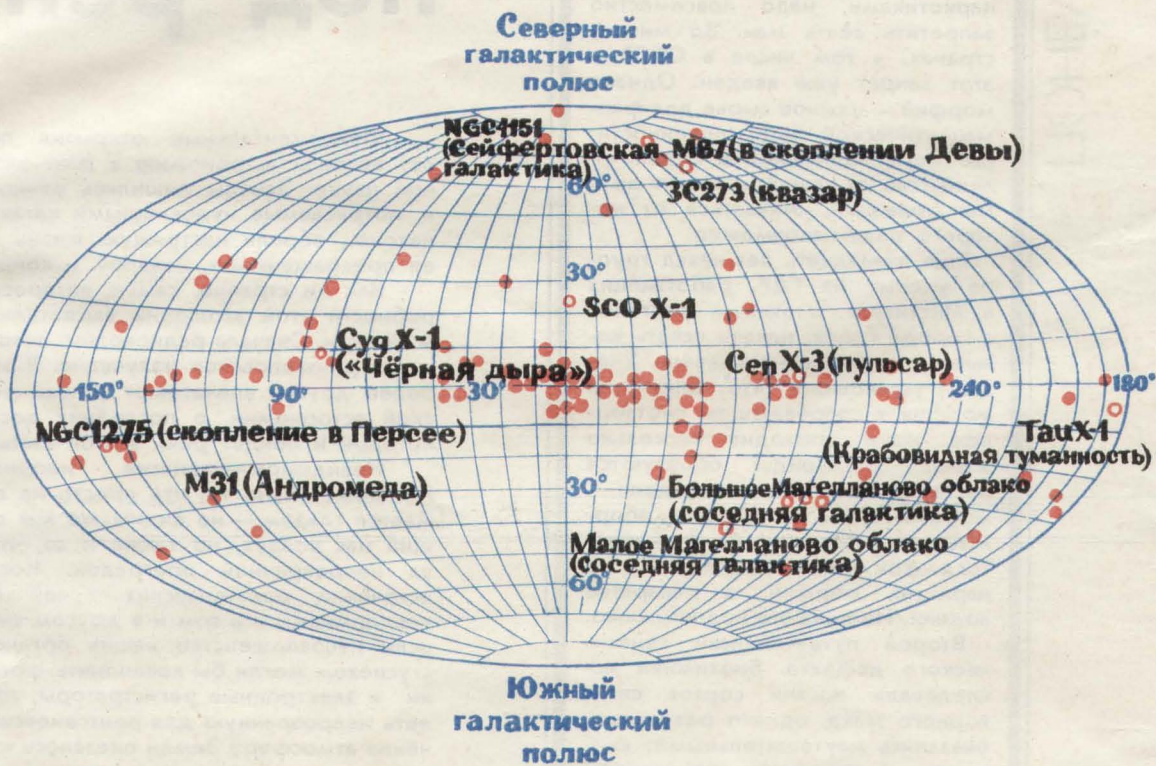
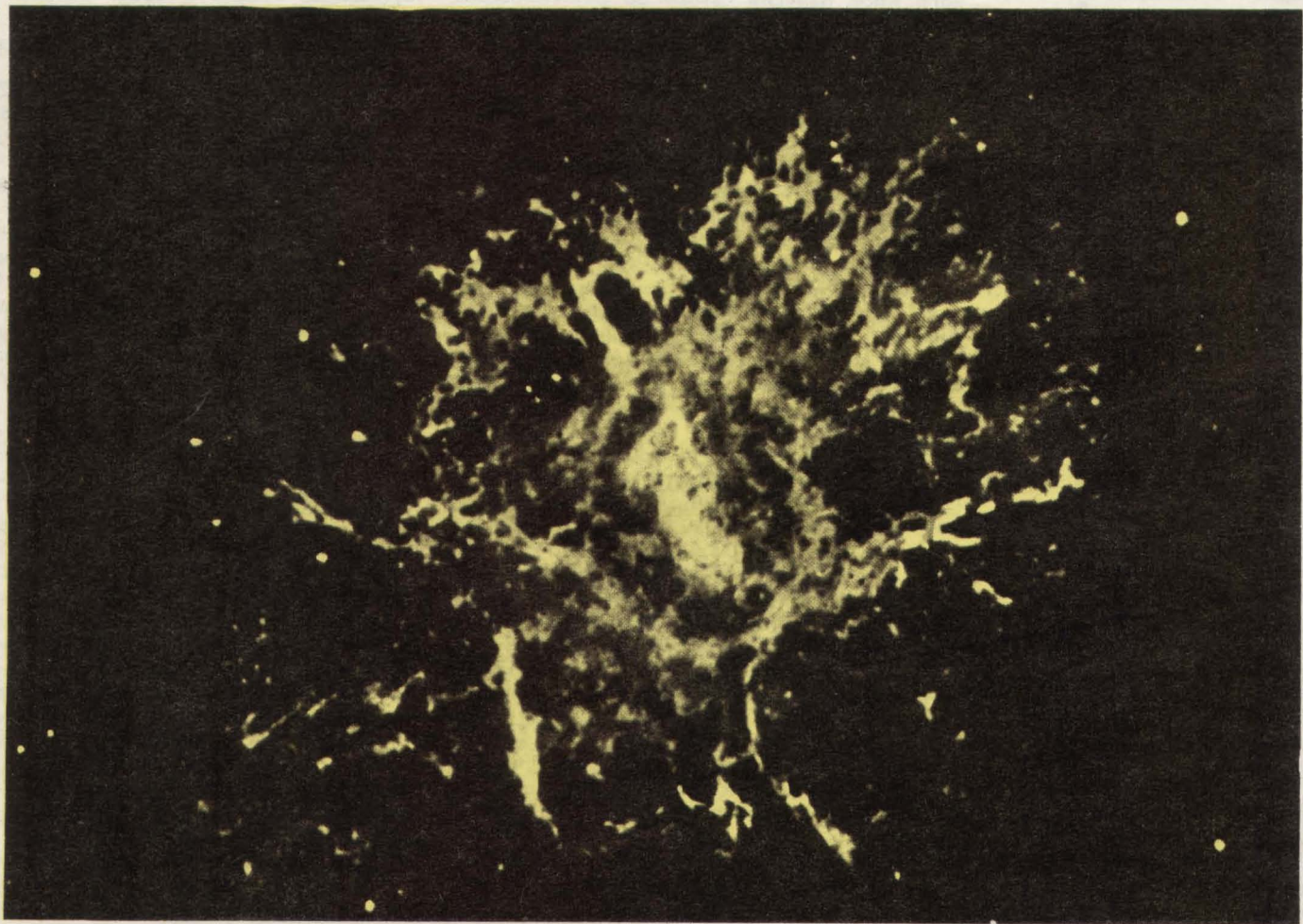


Рисунок: так выглядит карта рентгеновского неба. В галактических координатах на ней показаны 116 рентгеновских объектов. Около трех четвертей из них группируются в плоскости нашей Галактики, остальные, по-видимому, принадлежат другим галактикам.

Фото 1. Один из наиболее ярких рентгеновских источников — знаменитая Крабовидная туманность. Примерно 15 процентов ее «рентгеновской мощности» приходится на долю пульсара — невидимого глазу (фотография сделана в видимом спектре света) нейтронного остатка взорвавшейся здесь Сверхновой. Стрелкой показано положение Крабовидной туманности на карте рентгеновского неба.

Фото 2. Типичное шаровое скопление 47 Тукана. К классу именно таких объектов принадлежат открытые советскими учеными рентгеновские источники.





«Ухуру» и еще более ранние — других американских спутников.)

«Космос-428» «засек» рентгеновские вспышки сразу же — в первый день своей работы на орбите. Только за полдня спутник зарегистрировал около двадцати всплесков, каждый из которых длился не более секунды, а мощность излучения при этом возрастала в десятки раз.

Так вслед за квазарами, пульсарами, космическими мазерами и прочими астрономическими новинками в небесных каталогах появились барстеры — источники рентгеновских всплесков.

Их тоже связывают с двойными системами. На одной из двух звезд — оптической — время от времени могут происходить взрывы, аналогичные солнечным вспышкам и сопровождаемые выбросами больших масс вещества. При этом продукты взрыва падают на поверхность звезды-соседки и вызывают всплески рентгеновского излучения.

Однако самые мощные вспышки трудно было объяснить таким образом. Ведь выстреливаемая в них энергия лишь в несколько тысяч раз уступает полному излучению сотен миллиардов звезд, из которых состоит наша Галактика. Вот почему в местах возникновения таких вспышек искали какие-то необычные или, как говорят астрономы, пекулярные объекты. Поиски эти вновь привели исследователей к нейтронным звездам. Однако не отрицая их преимуществ в споре за право считаться наиболее вероятными источниками рентгеновских всплесков, нельзя было сбрасывать со счетов и других кандидатов.

В ясную ночь в созвездии Геркулеса можно увидеть в бинокль крохотное туманное пятнышко. Сильный телескоп совершенно меняет его вид. Теперь это уже не одна мерцающая точка, а целое их скопление. При виде этой картины даже астрономы не всегда могут удержаться от эмоций: «Как будто вспыхнул фейерверк, рассыпался искрами и вдруг почему-то остановился, застыл и неподвижно повис в пространстве». В этом необычном рое собраны сотни тысяч звезд, из которых мы видим лишь ярчайшие. Сгущаясь к центру шара, они сливаются воедино, испуская сплошное сияние. Таких шаровых скоплений в Галактике насчитывается немногим более двухсот. Примерно столько же, сколько открыто и рентгеновских источников. Случайное совпадение? На фоне неисчислимого количества звезд в Галактике такая исключительность выглядела более чем странно.

А не из шаровых ли скоплений доносятся к нам отголоски рентгеновских бурь? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно было сравнить местоположение звездных «фейерверков» и источников всплесков. Определение небесных координат замеченных со спутников объектов требует долгих и кропотливых расчетов. Недавно группа А. С. Мелиоранского опубликовала результаты своих измерений. Теперь тождество некоторых галактических рентгеновских источников с шаровыми звездными скоплениями не вызывает сомнений.

Интересно, что наиболее мощные вспышки наблюдаются именно в шаровых скоплениях. Колоссальные масштабы звездной активности уже никого не удивляют. Но ведь и звезды не все могут. Существует предельная энергия, непрерывно излучая которую, они еще остаются самими собой. За этой гранью звезду ждет гибель. Светимость рентгеновских всплесков в шаровых скоплениях в десятки, а иногда и в сотни раз превышает этот предел!

Излучаемая звездой энергия обычно тесно связана с ее массой. Генерировать рентгеновские всплески такой мощности, какие наблюдаются в скоплениях, могут только объекты огромной массы, в десятки и сотни раз превышающей солнечную. Как тут было не вспомнить о «черных дырах».

могут сигнализировать о себе рентгеновским излучением. И причина его возникновения должна быть та же — аккреция газа. Правда, механизм в этом случае несколько другой. Оседающие в «дыру» внутренние части газового диска должны сильно нагреться и потому стать источниками рентгена.

Рентгеновскую активность шаровых скоплений пытались объяснить наличием в них двойных систем с «обычными» нейтронными звездами или «черными дырами». Однако слишком большая энергия возникающих там вспышек заставила привлечь другие гипотезы. Одну из них, весьма оригинальную, предложили американские астрофизики Силк и Аронз.

Стадией нейтронной звезды заканчивают жизнь лишь те светила, масса которых не превышает двух с половиной — трех солнечных. Более крупные звезды чаще всего ждет в конце участь «черной дыры». По мнению Силка и Аронза, наиболее «густые» — центральные части некоторых шаровых скоплений тоже могут превращаться в сверхтяжелые «черные дыры». Их масса может уже в сотни, а то и в тысячу раз превышать солнечную. Естественно, для рождения гигантских вспышек в них должно падать огромное количество газа. Но ведь все скопление буквально купается в межзвездном газе. Конечно, это не то, что «густая» струя в двойной системе, но зато запасы межзвездного газа практически неограниченны. В его аккреции на сверхмассивные «черные дыры» и видят многие ученые причину грандиозных всплесков.

Здесь уместно вспомнить о сделанном еще раньше, в 1972 году, предположении И. С. Шкловского о том, что «в процессе эволюции звезд выброшенный ими газ должен стекать в самые центральные области сферических галактик». Являясь универсальной особенностью их эволюции, этот процесс, по мнению ученого, и приводит в

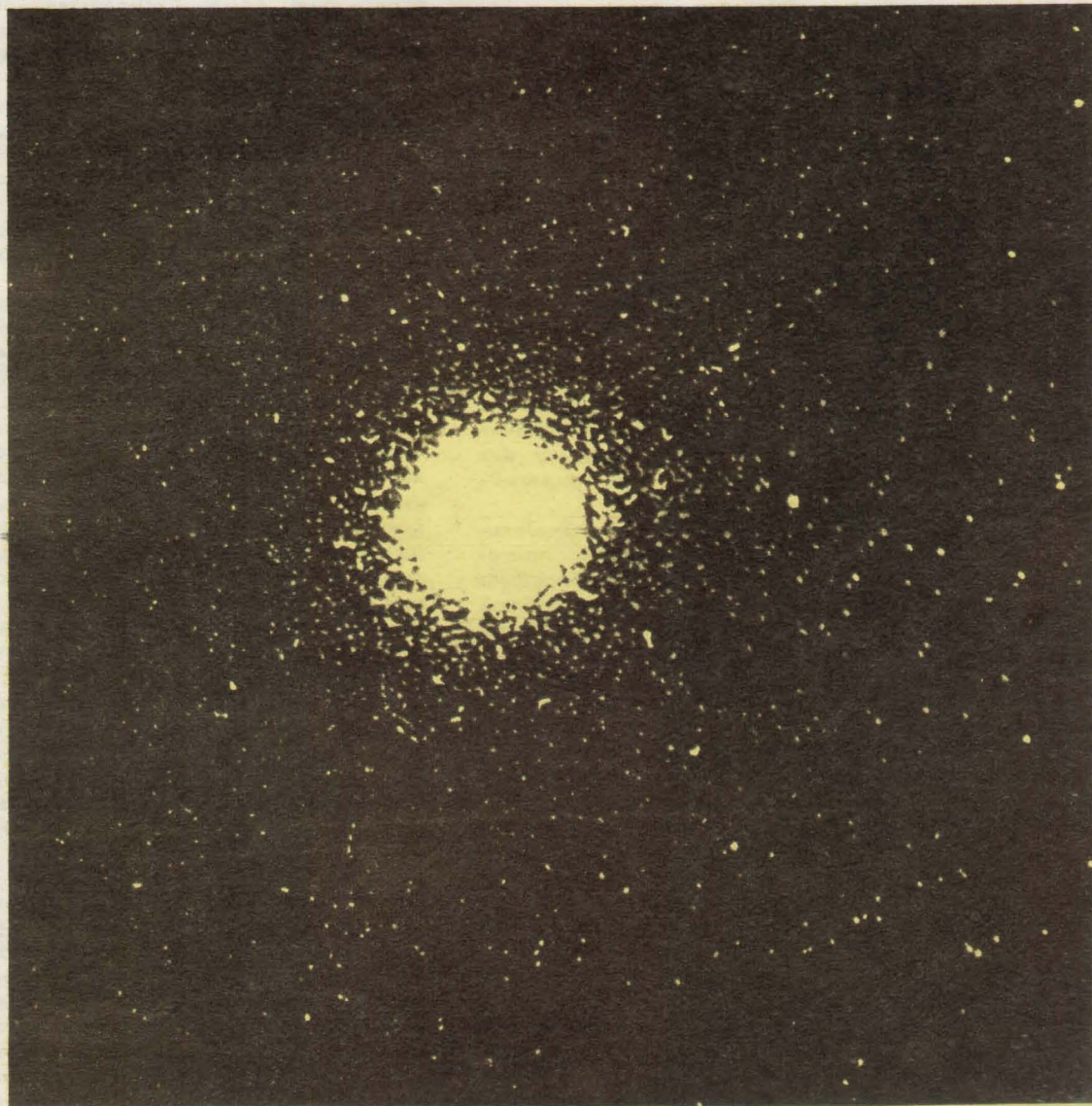
конечном итоге к образованию в таких галактиках сверхмассивных «черных дыр».

Проанализировав 80 известных шаровых скоплений, Силк и Аронз выделили из них 11 наиболее подозрительных. Оказалось, что в некоторых из этих скоплений «Космос-428» действительно регистрировал мощные рентгеновские всплески. Похоже, что сверхмассивные «черные дыры» и вправду сходят с «кончика пера» теоретиков на страницы реальности.

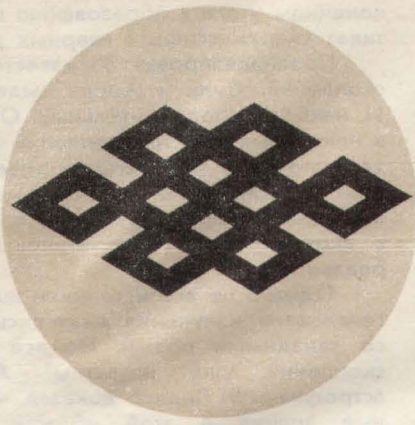
Однако не все источники жесткого рентгеновского излучения оказались связанными со звездными роями. Но все ли шаровые скопления уже известны? Американский астрофизик В. Лиллер доказал, что современные знания в этой области не лишены пробелов. Ведя поиск не в видимой, а в инфракрасной области спектра, он сумел обнаружить еле заметное шаровое скопление в одном из районов неба, не раз «освещавшихся» рентгеновскими вспышками.

Лиллеру трудно было найти свой звездный рой из-за его большой удаленности. И. С. Шкловский указал и на другую возможную причину невидимости шаровых скоплений. Когда-то они могли пройти мимо ядра нашей Галактики, и оно притянуло к себе, захватило внешние звезды роя — сорвало с него «корону». Резко уменьшившись в размерах, такие скопления и превратились для нас в невидимок, по-прежнему оставшись источниками рентгеновского излучения.

В начале этой статьи говорилось, что в великом множестве рассыпанных по небу звезд есть звезды рождающиеся и умирающие. Рентгеновская астрономия поведала нам о последнем, может быть самом бурном, этапе их развития. Благодаря ей мы узнали о мощнейших космических взрывах, о газе с температурой в десятки и сотни миллионов градусов, о возможности совершенно необычного сверхплотного состояния вещества в «черных дырах».







И. Прусс

# После работы

## Быт городских рабочих с начала века до конца столетия

Затраты времени на домашний труд у рабочих нашей страны резко сократились в двадцатые — тридцатые годы: в полтора-два раза. В пятидесятые — шестидесятые годы они снизились всего на десять — двадцать процентов — процесс явно замедлился. А в массовых опросах 1967—1970 годов половина рабочих города Таганрога заявили, что, будь у них больше свободного времени, они посвятили бы его домашнему хозяйству.

Значит, самая тяжелая и непривлекательная сторона быта — стирка, уборка, приготовление еды — будет пожирать все большую часть нашей единственной и неповторимой жизни? Значит, стиральные машины и пылесосы, полуфабрикаты и миксеры, прачечные и столовые не меняют эту грустную картину? Процесс затухает, того и гляди, пойдет вспять; семейный очаг требует топлива самого дорогого и абсолютно невозможного — времени, которое, как мы уже слишком хорошо поняли, куда дороже денег...

С этим парадоксом читатель столкнется в начале книги известных советских социологов Л. Гордона, Э. Клопова и Л. Ониква «Черты социалистического образа жизни: быт городских рабочих вчера, сегодня, завтра» (Москва, издательство «Знание», 1976).

А через несколько десятков страниц вас ждет еще один парадокс.

Политическая и экономическая революции неотделимы от революции культурной. Массовое движение за ликвидацию безграмотности — и ее массовая ликвидация, раб-

факи, новое, «красное» студенчество, родившееся тогда и для нас уже умершее слово «избач» — вдохновенный боец той самой культурной революции, «Книга — в каждый дом», «А ты подписался на газету?..» (указующий перст с плаката направлен на каждого). Разве все это — не характернейшие черты первых лет Советской власти? Разве не тогда произошел грандиозный сдвиг в повседневной жизни миллионов людей, сдвиг культурный?

Продолжительность повседневных культурно-бытовых занятий (в расчете на каждого взрослого рабочего) в тридцатые годы по сравнению с первой половиной двадцатых не изменилась, а чтения, например, снизилась. Даже в сороковые — пятидесятые годы горожанин в среднем ходил в кино не чаще раза в месяц.

Основной рост большинства доступных статистике и социологии средних показателей повседневной культурной жизни городских рабочих приходится лишь на последние пятнадцать — двадцать лет. Самым читающим народом мира мы стали только в пятидесятых — семидесятых годах.

Эти парадоксы на самом деле объясняются довольно просто. В книге есть другие, куда посложнее.

Но разберемся сначала с этими.

Нет, затраты времени на домашний труд будут сокращаться и дальше. Процесс этот не только не затухает; очевидно, через некоторое время надо ждать значительного ускорения его темпов. А «остановка» связана с тем, что изменились механизмы процесса: из экстенсивного он превратился в интенсивный.

Боюсь, что мы уже не слишком хорошо представляем себе быт наших дедов и прадедов — городских рабочих двадцатых годов. Для меня, например, оказалось некоторой неожиданностью, что в это время во многих городских домах еще пекли хлеб, ткали, тачали обувь. В первые же десятилетия молодое Советское государство взяло на себя эти домашние заботы. А ремонт и содержание дома? Государственное жилье составляло в первой половине двадцатых 40—50, а в сороковых — 60—70 процентов всей жилой площади городов.

Кроме того, несколько снизилась доля детей в городских семьях. Мы много и часто говорим об отрицательных последствиях демографической революции, в результате которой упала рождаемость, почему-то всегда оставляя за скобками тот неоспоримый факт, что она тоже уменьшила тяготы домашнего труда.

Если в двадцатых годах домашнее хозяйство многих городских семей во многом напоминало самодостаточное — даже продуктами питания семьи рабочих в значительной степени снабжали себя сами, с подсобных участков, то к пятидесятым — шестидесятым годам оно уже приобрело современные черты. Из круга семейных дел было изъято практически все, что поддавалось такому «изъятию без остатка». Если бы это экстенсивное наступление на быт продолжалось, сбылись бы проекты энтузиастов первых революционных лет, которые мечтали вовсе освободить человека и от быта и от семьи, — к счастью, этого не произошло. «Действие экстенсивных факторов», суть которых и сводилась к отторжению от семьи определенных видов деятельности, их обобществлению, с неизбежностью стало затухать. А действие «интенсивных факторов», направленных на то, чтобы облегчить, механизировать, модернизировать труд, оставшийся в рамках семьи, только началось.

Логика экстенсивного процесса предлагала (и такие предложения действительно звучали когда-то) совсем изъять из семьи детей, возложив уход за ними и их воспитание на специальные учреждения; по логике процесса интенсивного детские сады, ясли и школы не должны были оторвать детей от семьи, но взять на себя лишь часть заботы о них. Логика экстенсивного процесса: вон кухонную плиту из дома, все питание людей —

на фабриках-кухнях (и была в этом своя логика: рационально, быстро, квалифицированно накормить всех — и иди себе в библиотеку или на собрание, не заботясь о будущем завтраке, а в продовольственных магазинах — только конфеты для барышень). Логика процесса интенсивного: столовые — для обеда в рабочем перерыве, полуфабрикаты и кухонная техника — для дома.

Громадное жилищное строительство последних двадцати лет сделало коммунальные услуги достоянием большинства. Водопровод, газ, канализация, центральное отопление — в конце пятидесятых всем этим была оборудована лишь треть городских жилищ, в начале семидесятых — две трети. Только в последние десять — пятнадцать лет мы поняли все выгоды бытовой техники и получили возможность пользоваться ею. Товарооборот предприятий общественного питания в 1940 году составлял около 30 рублей на одного горожанина в год, в 1960 году — 57 рублей, в 1974 — 107 рублей в год. Если в конце пятидесятых годов в детские сады и ясли ходил примерно каждый четвертый городской ребенок, то к середине семидесятых — больше половины городских детей дошкольного возраста.

Это мало. Мало трех-четырёх килограммов полуфабрикатов на душу населения в год (1973—1974). Только одна четверть — одна пятая всех рабочих, служащих, учащихся могут в обеденный перерыв получить «общепит» еду из двух-трех блюд. Мало. Даже если бы прачечные обстирывали только «частных граждан», они освободили бы от стирки всего десять — двадцать процентов горожан — очень мало. В 1974 году восемь процентов продовольственных магазинов принимали предварительные заказы, семь — торговали с доставкой на дом. Можно сказать, что с этой формой услуг мы еще не знакомы.

Но понять, что происходит с нашим бытом и что будет происходить с ним дальше, просто невозможно, если не представлять себе четко, что сфера обслуживания в нашем нынешнем понимании, по существу, начала складываться лишь в последние пятнадцать лет. И за эти годы быт стал уже качественно иным, а наши потребности — совсем иными. И поскольку эта сфера стремительно развивается на наших глазах, действие «интенсивных факторов» неминуемо, все убыстряющимися темпами будет сокращать время на домашний труд.

— Все это хорошо, — скажет мне усталая женщина, — но когда все это будет! Магазины, кухня, стирка, пусть и на стиральной машине, уборка — у меня дома второй рабочий день... Что-то не чувствую, чтобы мне было в полтора-два раза легче, чем моей бабушке в двадцатые годы. А муж с работы придет — за газеты или перед телевизором устроится. Он устал. Он работал. Можно подумать, на мамонта охотился.

Трудно сказать ей что-нибудь утешительное. Авторы книги и не торопятся утешать. Они предупреждают: развитие нынешних тенденций в быту облегчит положение женщины лишь немного и совсем не уничтожит ее социального неравенства с мужчинами. Если завтра, буквально завтра, весь домашний труд и сократится до минимума, этот минимум все равно падет на ее плечи. Даже в самых образованных и обеспеченных рабочих семьях нагрузка женщин несопоставима с нагрузкой мужчин в домашнем хозяйстве.

Действительно, облегчить положение женщины могут лишь решительные перемены в быту, перемены, может быть, равносильные второй культурной революции.

Перемены в самой семье, которые должны привести к равномерному распределению семейных обязанностей.

Перемены в общей установке сферы обслуживания. Она должна развивать не все услуги одними темпами, а преимущественно и в первую очередь те, которые облегчают труд именно матери и хозяйки дома.



А пока — пока трудовая нагрузка женщины уменьшилась по сравнению с двадцатыми годами вовсе не в полтора-два раза, но всего примерно на пятую долю. Потому что тогда наши бабки не работали: домашнее хозяйство, отнимая у них пятьдесят — семьдесят часов в неделю, не могло им это позволить. Теперь женщина не может себе позволить не работать в общественном производстве — не может и не хочет, и совсем не только по причинам экономическим. Множество опросов среди городских работниц показало, что, даже если бы была такая возможность, большинство из них не осталось бы дома...

Первое объяснение «парадокса культурной революции» лежит на поверхности. Между всеобщим образованием (тем более в рамках начальной школы) и проникновением культурных занятий в быт — дистанция огромного размера. Еще в 1939 году 78 процентов горожан старше десяти лет и 90 процентов рабочих имели за плечами только начальную школу или вообще не имели школьного образования — можно лишь удивляться тому, что уже в пятидесятые годы мы стали самым «читающим» народом мира. К концу пятидесятых годов неполное среднее образование и выше имело 47 процентов горожан старше десяти лет и 40 процентов рабочих; в 1974 году — соответственно 67 и 70 процентов (впервые средний уровень образования рабочих обогнал средний уровень образования горожан — очевидно, потому, что большинство наименее грамотных рабочих ушло на пенсию).

Второе объяснение «задержки» культурной революции в быту тоже кажется вполне очевидным — правда, уже после того, как оно приведено авторами книги. По учебникам, книгам и фильмам мы хорошо знакомы с одной стороной индустриализации: миллионы вчерашних крестьян, сменив плуг на станок, приобщаются к городской, пролетарской, революционной культуре. Другая ее сторона для меня до сих пор как-то оставалась в тени: крестьян было намного больше, чем носителей этой самой городской пролетарской культуры. В двадцатые — сороковые годы 80 процентов прироста городского населения страны дала деревня, но гораздо важнее тут абсолютные цифры: число горожан увеличилось с 20—25 миллионов до 70. В 1959—69 годах прирост числа горожан на 60 процентов был «дан» деревней, но соотношение коренных горожан с новыми качественно иное: за это время число горожан увеличилось с 70 до 157 миллионов. То есть если в двадцатые — сороковые годы прибыло людей почти вдвое больше, чем жило в них к началу периода, то в шестидесятые годы это пополнение было равно лишь двум третям горожан начала шестидесятых.

Крестьяне приходили в новую жизнь со старыми, традиционными представлениями, ценностями, нормами поведения — во всей этой некогда стройной программе жизни со своей философией, своими целями и способами их достижения не было места ни для книг, ни для всего, в чем мы видим приметы своей культуры. И сегодня переход из сельской (уже далеко не традиционной, сильно урбанизированной) культуры в городскую связан с серьезной внутренней перестройкой личности. И сегодня новые горожане, выйдя из-под характерного для деревни семейного, соседского (когда-то «общинного») социального контроля и еще не усвоив норм городской жизни, подчас создают весьма специфические проблемы современного города. Как же это было в те времена, когда о стабильности нынешней жизни приходилось только мечтать, когда кадровые рабочие и коренные горожане составляли подавляющее меньшинство?

Кажется, люди моего поколения просто влюблены в цифры.

Как будто в один прекрасный момент, убедившись в тщете слов, мы предпочли им язык цифр. Многие из нас заговорили на

нем профессионально: не берусь утверждать (за неимением статистики), но, по-моему, именно на мое поколение приходится пик популярности профессий, связанных с точными науками и точной (измеримой, в измерениях состоящей) деятельностью. И чуть ли не все мы собирали, сравнивали, вычитали и делили цифры, знаменующие собой некие социальные и экономические процессы. Мы твердо верили, что нашли наконец способ постичь истинный смысл происходящего вокруг.

Верили напрасно, потому что обращаться с цифрами не умели, не понимали, что этому надо учиться. В ответ на нашу жажду точного знания на страницы печати ринулись колонны цифр — но до сих пор множество авторов множества цифровых выкладок даже не удосуживаются объяснить, как эти цифры получены. Только в самое последнее время это стало наконец признаком «плохого тона». Мы же, конечно, не веря всем цифрам подряд, выбирали их для себя весьма произвольно.

Но не только в этом дело. Понадобилось некоторое время, чтобы мы сообразили, что цифры — в принципе такой же инструмент познания, как и слова: с их помощью можно описывать процесс или явление, а можно вскрывать его механизм. Что именно мы будем с ними делать, зависит от наших способностей к интерпретации, наших знаний, глубины нашего анализа.

Как и многие в нашем поколении, я очень люблю цифры. В книге Л. Гордона, Э. Клопова и Л. Оникова их много, а заканчивается она тринадцатую таблицами, дающими большой простор для размышлений. Но покорила меня эта книга тем, что преподавала урок, как надо обращаться с цифрами. Как с их помощью можно вскрывать механизмы явлений и как, оставаясь предельно добросовестным, можно прогнозировать социальные процессы (не «вообще», а в цифрах), не располагая для этого исчерпывающей информацией.

Сегодня городской рабочий, человек образованный, живущий в отдельной квартире со всеми удобствами и со всяческой бытовой техникой, освободив много времени от домашних хлопот (особенно если речь идет о мужчине или девушке), еще не слишком торопится посвятить это время сугубо культурным занятиям. Около половины обследованных авторами обращаются к книге реже раза в месяц (или совсем не читают книг); примерно столько же ходит в театры реже раза в год (в том числе и в городах, где театры есть).

Они охотно смотрят телевизор — но авторы считают необходимым довольно долго «оправдывать» это времяпровождение, не без оснований утверждая, что телевизор все-таки приобщает людей к культуре и при этом совсем не обязательно вытесняет другие ее формы. В одном социологическом исследовании обнаружилась интересная закономерность: минимальное время на просмотр телепередач тратят (или вовсе не тратят) люди с самым низким и с самым высоким уровнем образования — и тех и других очень мало.

По данным авторов книги, рабочие из «опережающей» группы — наиболее образованные и наиболее материально обеспеченные — тратят на телевизор времени меньше, чем остальные. Поскольку быт этой «опережающей» группы, очевидно, скоро станет бытом большинства, его характерные черты авторы кладут в основу прогноза на десять — пятнадцать лет вперед; потому они и прогнозируют в дальнейшем снижение затрат времени на просмотр телепередач. Правда, оговаривают они, это справедливо лишь в том случае, если телевидение останется таким же, как сейчас. Но уже появление учебных программ и всяких конкурсов дает надежду на то, что оно со временем возьмет на себя и принципиально новые функции, — когда это произойдет и как повлияет на его популярность, сейчас сказать трудно.

Короче говоря, улучшение материальной стороны быта, освобождение времени от

многих непреложных домашних обязанностей дает реальную возможность каждому из нас больше читать, посещать театры, выставки и музеи, заниматься творчеством — но само по себе никоим образом не стимулирует эти занятия. Кто и в какой степени воспользуется этой возможностью, очевидно, зависит от причин совсем иного рода.

Например, кто нам мешает заниматься физкультурой? Да, разумеется, не хватает на всех спортивных залов, спортплощадок и спортинвентаря. Но, честно говоря, для физзарядки по утрам не нужны ни специальные помещения, ни специальный инвентарь. А многие из нас — рабочих и не рабочих — ее делают?

Мне кажется, некоторое пренебрежение к физической культуре (или небрежение ею, когда об этом не задумываются) уходит корнями в нашу национальную культуру. Не было в ней никогда такой ценности — быть сильным, ловким, выносливым, а если и была, то отнюдь не занимала видного места в общей системе ценностей. Вспомните типичного интеллигента, чей образ запечатлен в литературе (позже — на театре и в кино): он не только неумелый, неловкий, неприспособленный, он даже как будто слегка гордится этим — во всяком случае, гордится тем, что может немощь тела компенсировать мощью духа.

В английской национальной культуре требование быть «спортивным» гораздо настоятельнее; в немецкой и чешской оно сформировалось несколько иначе: ты не столько обязан быть «спортивным», сколько уметь что-то делать руками. Это последнее требование кажется мне особенно важным и ценным — помимо всего прочего, оно дает человеку большую независимость от обстоятельств.

Стремительны темпы роста затрат времени на творчество; если говорить о художественной самодеятельности, то они сопоставимы со скоростью распространения телевидения: все формы художественной самодеятельности (исключая занятия ею в школах и дворцах пионеров) в 1965 году охватывали 10 миллионов человек, в 1974 году — 15 миллионов. Сегодня это означает семь процентов населения страны старше четырнадцати лет — не слишком густо. Сохранятся ли темпы? Изобретательством и рационализацией в свободное время занималось в 1950 году полмиллиона человек, в 1974 году — свыше четырех миллионов, но это менее пяти процентов работников материального производства. А между тем техническое творчество могло бы стать противовесом монотонному, низко-содержательному труду, который еще не исчез и завтра не исчезнет тоже.

Может быть, мы слегка преувеличиваем психологическую напряженность, которую создает такой труд? Думаю, что это вывод был бы не только, если можно так выразиться, «неэтичен», но и неправилен. Специальные исследования, бесспорно, обнаруживают такую психологическую напряженность (да ее обнаруживает и тот простой факт, что нехватка рабочих рук ощущается прежде всего на работах монотонных и не требующих почти никакой квалификации). Но эта напряженность, то есть ее смысл, может быть, еще не вполне осознана самими людьми, таким трудом занятыми. Надо быть готовыми к тому, чтобы сразу дать им возможность любой компенсации, как только они осознают потребность в этом. «Создать условия» — значит не только создать материально-организационную базу для технического творчества, но делает обязательной и задачу куда более сложную: формирование потребностей таким образом, чтобы именно подобная компенсация оказалась для них наиболее желательной (психологическую напряженность можно снимать и куда менее разумными, а порой просто социально опасными способами). Но как формировать потребности, мы, по сути дела, не знаем.

Проблемы, которые «лезут» из цифр, приведенных в книге, бесконечны. Почему мы «бросаем» своих детей в самый трудный



для них подростковый период? Исследования, проведенные авторами, свидетельствуют, что затраты времени на общение с детьми именно в этот период резко падают. Что можно сделать, чтобы острая потребность в неформальном общении не выливалась в действия, социально противопоказанные? Каково разумное соотношение степени организованности досуга и степени свободы, необходимой каждому нормальному человеку? Как найти способ соотнести нынешнее поведение людей в свободное время с идеалом, соотнести хотя бы до некоторой степени точно и оставаясь на твердой почве реальности?

Авторы предприняли очень смелую попытку ответить на последний вопрос. Взяв, как я уже говорила, за основу бюджет времени «опережающей» группы рабочих, внося в него коррективы там, где наука и опыт позволяют это сделать, они предложили первую (других не было), разумеется, приблизительную модель рационального, то есть наиболее разумного в нынешних условиях бюджета времени, которая, очевидно, останется такой (рациональной) ближайšie десять—пятнадцать лет, и рядом дали для сопоставления средние показатели сегодняшнего дня. Не могу отказать себе в удовольствии привести этот расчет полностью.

	Рациональный бюджет времени рабочих крупных городов (часов в неделю)	Фактический бюджет времени рабочих крупных городов в конце 60-х годов	
		часов в неделю	процент от норматива РБВ
Сон, еда, уход за собой	70,0	64,5	92
Работа в общественном производстве	35,0	41,0	127
Дорога на работу и обратно, обеденные перерывы, прием и сдача смены	10,0	11,4	114
Общественно-политическая деятельность	2,5	1,0	40
Домашний труд	12,5*	19,5	156
Повседневная культурная жизнь в том числе:	19,5	16,0	82
чтение	6,0	3,7	62
телесмотрение, слушание радио	5,0	6,2	124
посещение кино, театров, музеев и других публичных зрелищ	2,5	1,3	52
учеба	3,5**	4,0	114**
непрофессиональное творчество в свободное время	2,5***	0,8	32
физическая культура, спорт, поездки за город	6,0	0,7	12
Встречи с друзьями, прием гостей, другие формы досугового общения	4,0	5,2	130
Занятия с детьми	7,6	5,2	79
Нераспределенные затраты времени	1,0	2,8	28

В сносках к таблице авторы делают несколько весьма основательных оговорок. Затраты времени на домашний труд можно ограничить двенадцатью с половиной часами в неделю только при обязательном условии равномерного распределения обязанностей в семье. Часть учебы включена в рабочее время; рациональные затраты времени на учебу в полном объеме в полтора-два раза превышают фактические. Время на непрофессиональное творчество рассчитано с учетом того, что часть других занятий (уже упомянутых) тоже носит творческий, самостоятельный характер.

Книга Л. Гордона, Э. Клопова и Л. Оникова исчезла с прилавков мгновенно. Кажется, это может характеризовать не только ее, но и нас с вами — читателей, которые хотят взвесить, сопоставить, понять и оценить все, что происходило с нами вчера, происходит сегодня и произойдет завтра.

В. Преображенский,  
доктор  
географических  
наук

# Мост между двумя берегами



Всякая наука, кроме того, что она добывает знания, еще и несет информационную нагрузку — она сообщает обществу о своих достижениях, она информирует технику и промышленность, которые выбирают из этой информации, то, что им нужно для выполнения тех или иных социально-экономических задач.

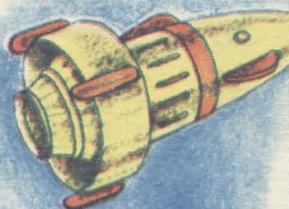
Все науки выполняют эту функцию. Но, пожалуй, география относится к числу таких

наук, у которых эта сторона была и остается наиболее отчетливо выраженной. Более того, у многих людей — да отчасти и у самих географов — долгое время бытовало мнение, что информация — это и есть основная задача географии. Вспомните всем нам известную программу средней школы — география выступает преимущественно как собрание знаний о странах и районах, в учебниках сообщаются обширные, разнообразные и порою, увы, сухие сведения о мире — природных условиях, экономике, социально-политических устройствах стран.

Конечно, география могла развиваться, лишь выявляя закономерности существования и развития объективного мира. И здесь ею очень много сделано. Но сегодня мы поговорим лишь об информационной стороне географической науки и о том, что нужно географии, чтобы эту свою задачу выполнить и на современном уровне развития науки, в сегодняшних условиях, то есть условиях информационного шквала. И здесь на сцену выступает термин — геоинформационная система, система, цель которой — снабжение общества географической информацией.

Что является составными частями геоинформационной системы? Для ее создания, очевидно, нужны, во-первых, средства получения данных, то есть приборы, позволяющие получить информацию; во-вторых, средства хранения информации; в-третьих, средства передачи информации тем, кто в ней нуждается.

Любопытно, что геоинформационные системы возникли и действовали задолго до





появления представления о системах информации и даже до появления самой географии. Глаз, мозг, язык — таковы компоненты первой информационной системы на уровне «человек».

В процессе эволюции совершенствовался каждый из этих трех элементов. Одним из первых революционных шагов была запись информации в виде карты или текста. У ряда народов карта возникла раньше текста. Но нам важно то, что появились средства хранения информации, которые, конечно, тоже непрерывно совершенствовались.

Карта первоначально была обзорной. Она стремилась включить в себя все имеющиеся разнообразные сведения — о реках, рельефе, дорогах, населенных пунктах, лесах — все имелось на этой карте. В развитии карты надо отметить два явления: создание наборов карт-атласов и расчленение единой, обзорной карты на множество тематических карт. Вот, например, передо мной старинный «Географический атлас Российской империи... расположенный по губерниям на 80 листах... Сочинен по новейшим и достоверным сведениям в пользу обучающихся российской географии и для составления дорожников путешественникам... чиновником 6-ого класса Пядышевым. Начат 1820-го. Окончен 1827 года». Здесь карты одной страны, и только общегеографические. Но уже 150 лет назад — 80 листов... А ведь здесь еще нет сведений о природе, экономике, о населении и культуре, то есть того, что стали содержать в себе более поздние издания.

Но обзорные карты не могли вместить растущую географическую информацию — стали появляться карты геологические, геоботанические, почвенные, ландшафтные, климатические, экономико-географические, медико-географические...

Естественно, что эти карты стали включаться в состав атласов. Атласы становятся уже не «наборами карт», а «сложными картографическими произведениями»; возможность одновременного сопоставления множества разных по содержанию карт обеспечивала получение дополнительной информации, не содержащейся в каждой из карт по отдельности.

Наступило время, когда одного атласа оказалось для страны недостаточно. Появились атласы отдельных регионов. Вы, наверное, видели атласы союзных республик и отдельных областей Российской Федерации. Кроме региональных атласов, появились лесные, ботанические, климатические атласы. Для того чтобы найти какую-нибудь справку, стало необходимым перевернуть груды атласов. Хранилище Института географии

АН СССР не относится к числу крупнейших, но и в нем коллекция атласов насчитывает более трехсот пятидесяти наименований.

А текст географических книг? С ними происходит то же, что и с атласами. Их содержание и характер непрерывно менялись. Сначала это были маршрутные записи, которые длительное время оставались единственной формой географического исследования. «Выехал из такого-то пункта, проехав полдня, я преодолел перевал и оказался там-то, в двух часах езды перебрался через такую-то реку» и т. д. Вот такой рассказ путешественника был первым страноведческим описанием. Позднее возникло описание страны в целом, не расчлененное на описание природы и хозяйства; на смену ему пришло покомпонентное описание, то есть описание рельефа, рек, растительности, промышленности, сельского хозяйства. Географы часто с упреком говорят, что здесь сведения разложены «по полочкам», они не создают целостной картины территории. Но, заметьте, «по полочкам» легко находить нужные сведения. И «полочки» поэтому не исчезнут...

Знания прибывали — текст распухал. Единая монография о стране стала превращаться в серию монографий. Вот пятнадцатитомная серия «Природные условия и естественные ресурсы СССР», подготовленная в 1960—1972 годах Институтом географии. Над ней трудилось около пятисот авторов, ее общий объем около 9 тысяч страниц. Вот 22 тома географического описания «Советский Союз», созданного к 50-летию юбилею страны. Здесь сконцентрировались знания, полученные учеными раньше, и лишь их обработка и издание заняли около семи лет, причем мы считаем, что это было сделано достаточно оперативно.

Так же как и у атласов, возникают покомпонентные серии книг: вот пять томов «Климата СССР», такие же многотомные издания есть и по растительности, геологии и прочему. Словом, если мы захотим посмотреть различные характеристики СССР по компонентам, окажется, что нам нужно просмотреть не одну полку, не один шкаф книг, а, вероятно, пройти с несколькими комнатами, сплошь уставленным стеллажами с серийными монографическими изданиями.

От общего страноведческого описания пошла особая ветвь — справочники: климатические, по водным ресурсам, каталоги ледников, лавин — словом, огромное количество справочной литературы. Общий климатологический справочник разрастается в серию по отдельным элементам — по снежно-

му покрову, осадкам, ветрам и т. д. Остановить поток невозможно. Справочники покупаются не по прихоти ученых — потребность в справочных данных растет с каждым днем.

Все чаще и чаще возникает вопрос, как добраться до тех знаний, что сосредоточены (и вместе с тем погребены) в них. Уже давно возникла потребность в «поисковых системах» — системах, помогающих найти нужные данные. Существуют каталоги и библиографические указатели — предметный (биология, геология, климат...), региональный (Азия, Сибирь, Забайкалье, Яблоновый хребет, река Витим). Появляются уже даже библиографии библиографий... Но каталоги не говорят, есть ли нужные данные в книге. Вступает в строй еще помощник — предметный и региональный указатель самой книги — «река Витим — см. стр. 35, 46, 97...». Это значит, что на этих страницах что-либо сказано о Витиме — о рыболовстве или скорости течения, донных наносах или судоходстве... Перелистаешь. Но найдешь ли нужную справку?

И вот, несмотря на рост числа атласов, серий карт, справочников и страноведческих монографий, несмотря на поток статей, неуловимо растет и число неудовлетворенных «потребностей»: ведь если одна из читательских групп довольно увлекательным рассказом о странах и районах, то другие — и прежде всего инженеры-проектировщики, работники плановых органов — могут извлечь из них сравнительно немного. Ведь их интересует не образ места, а новейшие данные о конкретной «точке» — будущем створе плотины, конкретном предприятии, конкретной реке. Однажды аспирант Е. Поповцев подсчитал, сколько вопросов по природным условиям включают в себя инструкции по изысканию и проектированию железных дорог — о рельефе, почвах, лесах, осадках в этом районе, о направлении и скорости ветров и т. д. и т. п. Оказалось, что инструкция содержит более тысячи вопросов по природным условиям, на которые должны ответить естествоиспытатели и изыскатели. Где взять ответы на эту тысячу вопросов? Каждый раз проводить натурные исследования невозможно. Конечно, значительная часть этих сведений уже накоплена, они уже есть, они хранятся в научных и научно-технических отчетах экспедиций. Но они труднодоступны. Включать их в атласы и справочники? Но тогда должен все время увеличиваться их масштаб, дробность характеристик, объем... Кроме того, за время подготовки к изданию данные устаревают. Да и в какие справочники можно включить ежедневно получаемые данные метеорологических и гидрологиче-

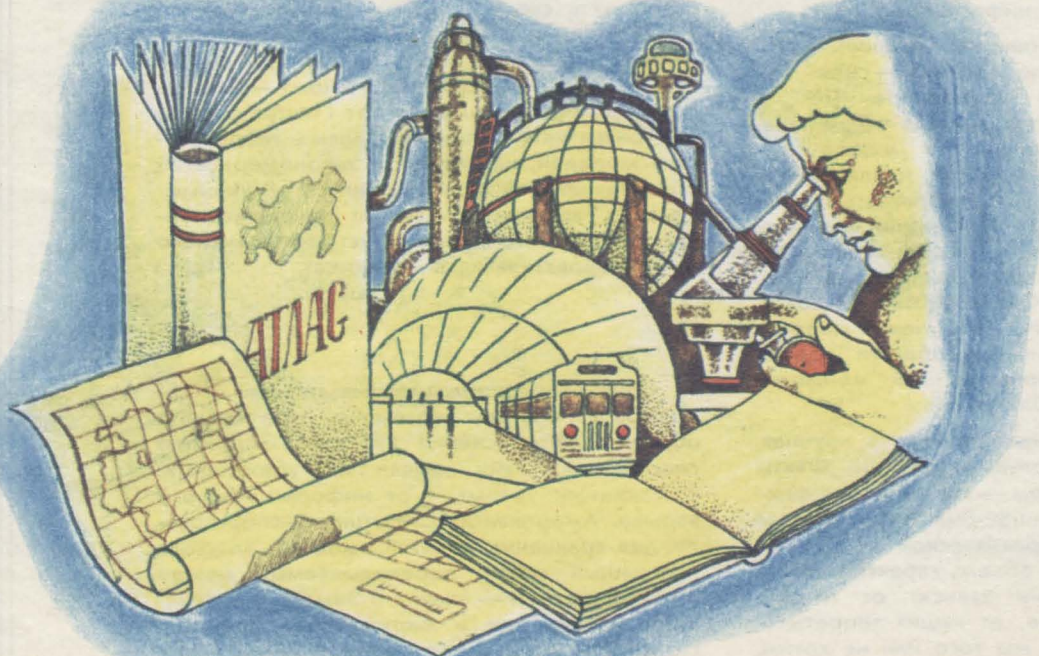


Рисунок Ю. БАТАНИНА



ских станций, биологических стационаров, данные с космических кораблей, аэрофотоснимков?

Естественно, надежды обратились к электронно-вычислительной машине. Возникла идея использовать память машины — создать «банк географических данных». Такие банки — то более, то менее емкие — уже создаются во многих странах для самых разных целей. Одними из первых стали создавать банки данных проектировщики городов. Например, такой банк создан в институте «Терплан» (территориального планирования) в Чехословакии, подобные банки создаются и советскими проектно-исследовательскими институтами. Здесь используется память электронно-вычислительной машины. С помощью магнитной ленты или проволоки записываются характеристики местности. Для простоты записи используются различные методы кодирования. Существенную часть такого банка составляет поисковая система, позволяющая быстро находить нужный материал.

Вот так развивались средства хранения и выдачи информации «память» и «язык» геоинформационной системы.

Но мы говорили, что система состоит из средств сбора, хранения и выдачи информации. Глаз, бинокль, подзорная труба — такими были первые средства сбора наблюдений. Инструменты наблюдения менялись, усложнялись. Термометр, барометр, батометр, гигрометр... Приборы с автоматической записью — фотоаппарат, киноаппарат, барограф, гигрограф. Приборы дистанционного наблюдения — датчики. Совершеннее инструменты — глужбе, точнее вопросы, которые задает исследователь природе... Менялись и средства передвижения, с которых человек вел наблюдения. Когда-то пешком, на лодке, верхом на лошади, потом на машине, на корабле и дальше — на самолете, на космическом корабле... Тем самым расширялся кругозор ученого, изменялись объем увиденного и выводы, которые следуют из наблюдений.

В моей практике был такой случай. Я долго работал в тайге, прошел сотни километров, описал сотни «точек» и, только познакомившись с аэроснимками этого района, увидел, что тайга была «полосатой»: через 10—20 метров благодаря мерзлотной дифференциации сменялись грунты и почвы — сменялась растительность. Это была мерзлотная полосчатость, но, идя по тайге, я не смог ее увидеть. Новое видение пришло с аэроснимком...

То же самое происходит сейчас и с информацией из космоса. Она дает нам то, что ускользало от нашего внимания, когда мы находились ближе к Земле. Изменение видения изменяет не только количество, но и качество получаемой информации.

Изменяется и тактика наблюдений. Опубликованный в журнале «Знание — сила» материал о Курском стационаре (№ 5, 1977 год) — это как раз рассказ об изменении тактики наблюдений: от маршрутных экспедиций — к площадным наблюдениям с помощью космических аппаратов; от эпизодических, случайных измерений — к стационарным наблюдениям, дающим уже и изменения природных характеристик во времени. Но и этого мало. Сейчас возникает новая, более сложная стратегия — изучение модельных областей. Модельные области содержат уже сеть стационаров. Так меняются арсенал и тактика наблюдений.

Научная информация потому и научная, что она состоит не только из фактов. Факты без связи друг с другом — это еще не информация, тем более не информация, пригодная для осмысления и практической деятельности. И содержание, и объем, характер накапливаемой информации зависят от нашего представления о мире, от наших теоретических моделей. Хотим мы того или не хотим, но даже тогда, когда мы лишь начинаем сбор и накопление материала, мы невольно опираемся на уже существующие знания,

на те или иные теоретические представления, на модели, которые уже сформированы нашими предшественниками и нами самими. Эти представления формируют структуру книг, которые мы пишем, последовательность, взаимосвязь и размещение фактов. Но модели эти совершенствуются, развиваются, меняются, а вслед за ними меняется и структура построения книг, разделов атласов, блоков памяти машины. Но книга уже издана, и атлас лежит на полке. А вот программу обработки и извлечения информации можно и поменять. Поэтому банк данных приходится дополнять банком моделей, банком программ обработки материала.

Объемы географических сведений, с которыми работает производство, колоссальны. Вот, к примеру, данные об информационном центре Геологической службы США, созданном в 1974 году. Сейчас центр хранит в своих фондах 1,5 миллиона листов различных топографических и тематических карт и 25 миллионов аэрофото- и космических снимков за год. При взгляде на эти цифры, естественно, возникает вопрос: а что же дальше? Мы фактически тонем в информации. Но рост и накопление информации прекратиться не могут. Что же дальше?

Мы уже говорили, что на помощь приходят компьютеры, ЭВМ. В нужный момент нужные знания выдаст на мой вопрос ЭВМ. Мало того, по моему заданию машина проведет и нужную мне обработку сведений, подсчитает уравнение связи между явлениями, проведет факторный анализ и т. д. Система ЭВМ и приставок-дисплеев объединяет и хранение информации, и ее обработку. Система может выдать ответ на вопрос — и в виде уравнения, и таблицы, и графика, и, что наиболее приятно, географу — составленную автоматически географическую карту.

Сейчас мы имеем только элементы геоинформационных систем. Банки данных пока еще довольно скромны по объемам. Еще только отрабатываются системы их создания для нужд строительства, для гидрометеослужбы. В конечном итоге должно быть создано несколько специализированных геоинформационных систем, которые скопят в себе, будут хранить, пополнять и обрабатывать соответственно практически и научным задачам необходимые географические данные.

Память этого поколения ЭВМ еще недостаточна для создания универсальных геоинформационных систем, способных обеспечить любого потребителя на все случаи жизни. Приходится создавать наборы из нескольких машин, дополняющих друг друга. Но машины совершенствуются, и, я думаю, недалеко то время, когда ученые смогут освободить свои квартиры от бесконечного количества книжных полок и заваленных книгами столов. Хранить информацию и в нужном виде выдавать ее ученому — все это будет делать машина. Но вот счастье работы над развитием и поиском новых теоретических моделей, над поиском закономерностей объективного мира — сохранится за ученым. Никакая автоматизированная информационная система не способна устранить ученого из исследовательского процесса.

\* \* \*

Хотя геоинформационные системы — дело новое, ученые попытались уже создать образы для пояснения их роли. Эстонский географ А. Райк назвал их убежищами, спасающими ученых от информационного взрыва. Американские географы использовали для сравнения понятие «мост» — «информационный мост», перекидываемый между двумя берегами — «науки о Земле» и «управление ресурсами и окружающей средой». Но как бы ни называлось это новое в науке явление, уже сейчас ясно, что впереди у геоинформационных систем — большое будущее.

## У кого позвоночник древнее?

Там, где в палеозое было море, чаще всего в древних песчаниковых толщах, геологи нередко находят остатки гетеростраков. Это довольно примитивные существа, у которых даже челюсти не было, а тело прикрывалось пластинчатым панцирем — надо же было как-то предохраниться от тех, кто зубастым аппаратом уже обзавелся!

Несмотря на примитивность в одном отношении, в другом гетеростраки были «последним словом» биотехники для своей эпохи. У них — одних среди всех, кто жил четыреста семьдесят миллионов лет назад, — уже был позвоночник.

До сих пор никто не оспаривал у гетеростраков право смотреть на всех современников свысока. Но вот недавно вернулись из далекого и трудного «поля» участники англо-норвежской палеонтологической экспедиции. Шпицберген, где им пришлось провести не один месяц, если чем и знаменит, то уж, конечно, отнюдь не гостеприимством своей природы. На этот раз трудности все же окупили себя. Группе ученых, возглавляемой норвежцем Т. Бокели и англичанином Р. Л. Форти, посчастливилось обнаружить фрагменты некой рыбы, населявшей давно исчезнувший с тех пор океан в раннем ордовике, то есть без малого 500 миллионов лет назад. Рыба как рыба, разумеется, с ясно различимым позвоночником. Значит, эта деталь, которой суждено было сыграть огромную роль в дальнейшей эволюции, примерно на 20 миллионов лет старше, чем считали ученые.

Когда драгоценные образцы прибыли частью в Палеонтологический музей в Осло, а частью — в Британский музей в Лондоне, специалисты, осмотрев их, не только удивились совершенству столь древнего устройства. Осмелев, они высказывают теперь предположение, что были позвоночные и подревнее, жившие еще и в доордовикскую эпоху. А это уже кембрий, пускай хотя бы и поздний, но все равно более полумиллиарда лет до нашего времени. Ученым остается лишь найти победителя в этом соревновании за древность.



А. Спиридонов

# Лететь ли «подземному дирижаблю?»

Рассказ  
об одном  
изобретении

По доброй воле создавать... стихийное бедствие! Такое предложение изобретателей вряд ли припомнят даже видавшие виды патентоведы. А попробуйте наметнуть о добровольном «изготовлении» пливун — именно о них пойдет речь — проходчикам шахтных стволов, тоннелей метро или строителям плотин и мостов. Нет, такое еще никогда не случалось.

Натолкнулись на пливун, значит — под угрозой сроки строительства. Можно много дней кряду копать тоннель, а вперед — ни на шаг. Откуда то сбоку или спереди на место вынимаемой сероватой жижи натекает новая. Иногда этих «запасов» у пливун столько, что ими можно заполнить десятки тоннелей или котлованов, подобных за-проектированному.

По личному свидетельству самих изобретателей, это был тот желанный для каждой редакции случай, когда читатель живо откликнулся новой идеей на только что прочитанную журнальную статью («Знание — сила», № 4, 1973 год). В ней рассказывалось о научном открытии, которое разоблачало секрет коварных и дотоле загадочных пливун.

Напомним, что открытие возлагало всю ответственность за производство пливун и все беды, ими причиняемые, на микроорганизмы — силикатные бактерии. Населив некоторый объем песчаной породы, они ее активно преобразуют. Главные продукты жизнедеятельности бактерии —

слизь и газ. Первая служит отличной смазкой для подземного скольжения пород. Газ — результат переваривания органических веществ — «накачивает» пливун. Теперь «подземный дирижабль», как образно назвал пливун автор статьи, готов к «полету». Готовность мгновенно переходит в действие, стоит пливуну получить «добро», то есть когда его вскрыет или хотя бы обнажит участок поверхности, тоннель, ствол шахты, скважина, котлован.

Вполне естественно: первое, что последовало за выяснением причины образования пливун, — изобретение разнообразных способов борьбы с этим настоящим стихийным бедствием. Рекомендовали бурить скважины для выхода газа, уничтожать бактерии электричеством, формалином, гашеной известью и многое другое.

На открытие откликнулись и ученые-горняки. Академик Н. Мельников, доктор технических наук В. Аренс и кандидат технических наук В. Шевченко получили авторское свидетельство на изобретение № 534561. Они предложили пливуну... создавать. И добывать! Идея поистине технически красива: превратить рудный пласт в податливый, текучий пливун, а затем выкачать его насосом на поверхность. Так можно добывать, например, фосфориты и олово. Но возможно ли осуществить первое — изготовить в недрах искусственный пливун? А почему бы и нет? Ведь получала Варвара Васильевна Разина — автор открытия — пливун, на-

селя бактериями песок, привезенный с Волги и из Туркмении.

Теперь можно рассказать, как представляют ученые воплощение своего замысла. Но для этого необходимо знать еще одно важное обстоятельство. Дело в том, что, помимо «журнальной» предыстории, у изобретения была, конечно, и другая — чисто техническая база.

Авторы давно уже занимались разработкой и усовершенствованием геотехнологических способов добычи полезных ископаемых. В частности — гидравлического. Плюсы этого способа для разработки дисперсных, или попросту песчаных, пород в сравнении с традиционными — открытым и подземным — впечатляющи. Не нужны мощные экскаваторы, горные комбайны, самосвалы. Покрывающая полезный пласт толща пород и плодородный почвенный слой остаются нетронутыми. Гораздо выше производительность труда и еще многие другие технические, экономические, социальные преимущества. Здесь месторождение пронзают скважинами. Через них по трубам направляют струи воды, которая разрушает, размывает ценную породу. Гидросмесь полезного ископаемого — пульпу — поднимают вверх эрлифтом. Другими словами, к зоне всасывания подают воздух. Он насыщает своими пузырьками размытую породу. Затем пузырьки несутся вверх, увлекая с собой частицы пульпы.

Есть у гидравлического способа один недостаток, который значитель-

но снижает его возможности. Радиус размыва и всасывания очень невелик. Чтобы извлечь полезное ископаемое по всей площади месторождения, нужна очень густая сеть скважин. Изобретены, правда, поворотные и телескопические насадки типа «хобот», которые увеличивают радиус добычи из каждой скважины. Однако бурение дополнительных скважин дорого, а использование даже новых устройств усложняет технику добычи и желаемого полного извлечения не дает. Более половины полезного ископаемого оставляют в недрах.

Так что об изобретении справедливо будет сказать: журнальная публикация спустила курок, взведенный ранее поиском решения этой технической проблемы.

Теперь, по крайней мере принципиально, решение выглядело вполне ясным. Полезный пласт вскрывают небольшим количеством скважин. Через скважины его населяют микроорганизмами и питательной средой. Чтобы газ, выделяемый «поселенцами», накапливался в пласте, скважины плотно забивают, тампонируют. Внизу закипает работа: крохотные микробы делают свое привычное, а теперь — и полезное дело. Спустя некоторое время скважины раскупоривают и откачивают новоиспеченный и драгоценный пливун.

Если микроорганизмы потрудились хорошо, то текучая, накачанная газом порода сама войдет в устье скважины. Постоянное и самостоятельное подтекание породы к зоне всасывания увеличит степень извлечения в полтора, а то и два раза.

Никакой особой техники новый способ не требовал. Да, почти ничего нового. «Почти» — целиком лежало на совести микробиологов. Предстояло найти в залежах полезного ископаемого бактерий-рудокоров, выделить самых трудолюбивых, определить для них комфортные условия; создать им рабочую обстановку и попутно решить еще массу биологических вопросов.

По договору с Государственным институтом горно-химического сырья в работу включилась кафедра биологии почв МГУ. Ее целью было изучить возможность придания пливунных свойств фосфоритовым породам, которые добывают на

Кингисеппском месторождении в Ленинградской области.

Из более чем тысячи штаммов бактерий — вероятных кандидатов в изготовители пливун — отобрали двести пятьдесят. Затем их количество сократилось до пятнадцати. Этим избранным вскармливали на мясо-пептонном бульоне с добавлением глицерина. Взбалтывали на качалке для создания хорошей аэрации, дабы бактерии при росте не испытывали кислородного голода. В сосудах поддерживали строго определенную температуру. Взлеянным таким образом, набравшимся сил бактериям устраивали экзамен.

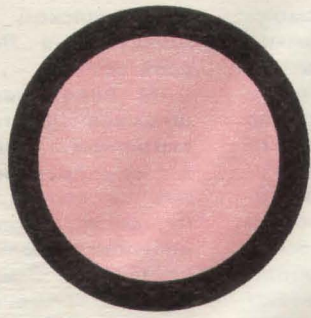
В кучу фосфорсодержащего песка поселяли колонию микроорганизмов с питательной средой. Кучу песка формовали в правильный, строгий конус. Через некоторое время конус превращался в толстый блин — он растекался. Свойства, присущие пливуну, были налицо. Возможность превращения фосфоритной руды в пливун была доказана. Кроме того, в самой руде Кингисеппского месторождения обнаружена своя богатая микрофлора.

И все же микробиологи выполнили лишь первый этап своей работы.

«Однажды журнальная публикация уже «сработала», не без ее помощи сделано изобретение учеными-горняками. Замечательно, если среди читателей окажется молодой микробиолог, который выберет для своей диссертационной работы такую тему: создание искусственных пливун для добычи полезных ископаемых. Тема очень важная, интересная и благодарная. Его исследования и дадут ответ на вопрос, вынесенный в заголовке статьи».

Так высказался Валентин Петрович Шевченко о дальнейшей судьбе изобретения. ● ● ●





## Трещины против трещин

В любом материале, особенно в металлических отливках, трещины нежелательны — они значительно ослабляют прочность готовых деталей и даже становятся причиной аварии. Поэтому металлические детали с трещинами, как правило, идут в брак. Как же бороться с этим бедствием? Надо использовать трещины против трещин!

Исследования, выполненные несколько лет назад в Институте физической химии АН СССР, привели к открытию поразительного явления — взаимодействия микротрещин в бетоне. Недавно двое западногерманских ученых из Института имени Макса Планка в Штутгарте, Н. Клауссен и Г. Петцов, экспериментально доказали, что микротрещины в керамике придают ей прочность стали и делают детали из нее более стойкими к внезапным механическим и термическим нагрузкам, что позволяет применять керамику в высокотемпературных турбинах, лопасти которых должны выдерживать нагревание до 1800 градусов Цельсия. Если из-за чрезмерного нагревания в керамической детали возникнет трещина, она тотчас же наталкивается на существующую микротрещину. При этом разрушающее усилие отводится в сторону, распределяется по большому объему и затухает. Правда, микротрещины в керамике должны быть расположены так, чтобы они не соединялись и не образовывали трещин побольше, которые могут привести к разрушению детали. Впервые такие микротрещины удалось получить в глинозёмной керамике, в которую добавлялись частицы двуокиси циркония. Примерно при температуре

1600 градусов в двуокиси циркония происходят фазовые изменения. При этом она растягивается и «взрывает» в окружающем ее глиноземе желаемые микротрещины.

## Чище не бывает

Японская научная экспедиция открыла в Антарктиде ледяной массив, внутри которого на небольшой глубине залегало 82 метеорита весом от четырех граммов до четырех килограммов. Их вырубали и с огромной предосторожностью запаковали в специальные контейнеры.



Рисунок Ю. Сарафанова

В чем же ценность этой находки? Открытие в Антарктиде представляет для ученых огромный интерес потому, что камни, попав в ледяной плен, не соприкасались с химическими соединениями, которые содержатся в грунте. Исследование этих метеоритов поможет разгадать многие тайны космоса.

## Вода вместо воздуха

Пескоструйные установки широко применяются в промышленности и строительстве. Песок, выбрасываемый сжатым воздухом из сопла аппарата, очищает литье от пригоревшей земли и брызг металла, освежает поверхность зданий. Пескоструйная обработка позволила, например, вернуть собору Парижской богородицы его изначальный белый цвет. Однако работают на таких установках обязатель-

но в масках — очень уж много пыли образуется при ударе песка о поверхность изделия или сооружения.

Специалисты одной из американских фирм создали пескоструйный аппарат, при работе которого пыль не образуется, так как песок здесь выбрасывается не сжатым воздухом, а водой.

## «Плавающий пол»

Плохая изоляция комнат — один из основных недостатков большинства новых зданий. Существует мнение, что повышенные требования к звуковой изоляции связаны с большими расходами. Специалисты из польского Института организации и механизации строительства доказали, что использование для изоляции дорогостоящих материалов не обязательно.

Основа звуковой изоляции комнаты — перекрытие, которое предохраняет нижний этаж от звука шагов и различных ударов. В этом отношении гораздо лучше обычных так называемые «плавающие полы», составленные из эластичных слоев, например древесноволокнистых плит, на которые свободно установлены бетонная плита и настил пола. Подобная звуковая изоляция не увеличивает строительных расходов. «Плавающие» полы отвечают акустическим нормам и очень благоприятно влияют на звукопоглощение стен. Так четырнадцатисантиметровые панельные стены, которые в нормальных условиях очень «шумны», в комбинации с «плавающим» полом отвечают допустимым границам — 48 децибелов.

## Наводнение предсказывает компьютер

В Будапеште на острове Чепель оборудована автоматическая электронно-вычислительная станция, которая должна своевременно сигнализировать о предстоящих наводнениях. Комплекс компьютеров обрабатывает данные, поступающие от контрольных приборов, которые смонтированы в районах рек Задва и Тарна. Приборы собирают и передают на станцию ежедневно от шести до восьми тысяч различных данных о количестве осадков, влажно-



Рисунок Ю. Сарафанова

сти почвы, температуре, уровне воды в реках и т. п. Благодаря этому станция может за сутки предупредить о резком повышении уровня воды на любом участке реки.

## Клей для трубопроводов

До сих пор поврежденные трубы газопроводов приходилось откапывать и заменять новыми.

Специалисты из ГДР создали оригинальный метод ремонта газопроводов. Под давлением в трубу впрыскивают эмульсию каучукового клея. Он заполняет отверстие и после высыхания образует плотный слой. Новый способ уже использован при ремонте 450-километрового трубопровода. Эффект от применения его исчисляется миллионом марок.

## Горючее из озера Киву

Озеро Киву, которое находится в Центральной Африке, возможно, станет важным источником получения горючего. Подсчитано, что в его воде содержится около 60 миллиардов кубометров метана, что по калорийности соответствует



Рисунок И. Ефремовой

60 миллионам тонн нефти. Ученые предполагают, что этот ценный газ производят бактерии, которые есть во всех озерах и болотах, содержащих много органических веществ и мало кислорода. Разработка этого уникального месторождения природного газа началась.

## «Муссон-77»

Ученые многих стран проявляют большой интерес к начавшемуся в 1977 году советско-индийскому эксперименту «Муссон-77». Изучение азиатских муссонов крайне важно для определения климатических особенностей в этом районе планеты. Сравнительно слабо еще изучены основные моменты, связанные с состоянием воздушных масс над западной частью Индийского океана, где зарождаются муссоны. Как раз в период их возникновения четыре советских и два индийских исследовательских корабля выполняют намеченную научную программу. Следующим этапом по изучению муссонов станет международный эксперимент «Монекс-79» с участием двадцати одной страны.

## Можно ли склеить сердце?

В последнее время для склеивания ран медики все чаще употребляют клей, который успешно заменяет грубую работу хирургической иглы и ниток. Излишне перечислять недостатки этого традиционного метода — наложение швов отнимает много времени, края раны не всегда плотно сходятся, остаются грубые рубцы. Это и вызывает все растущий интерес к хирургическому клею. В прессе непрерывно появляются сообщения то об одном из них, то о другом, однако эти клеи имеют один общий недостаток — все они синтетического происхождения и представляют собой чужеродное для человеческого организма вещество. Простекающие отсюда последствия очевидны.

Австрийским ученым удалось создать клей живой ткани из самой живой ткани. Препарат состоит из кровяного белка фибриногена, раствора другой составной части крови — тромбина и загадочного пока «фактора-13». Новый клей с успехом был применен при различных хирургических операциях и дал отличные результаты. Особенно удобен он при операциях на важнейших внутренних органах — сердце, почках, легких, ибо воспринимается «как свой» и после застывания раны полностью растворяется в организме.



# С деревьев — на землю

Когда мы смотрим на больших человекообразных обезьян, они предстают перед нами в искаженном виде, так как мы видим их глазами современного человека в обстановке настолько очеловеченной, что они кажутся гораздо более беззащитными, менее сообразительными и менее приспособленными, чем в действительности. И причина лежит не в них, а в окружающем мире. Он переменялся настолько быстро, что они не успели перемениться вместе с ним, и им нечего противопоставить вездесущему, стремительному, шумному, вооруженному ружьями, пожирающему дикую природу, сжигающему леса, загрязняющему атмосферу сопернику. В наши дни все виды человекообразных обезьян оттеснены в глухие уголки — их среда обитания неумолимо сокращается под натиском лесоруба, рудокопа, охотника и даже землемера: ведь там, где совсем недавно обезьяны качались на ветвях, теперь выросли поселки и города.

Когда в 1968 году мне довелось побывать в угандийском лесу Будонго, я особенно остро ощутил всю беспощадность этого наступления. Будонго — удивительное место: огромные деревья, сочная зелень и тишина, такая, что слышен свист крыльев, когда на ближнюю вершину опускаются птицы-носороги. Впрочем, тишина в лесу стоит только до тех пор, пока какая-нибудь орава обитающих там шимпанзе не примется оглушительно визжать, вопить и ухать, оповещая всех и каждого, что они отыскали инжирное дерево, все в спелых плодах. Но шум быстро стихает, и наблюдателю, притаившемуся внизу в надежде увидеть шимпанзе, начинает казаться, будто безмолвный лес необитаем. Шимпанзе, если только они не перебираются на новое место и не вопят, ведут себя поразительно тихо. Помню, как-то утром я лежал под кустом, рассчитывая, что шимпанзе, которые несколько минут назад поднимали невероятный гам, в конце концов направятся в мою сторону. Кругом царил полная тишина, и просто не верилось, что в какой-нибудь сотне метров от меня за непроницаемой завесой зелени 20—30 крупных животных спокойно занимаются своими обычными делами — едят, лазают по веткам, чешутся. До меня доносился только один звук: еле слышное, но пронзительное гудение. Это километрах в пяти отсюда работала лесопильня. Лес Будонго — государственная собственность, и в нем идет планомерная добыча древесины. Я лежал и думал, различают ли шимпанзе этот звук или, давно свыкшись с ним, обращают на него не больше внимания, чем на жужжание насекомых.

Отрывок из книги американского ученого Мэйтленда Иди «Недостающее звено», посвященной проблемам, связанным с возникновением человека. Книга выходит в издательстве «Мир».

В листья позади меня раздается шорох. Я осторожно поворачиваю голову и вижу прямо перед собой гуттаперчевую морду, всю в тревожных морщинах. Ясные карие глаза заглядывают в мои и вдруг исчезают — словно Чеширский Кот в «Алисе в Стране Чудес». Невозможно уловить ни малейшего движения, но передо мной вновь нет ничего, кроме зеленой завесы листьев. По-видимому, остальные шимпанзе оповещаются о моем присутствии — полчаса спустя я слышу их вопли гораздо дальше.

Тревожные морщины? Они есть у всех шимпанзе — то есть морщины. Тревожными же они показались мне, человеку XX века, который знает, что у шимпанзе есть причины для тревоги. А сами они живут в этом лесу без забот и тревог, как будут жить и дальше, если оставить их в покое. Здесь их родной дом. И они будут по-прежнему процветать тут... если их оставить в покое. Когда я вспоминаю все это и заставляю себя взглянуть на шимпанзе как на хозяина здешних мест, он перестает казаться беззащитным и жалким. Отодвигте человека в прошлое на несколько миллионов лет, отберите у него все то, что сейчас стало угрозой для шимпанзе, и пропасть между ним и человекообразными обезьянами уменьшится. Возможности человека сократятся, обезьян — увеличатся. Особенно ясно это стало теперь, когда труды таких знатоков, как Гудолл, Фосси или Шаллер, открыли нам, насколько сложны и тонки законы, управляющие сообществами приматов.

Держа все это в уме, мы теперь можем вернуться в те времена, когда людей еще не было вовсе, и рассмотреть приматов в целом, чтобы попытаться понять, почему не полуобезьяны и не низшие обезьяны, а человекообразная обезьяна — причем только



одна — пошла путем, на который не вступил никакой другой примат. Для начала нам следует разобраться в способах передвижения приматов, когда они все еще обитали на деревьях. Именно в различии этих способов, возможно, и скрыт первый ключ к загадке эволюции гоминидов.

Маленькие крысоподобные насекомоядные зверьки, которые взобрались на деревья 75 миллионов лет назад, передвигались по ним примерно так же, как современные белки. Но те, кто затем развился в подлинных приматов, претерпели довольно быструю эволюцию. Лапы у них превратились в руки с цепкими пальцами, способными крепко хвататься за ветку. У некоторых групп выработался медленный, но надежный способ передвижения «на четырех руках», для которого характерна сильная хватка, не соразмерная с величиной тела.

В другом способе передвижения все большую роль стали играть прыжки и цепляние. Некоторые древние полуобезьяны были замечательными прыгунами. Они обладали длинными нижними конечностями — в пропорции к остальному телу такими же длинными, как у кенгуру, — и очень короткими передними конечностями. Почти все они были маленькими, как и иные из живущих видов, — филиппинский долгопят, например, размерами не превосходит котенка.

Но с течением времени многие полуобезьяны стали крупнее. Почему именно, пока еще не установлено, хотя у всех видов естественный отбор, как правило, благоприятствует появлению относительно крупных особей, за исключением тех случаев, когда малые размеры обеспечивают явные преимущества. Так, крупные агрессивные самцы в борьбе за самку находят в более выгодном положении, чем их соперники помельче. Кроме того, становясь крупнее, полуобезьяны уже могли не опасаться небольших змей и хищных птиц. Собственно говоря, подобные враги содействуют укрупнению особей в популяции, поскольку истребляют в основном мелкие экземпляры, которые в результате не дадут потомства.

Однако увеличивающийся рост несет с собой свои проблемы. Крупное тело труднее укрыть. Оно требует больше пищи. Если такое животное питается плодами или молодыми листьями и побегами, растущими на тонких ветках, обязательным становится момент, когда дальнейшее увеличение роста утрачивает свои преимущества, поскольку животное уже не может добираться до самой лучшей пищи. Короче говоря, для каждого образа жизни существует свой оптимальный рост. Если естественный отбор тем не менее ведет к увеличению роста, это может привести к изменению образа жизни, и прыгун преобразуется в «доставалу» с гораздо более длинными передними конечностями.

Более длинные руки позволяют примату держаться одновременно за три-четыре тонкие ветки, распределяя таким образом свой вес между ними всеми. Особую важность приобретают цепкие пальцы с плоскими ногтями — когти годятся для маленьких лазающих животных, но не для более крупных.

И вот в олигоцене, около 40 миллионов лет назад, появляются более крупные, более тяжелые, но более проворные приматы с более длинными и ловкими руками. Их пищевые предпочтения расходятся, и они расселяются по разным участкам леса, по разным деревьям и даже по разным ярусам одного и того же дерева. Некоторые из длинноруких приматов превратились в четвероногих и свободно бегали по веткам на всех четырех лапах. Это были низшие обезьяны. Другие, чьи руки удлинились еще больше, предпочитали тянуться, карабкаться и перебираться с ветки на ветку, повисая на руках. Это были человекообразные обезьяны.

Различие между передвижением на четырех конечностях и брахиацией (так назы-



валяется способ передвижения на руках, свойственный человекообразным обезьянам) может показаться не столь уж принципиально важным. На самом же деле значение его огромно. Хотя низшие обезьяны способны сидеть довольно прямо, а некоторые иногда стоят на задних конечностях, настоящая прямая осанка им не свойственна. Для передвижения они опускаются на все четыре конечности. Они обладают отлично развитыми пальцами на руках и ногах, но по веткам ходят, опираясь на ладони, и, хотя хватают предметы они с большой ловкостью, при беге им приходится все бросать.

Человекообразные обезьяны, которые лазают, раскачиваются на ветках и хватаются за них, обладают заметно более прямой осанкой, чем низшие обезьяны, и движения рук у них много свободнее.

Чем прямее осанка, чем разнообразнее движения рук, тем легче животному сидеть, стоять и хвататься за что-нибудь и тем чаще оно использует руки. Руки обретают все больше возможностей брать, срывать, держать, ощупывать, носить. Чем чаще рука производит эти действия, тем лучше она их выполняет. Шимпанзе, как обнаружила Джейн Гудолл, способен пальцами ободрать листья с веточки — то есть сделать орудие. Затем шимпанзе ловко засовывает изготовленный таким способом тонкий прут в термитник через узкий ход и слизывает вцепляющихся в прут термитов. Эта поразительная операция требует не только точных и умелых действий довольно высокого порядка, но и сообразительности. Другими словами, возрастающая роль руки оказывает эволюционирующее воздействие на мозг — он становится больше.

Это доказывается тем, что человекообразные обезьяны, чьи руки освобождены благодаря почти прямой осанке, которую они способны принимать, заметно сообразительнее низших обезьян — ведь у этих последних руки хотя и достаточно ловки, но используются относительно мало из-за способа передвижения на четырех конечностях и в результате не столь активно стимулируют деятельность мозга.

Так-то оно так. Человекообразные обезьяны обладают начатками прямохождения. Они сообразительнее низших обезьян и чаще пользуются руками. Почему же не все они стали людьми? Вопрос этот крайне сложен. Все четыре сохранившихся до наших дней вида человекообразных обезьян — гиббоны, орангутаны, шимпанзе и гориллы — стали крупнее, чем были когда-то, причем, кроме гиббонов, гораздо крупнее. И у всех них руки стали длиннее, особенно у гиббонов и орангутанов.

Гиббоны и орангутаны обитают в Азии. Наблюдения и экспериментальные исследования, в том числе генетические, выявляют у них поразительные отличия от африканских шимпанзе и горилл. Собственно говоря, они гораздо меньше похожи на шимпанзе, чем человек. Это указывает на очень давнее разделение, которое произошло задолго до того, как разветвились линии человека, гориллы и шимпанзе, и даже может считаться еще одним доводом в пользу общего африканского происхождения этих трех видов, состоящих в более тесном родстве.

Для гиббона и орангутана в наши дни характерно то, что они ведут почти полностью древесный образ жизни. Миллионы лет лазания, раскачивания на ветках и питания исключительно плодами лесных деревьев выработали у них крайне выраженную древесную специализацию. Оказываясь на земле, они передвигаются медленно и неуверенно. На деревьях же они великоплены, причем каждый по-своему. Гиббон — прирожденный воздушный гимнаст: он повисает то на одной, то на другой ветке, раскачиваясь, как сорвавшийся со стопора маятник, и внезапно описывает в воздухе головокружительную дугу, хватаясь за следующую

ветку только для того, чтобы тут же перелететь на третью. Любой гиббон способен за две секунды пролететь по всей длине вагона метро, перехватившись не больше трех-четырех раз. Для гиббона руки и кисти — это все. Пальцы у него удлинены и служат мощными крючьями, чтобы хвататься за ветки. В результате такой специализации пальцев гиббон по сравнению с остальными человекообразными обезьянами обладает наименее ловкими руками — и самым маленьким мозгом.

Орангутан совершенно не похож на гиббона. Он гораздо крупнее: взрослый самец-оранг весит более 70 килограммов, в то время как гиббон — каких-нибудь 5—7 килограммов. Совершенно очевидно, что животное таких размеров не приспособлено к тому, чтобы стремительно летать по ветвям. Однако благодаря на редкость цепким пальцам не только передних, но и задних конечностей, которые он способен протягивать в любых направлениях (собственно, его с полным правом можно назвать четвероруким), орангутану, как он ни крупен, доступна практически любая часть дерева.

Ясно, что гиббон и орангутан эволюционировали совершенно не в том направлении, которое могло бы привести к очеловечиванию их потомков. Оба они настолько специализированы для жизни на деревьях, что любые дальнейшие изменения могут привести только к еще большей специализации.

Гориллы и шимпанзе, с другой стороны, не пошли «чисто древесным» путем. Специализация горилл, если это можно назвать специализацией, проявлялась в увеличении размеров и в переходе от питания плодами и листьями к более широкому ассортименту, включающему молодую кору, старые листья, корни, бамбуковые побеги и разные травянистые растения.

Эти два направления в специализации гориллы сопутствуют друг другу. Спускаясь на землю за кормом, горилла может ничего не опасаться, потому что она — крупное и сильное животное, и хищники предпочитают обходить ее стороной. Но оттого, что она крупна и сильна, ей требуются большие количества грубой зелени, которой изобилуют места ее обитания. Современную гориллу можно назвать «бывшим брахиатором». Она сохраняет весь аппарат, необходимый для лазанья и хватания, — у нее остались ловкие пальцы, сметливый мозг и длинные руки обезьяны-брахиатора, но она слишком громоздка, чтобы передвигаться по ветвям с помощью рук. Молодые гориллы смело резвятся на деревьях, но их родители на это не способны. Они, в сущности, почти наземные животные. Гориллы обрели на земле очень удобную экологическую нишу, и необходимость в дальнейшей эволюции для них исчезла. Они, так сказать, слоны мира приматов и, подобно слонам, могут никого не опасаться, кроме человека.

Из всех крупных человекообразных обезьян наименее специализированы шимпанзе. В смысле величины шимпанзе представляют собой удачный компромисс — они не так крупны, чтобы это мешало передвижению по деревьям, и достаточно крупны, чтобы противостоять наземным хищникам, тем более, что живут они группами. Поэтому шимпанзе чувствуют себя дома как на деревьях, так и на земле. Хотя они все еще питаются плодами, главным образом спелыми фигами, но способны есть самую разнообразную пищу, которую находят на земле, включая и мясную — птичьих яйца и птенцов, насекомых, ящериц и небольших змей, а иногда даже лакомятся молодым павианом или диким поросенком.

Обладает ли шимпанзе большей врожденной сообразительностью, чем горилла, сказать трудно, так как гориллы пока изучены очень мало, но, судя по имеющимся сведениям, пальма первенства тут принадлежит шимпанзе. И безусловно, он кажется гораздо мысленнее благодаря своему характеру.

Шимпанзе общительны, любопытны, дружелюбны. Они любят нравиться. Эта черта, вероятно, связана с системой группового поведения, которая у них выработалась. Групповой образ жизни чреват потенциально опасными столкновениями, и шимпанзе должны были выработать способы их предотвращения. Они достигают этого умиротворяющими позами, жестами и прикосновениями. «Я очень хороший, — словно бы заявляют они. — Вот посмотрите, и сами увидите».

Кроме того, шимпанзе — отличные и очень наблюдательные имитаторы. Динамичный и свободный характер их сообщества содействует развитию этой черты. В качестве орудий шимпанзе применяют не только прутья, но и камни, которые, в частности, используют для разбивания орехов. Когда им угрожают, они бросают в сторону врага ветки и камни, размахивают толстыми сучьями. Они используют разжеванную траву или листья в качестве губки, чтобы собирать воду, и бьют ладонями по досковидным корням тропических деревьев, словно в барабаны.

Гориллы по сравнению с ними кажутся медлительными, замкнутыми животными. Они редко вступают в драки. Их огромная физическая сила как бы сбалансирована характером, главные черты которого составляют сосредоточенность в себе, терпимость и своего рода хмурая отчужденность — все эти свойства препятствуют им калечить друг друга. Насколько известно, гориллы орудиями не пользуются — только в возбуждении кидают листья и ветки.

Мы можем предположить, что сообщества горилл и шимпанзе, какими мы их знаем, существуют уже миллионы лет. Почему медлительная горилла стала флегматичным вегетарианцем, понять нетрудно. Сложнее, на первый взгляд, разобраться в том, почему не стал человеком шимпанзе, чьи особенности как будто совпадают с теми, которые у другой спустившейся с дерева человекообразной обезьяны преобразились в человеческие свойства.

Но стоит задуматься — и тот факт, что шимпанзе не поднялся выше по эволюционной лестнице, утратит таинственность. Современный шимпанзе воплощает в себе результаты уже знакомого нам процесса видообразования, постепенного разделения единой популяции на подпопуляции, развивающиеся в чуть разных направлениях и в конце концов получающие возможность занять разные экологические ниши! Предположим, что процесс этот начался с неспециализированной человекообразной обезьяны, несколько напоминающей шимпанзе. Она, возможно, чуть меньше шимпанзе, руки у нее чуть короче, и она заметно более всеядна, а потому более склонна кочевать в поисках корма. Иначе говоря, перед ней открыт мир, и она может двинуться в любом из нескольких направлений.

Если в местах ее обитания много лесов, изобилующих фиговыми деревьями, соблазн не спускаться на землю, а специализироваться на поедании древесных плодов и передвижении с помощью рук будет очень силен. Я написал «соблазн», но это вовсе не значит, что обезьяны станут сознательно что-то выбирать. Они просто будут жить поколение за поколением, слепо делая то, что легче.

Но в другой области или в другую эпоху среда обитания может оказаться несколько иной — меньше плодов на фиговых деревьях, зато на земле много семян, ягод, клубней, насекомых и другой пищи. Такая среда могла дать толчок развитию животного с несколькими иными обликом и повадками. Обитающие на деревьях брахиаторы передвигаются главным образом с помощью рук. Тем, кто живет на земле, требуются более сильные ноги, чтобы ходить. Если, живя на деревьях, они давно уже научились сидеть, стоять выпрямившись и висеть, то скорее всего и на земле они часто вставали и выпрямлялись — например, чтобы осмотреть-



ся среди высокой травы (как это делают и сейчас некоторые низшие и человекообразные обезьяны), а может быть, и просто для того, чтобы перейти на другое место.

Поскольку эти человекообразные обезьяны уже обладали руками, хорошо приспособленными для держания, у них имелась дополнительная причина ходить на задних конечностях, так как это обеспечивало наилучший способ переноски пищи. А если они, как современные шимпанзе, уже начинали пользоваться камнями, прутьями и ветками, то, возможно, носили эти простейшие орудия с собой, что также заставляло их все больше времени оставаться на задних конечностях.

Могло ли все это в конечном счете привести к появлению прямоходящего, сметливого шимпанзе с большим мозгом и начатками материальной культуры?

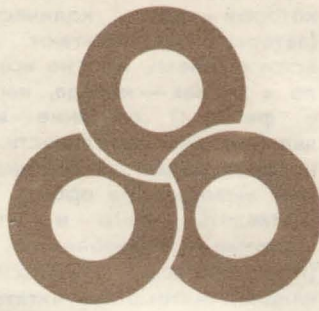
Теоретически говоря—да, могло бы, если бы мы и прямоходящих потомков прямого предшественника шимпанзе также называли бы «шимпанзе». Но мы так не делаем: этого прямоходящего потомка мы называем «австралопитеком», а шимпанзе для нас—это пожиратель фиг, оставшийся на деревьях.

Протошимпанзе и протоавстралопитек, возможно, некоторое время даже делили одну среду обитания, но, претерпевая медленный процесс разных эволюционных изменений, постепенно оказались разделенными прежде всего поведенческими особенностями, а потом и географическими барьерами. Мы никогда не узнаем, что именно послужило толчком к тому, что эволюция их пошла в разных направлениях. Объяснение может быть самым простым: среди любителей фиг наиболее сильные и ловкие пожиратели плоды настолько жадно, что, сами того не подозревая, способствовали появлению линии человекообразных обезьян, которым легче было жить на земле, чем выдерживать конкуренцию с этими здоровяками на деревьях.

Как уже не раз говорилось, все эти процессы были невообразимо медленными, и те, кто претерпевал изменения, ничего о них не знали и никак им сознательно не содействовали. Не было человекообразной обезьяны, которая в один прекрасный день «решила» бы, что ради своего будущего ей лучше спуститься на землю и порвать отношения с собратьями, которые остаются на деревьях. На самом же деле в течение неизмерно долгого времени развивалась линия человекообразных обезьян, которые постоянно искали пищу на земле и мало-помалу приобрели физические и поведенческие особенности, наиболее подходящие именно для такого образа жизни. Шимпанзе же остался—как остается и теперь—длинноруким пожирателем фиг. Он так по-настоящему и не расстался с деревьями. Ему и на них было хорошо.

Подведем итоги: решающим, по-видимому, был выбор момента. Нельзя спуститься с деревьев слишком рано, еще четвероногой обезьяной—иначе так и останешься четвероногой, что, например, произошло с павианами. Надо выждать, пока ты не научишься хватать и лазать, пока у тебя не разовьются начатки прямой осанки и умение пользоваться руками. Но и ждать слишком долго тоже не стоит—или ты станешь брахиатором (вспомним, что произошло с гиббонами и орангутанами—из-за своих непомерно длинных рук они теперь навеки прикованы к деревьям). Надо выбрать правильный момент до того, как ты прочно обоснуешься в конкретной экологической нише, и оказаться первой обезьяной, которая сумеет заняться на земле чем-то новым. Вот так ты найдешь там для себя законное место. Вот так ты станешь человеком. Другие, у кого была такая возможность, слишком замешкались, а потом пошли в несколько ином направлении—и стали шимпанзе и гориллами. ●

Перевела с английского И. ГУРОВА



## Читатели о книгах

## Наши соседи

Бытует мнение, что рост городов, все увеличивающееся окультуривание сельскохозяйственных угодий и прочая деятельность человека теснит весь животный мир. Однако во многом это не соответствует действительности. Некоторые виды животных, в том числе пернатые и млекопитающие, не только приспособляются к деятельности человека, но и переселяются в новые географические районы, увеличиваясь в численности благодаря культурным ландшафтам.

Всем известны птицы, тысячами соседствующие с человеком,—ласточки, воробьи, аисты, голуби, а также различные виды летучих мышей, облетающие сады и поля от сельскохозяйственных вредителей.

В последние десятилетия там, где человек заботится об охране окружающей среды, его непосредственными соседями стали фазаны, куропатки, перепелки—хороший пример тому Чехословакия. У нас в подмосковных лесах обычным обитателем становится лось, заглядывающий иногда даже на городские улицы. Все чаще поселяются в городах белки. Там, где архитекторы предусматривают в современных зданиях специальные ниши для гнезд, поселяются ласточки, стрижи, дрозды, скворцы, белые трясогузки, синицы и другие птицы.

Во многих городах Западной Европы в парковых водоемах или на крышах домов обитают кряквы. В Московском ботаническом саду живут рябинники, щеглы, зяблики; в кустах сирени на площади Свердлова и на Ленинских горах можно услышать соловьев. В центре Алматы селятся черные дрозды и многие другие птицы, а в пригородной зоне остаются пока бурндуки и барсуки.

Даже такие животные, как ласка, куница-белодушка, горностай, все чаще внедряются в городской ландшафт, не говоря уже о грызунах, включая крыс, которые всегда были обитателями человеческих поселений.

Окультуренные ландшафты—поля, сады, сельскохозяйственные угодья—заселяют и приспособляются к ним удода, хохлатые жаворонки, сорокопуть, тювики, иволги, кольчатые и малые горлицы, чибисы. Земноводные—жерлицы, жабы, лягушки—давно уже освоили преобразованный человеком ландшафт. Сейчас идет процесс внедрения в него ящериц, серых хомячков, среднеазиатских черепах, обитающих, в частности, в Кызыл-Ординской области.

Однако не все виды животных способны самостоятельно внедриться в человеческую среду обитания. Некоторым из них нужны островки относительно неизменной природы—кустарники, заросшие овраги, небольшие участки леса, межвыевые непаханные полосы—для выведения потомства и укрытия в неблагоприятное для них время суток. Механизмы приспособительной реакции животных к новой среде обитания велики, но не безграничны. Человек должен помогать этим животным и проявлять о них заботу, разумеется, зная их жизнь и повадки.

О направленности природных процессов в различных культурных ландшафтах, о приспособительных реакциях животных на изменение их среды обитания человеком читатель и узнает из книги «Животные культурных ландшафтов», выпущенной издательством «Мысль». Авторы ее—Н. А. Гладков и А. К. Рустамов.

Б. ГУРЖИЙ,  
преподаватель Кызыл-Ординского педагогического института имени Н. В. Гоголя

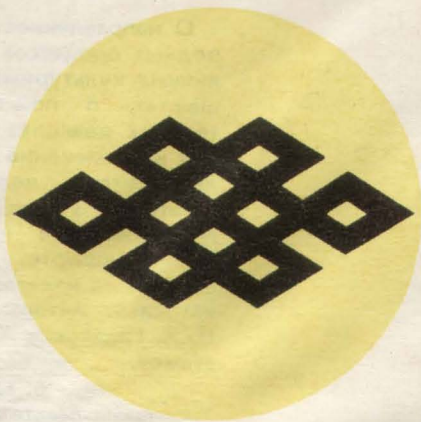
Уважаемый товарищ Темчин!

В журнале «Знание—сила» № 3 за 1977 год опубликована ваша статья «Двигатель, которого так долго ждали». Меня как окулиста заинтересовала в этой статье информация о металлокерамическом магните, созданном, как я понял из статьи, в ЭНИМС. Мы давно ищем такой, более сильный, чем обычные, магнит, ибо на его базе можно создать оригинальный, малого веса и габаритов магнит для удаления инородных тел из глаза. Пока в офтальмохирургии для этой цели применяются либо гигантские электромагниты, либо магниты постоянного тока, которые не обладают нужными нам качествами. Нельзя ли договориться с ЭНИМС о высылке нам небольших образцов нового магнита (так сказать, отходов от «моторного производства») или еще лучше—о совместном конструировании и изготовлении интересующего нас инструмента? Помимо снижения веса и уменьшения габаритов, этот магнит может быть сделан так, что его действие будет проявляться только в нужный офтальмохирургу момент. Мы пытались создать такой инструмент совместно со Свердловским институтом физики металлов, но их магнитный сплав оказался слабее, чем нужно нам, хотя предложенная нами конструкция прибора в целом себя оправдала.

Сильный, небольших размеров и веса, удобной формы, с возможностью управления тянущим действием, постоянный глазной магнит нашел бы самое широкое применение в любом глазном кабинете и стационаре.

Г. СТАРКОВ,  
доктор медицинских наук,  
профессор  
г. Новокузнецк





М. Высотский

## Неладно что-то в математическом королевстве

Время от времени то одна, то другая наука попадает в поле зрения общественности — вспомним биологию (с ней это было не раз), физику, ранее — астрономию. Обычно это случается тогда, когда в недрах этой науки набухают конфликты, для лечения которых недостаточно средств самой науки. Похоже, что сейчас такой поворот судьбы ожидает математику. Судите сами, если два инженера, специалиста по механике, и один математик выпускают острополюмическую книгу\*, где ссылаются на созвучные им высказывания десятков коллег, значит, действительно что-то неладно в государстве, судьбы которого вершит властвующая ныне королева точных наук. И полемика неизбежно выплескивается за рамки математики как таковой — слишком много людей сейчас заговорило математическим языком, чтобы наука эта сумела сохранить свою герметичность.

Математика — это сейчас собирательное название целого букета дисциплин, которые весьма условно можно поделить на «чистую» и «прикладную» математику. Задача чистой — получать некоторые логические построения, опираясь на минимальное число предпосылок. При этом используется строгий, дедуктивный метод доказательства, требования к которому за последнее столетие ужесточились до нетерпимости. И с другой стороны, параллельно развивалась иная

«прикладная» математика, задача которой — дать количественное (авторы предпочитают термин «структурное», ибо не всегда дело в числах — иногда, например, в фигурах) описание каких-то явлений действительности. Именно прикладная математика помогает выводить на орбиту ракеты, составлять планы и управлять станками — подробнее о многих (но не обо всех!) профессиях прикладной математики читатели могут узнать из книги — в отличие от многих других посвященных математике книг эта написана весьма доступно.

Пока еще конфликта не видно: мало ли наук в последнее время дали сторонние побеги? Однако дело осложняется несколькими обстоятельствами. С одной стороны, обширная группа специалистов отказывает прикладной математике в праве на существование, требуя от прикладников того же уровня строгости, который достигнут для «чистой» математики, и в то же время проповедуя право математики быть вне каких-либо приложений, — это уже с другой стороны. Авторы цитируют крупнейшего французского математика Ж. Дьедонне: «Современная математика в основе своей не имеет какой-либо утилитарной цели, а представляет собой интеллектуальную дисциплину, практическая польза от которой сводится к нулю... Математика — не более, чем «роскошь», которую может позволить себе цивилизация». Вот так! Выходит, стоит ученому подумать о приложениях — и он уже отлучен от современной математики. Авторы замечают по этому поводу: «Грустно, что это говорит человек, являющийся одним из руководителей группы «Бурбаки», оказывающей значительное влияние на современную математику». По-видимому, наибольшее неодобрение у них вызывает не суть этого высказывания — современная цивилизация позволяет себе и более обременительные роскоши, чем упомянутая, — а крохотная обмолвка: Ж. Дьедонне говорит не о «чистой» математике, а о математике вообще, явно не оставляя места под солнцем какой-то другой математике, в которой вместо строгих дедуктивных умозаключений используются «рациональные рассуждения» (как их называют авторы), где рядом с логикой остается место интуиции и домыслу, где не заботятся о формальной строгости, но зато и не порывают легко с почвой фактов. Авторы настаивают на том, что «...физики, инженеры-теоретики, среди которых, бесспорно, имеется немало неглупых людей, применяя математику, уклоняются от строго дедуктивного пути», и правильно делают! Более того, в отсутствие строгости, характерном для современной «прикладной» математики, они видят «источник особой силы».

По-видимому, ситуация представляется авторам тревожной, и они используют все средства, чтобы доказать неоправданность претензий чистых математиков на исключительное право представительства от имени всей математики. Неудивительно, что стро-

гие рассуждения соседствуют в книге как со сравнительно безобидными анекдотами, так и с едким сарказмом, литературными ассоциациями — они бросают вызов даже самой форме математической публикации, в которой мы привыкли видеть пугающие своей холодностью цепочки теорем.

Но не следует думать, что книга агрессивна только по отношению к «чистой» математике. Переходя к предмету «прикладной» математики, авторы бескомпромиссно не минуют и ее язв. Вот одна из них — малоэффективное использование компьютеров. «Вообще характерной чертой многих людей, только что освоивших технику работы на ЭЦВМ и пораженных ее мощностью, является стремление получить как можно большее количество численных результатов». Что и говорить, черта похвальная! Ее неожиданное воплощение я увидел в надписи на ларьке для сбора бумажной макулатуры. «Бумага из-под машин не принимается, она не ваша, а государственная», — могла прочесть очередь скучающих книголюбов.

К сожалению, из-за того, что под конец книги стиль становится тяжеловатым, читатель-неспециалист может не одолеть последней части, посвященной вопросам преподавания математики, — и много потеряет! Дело в том, что если в области научных исследований наблюдается крен в сторону чистой математики, то, по мнению авторов, в преподавании ее роль скорее следует назвать засильем. Достаточно выслушать тех, чью точку зрения на этот счет авторы разделяют. Академик Л. Д. Ландау: «Я категорически считаю, что из математики, изучаемой физиками, должны быть полностью изгнаны теоремы существования, слишком строгие доказательства и т. п.». Академик В. В. Новожилов, автор послесловия к книге: «Помимо опасности формализации преподавания математики будущим естествоиспытателям или инженерам, наметилась не менее серьезная опасность формализации преподавания математики в средней школе». В самом деле, школьников сейчас учат в основном доказывать теоремы, и они часто оказываются беспомощными в создании простейших количественных моделей явлений. В других задачах, хотя и фигурируют реалии, но в странном и экзотическом наряде — примером может служить пресловутая задача о бассейнах. Что касается высшей школы, то после ее окончания, как правило, «чистым математикам приходится проходить мучительную перераспределительную ориентировку. Все это иногда порождает у молодых людей неудовлетворение своей работой и своей судьбой... желание перейти на другую работу, где можно было бы спокойно доказывать теоремы».

Написана необычная книга — в ней много такого, что найдет интересным и верным (или интересным и неверным, что также полезно) самый разнообразный читатель.

В. Толстихин

## Выбор облегчит природа

РЕФЕРАТЫ

Из всех известных на сегодняшний день внегалактических радиоисточников квазизвездные, или, как их стали сокращенно называть, квазары, безусловно являются самыми мощными. И хотя в 1960 году, когда был открыт первый квазар, прошло немало времени, астрофизики так и не пришли к единому мнению о том, что является источником излучения квазаров.

А задуматься есть над чем: мощность излучения квазаров составляет  $10^{47}$ — $10^{48}$  эрг в секунду, что в 1000—10 000 раз превышает энерговыделение всей нашей Галактики. И это при размере области светимости около  $10^{15}$ — $10^{16}$  см, то есть чуть больше размеров Солнечной системы.

Сейчас наиболее популярны три модели активности квазаров, отмечает советский астрофизик, доктор физико-математических наук Л. М. Озерной в своей статье, посвященной этой проблеме («Успехи физических наук», том 120, выпуск 2, 1976 год). И похоже, что сама природа пытается облегчить нам выбор единственно правильной.

Дело в том, что яркость квазаров не остается постоянной во времени, а периодически изменяется примерно на 30 процентов за несколько месяцев. На эти колебания яркости накладываются более медленные, с периодом от одного до нескольких лет. Подобная периодичность в яркости излучения отмечена у всех без исключения квазаров и является уже бесспорным экспериментальным фактом. Так что справедливость каждой предложенной гипотезы

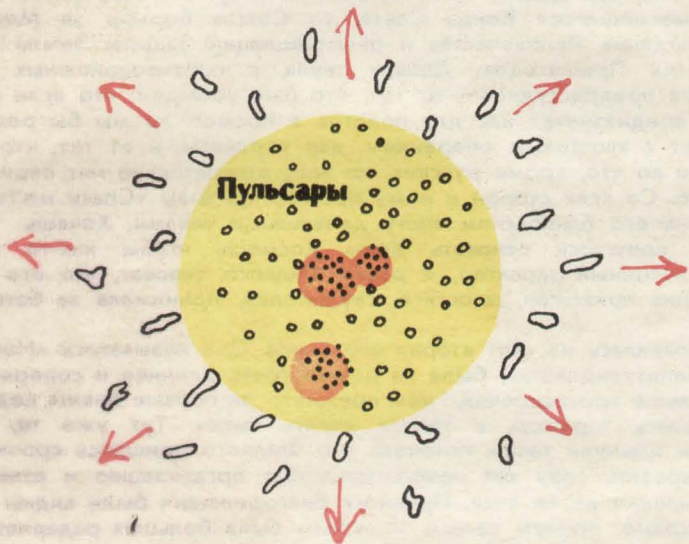


можно проверить, сопоставив рассчитанную для нее периодичность с уже известными данными.

Модель компактного звездного скопления основана на предположении, что энергия излучения выделяется в результате столкновения звезд. Такие столкновения могут приводить к взрывам сверхновых звезд и образованию пульсаров — вращающихся

слоем плазмы. В плазме возникают потоки релятивистских (движущихся со скоростями, близкими к скорости света) электронов, которые, взаимодействуя с магнитным полем, генерируют мощные электромагнитные волны.

И, наконец, еще одна модель источника энергии квазаров (эта гипотеза выдвинута автором статьи Л. М. Озерным) —



ся нейтронных звезд, которые излучают мощные радиоволны в узкий телесный угол. Но чтобы излучение системы пульсаров обладало периодичностью, надо предположить, что они как-то связаны между собой и очень согласованно, дружно испускают энергию в пространство. Как-либо физических оснований для такого предположения пока нет. Поэтому модель связанных пульсаров, очевидно, неприемлема с точки зрения периодичности.

Энергию, излучаемую квазарами, можно также попытаться объяснить преобразованием кинетической энергии звезд, высвобождающейся при столкновениях. Но столкновения звезд в компактном скоплении безусловно случайны, и, стало быть, о какой-то периодичности в яркости излучения говорить в этом случае нет смысла.

Логичнее всего предположить, что источником энергии в квазарах может быть некоторая сильно связанная система, в идеале — единое тело. На этом пути мыслимы две возможности.

Первая из них и очень привлекательная своей простотой — идея сверхмассивной черной «дыры», окруженной толстым

массивное вращающееся магнитно-плазменное тело — магнитоид.

В ходе гравитационного коллапса плотного звездного скопления в центре Галактики может образоваться массивный сгусток разогретого вещества. Взаимодействуя с возникшим в этом сгустке колоссальным магнитным полем, вещество — а в основном это заряженные частицы плазмы — излучает энергию в виде электромагнитных волн огромной мощности.

Вращение плазменного сгустка — магнитоида естественным образом объясняет периодичность. Более того, эта модель дает оценки, которые совпадают с данными, наблюдаемыми для периода, массы и мощности многих квазаров.

Как известно, только эксперимент может высказать истинность той или иной теории. В этом смысле идея магнитоида пока удовлетворяет всем опытным данным. Совпадение модели, основанной на гравитационных свойствах «черной дыры», с наблюдениями несколько хуже, но все же имеет место. Так что окончательный ответ на вопрос об источниках активности квазаров смогут дать только новые наблюдения.

ПОНЕМНОГУ О МНОГОМ

## Там, где рождается земная кора

Бесконечной грядой змеится по дну океана подводный Срединно-Атлантический хребет. Это не только один из крупнейших географических объектов нашей планеты, но и один из наименее изученных.

Поэтому с таким интересом ждали геологи, геотектонисты, сейсмологи и геофизики результатов экспедиции, предпринятой в район этого хребта американским научно-исследовательским судном «Гломар Челленджер». Судно это снабжено бурильной установкой, позволяющей ему «прогрызть» скважины в дне океана в местах, где его глубина достигает тысяч метров.

Десять таких скважин пробурили ученые с борта «Гломара Челленджера» в водах Атлантики, между Исландией и Азорскими островами. Чтобы получить желаемые колонки донного грунта, нужно было точно попасть в подводный «островок» диаметром чуть более полукилометра, лежащий среди крутых и скалистых вершин на гребне хребта. Лишь после одиннадцатой попытки бурильщикам удалось найти подходящее место, где осадочные породы хорошо держали бур и он смог углубиться на 40 метров в твердые породы ложа океана.

Интерес ученых к Срединно-Атлантическому хребту не столько «чисто географический», как к любому малоизученному объекту на нашей теперь уже обжитой планете, сколько геолого-геофизический. Дело в том, что вся мировая система подводных океанических хребтов считается тем местом, где из недр Земли на поверхность вечно поднимаются расплавленные глубинные породы, где рождается молодая земная кора, сменяющая древние ее плиты, медленно погружающиеся в прибрежных районах океанов. По крайней мере, так считают многие сторонники гипотезы дрейфа континентов.

В одной из точек Срединно-Атлантического хребта удалось напасть на невиданно молодой слой земной коры. Конечно, слово «молодой» у геологов и геофизиков имеет свое значение. В данном случае поднятым породам, как оказалось, исполнилось всего миллион лет. Но ведь за восемь лет экспедиционных работ этого уникального судна во всех бассейнах Мирового океана наименее древние образцы были втрое старше, чем нынешний. Значит, недаром утверждает теория новой глобальной тектоники, что подводные хребты — место, где земная кора обновляется...

Очень интересное место — Исландия. Это, по существу, ог-

ромная гора в системе Срединно-Атлантического хребта, вышедшая на поверхность. Конечно, сейсмологи, геологи, геофизики уже пользовались такой редкой возможностью, изучая на суше вулканы, землетрясения, строения горных пород этой страны гейзеров и ледников. Однако главные ее секреты прячутся все-таки на дне морском.

И вот бур «Гломара Челленджера» вонзается в ложе океана у южных берегов Исландии. В одной из скважин оказались породы, родившиеся около двух с половиной миллионов лет назад. Они представляли собой вулканическую лаву, которая вся полна пузырьками и пустотами, прямо как хороший швейцарский сыр. Ученым этот факт подсказал, что здесь в древности извергался мощный вулкан, лава его была жидкой, а извержение шло под водой, но на небольших глубинах.

В двух других скважинах, пробуренных неподалеку, была обнаружена лава, в которой пузырьков куда меньше. Значит, извержения происходили на большей глубине. Возраст здешних пород постарше — 20—40 миллионов лет. Специалисты пришли к выводу, что, весьма вероятно, в этот период Исландия еще не существовала.

По дну Атлантики идет разлом земной коры, который, конечно, тоже привлекает немалый интерес геофизиков. Здесь пробурили две скважины — одну на одном «берегу» подводного ущелья, а другую — на другом, всего в полтора километрах от первой. Неожиданно оказалось, что лавы тут, несмотря на близость точек бурения, совсем разные. Загадку еще предстоит решать: если это не случайность, то, значит, разламывание земной коры должно как-то отражаться на составе лавы, извергающейся из недр. Но как и почему?

Природа, видимо, не так-то охотно делится своими тайнами. План научных работ еще не был завершен, как на район исследований набросился ураган. Хотя метеорологи, согласно традиции, и дали ему нежное женское имя «Эмми», жесткая стихия не щадила судно, под которым возвышается неуклюжая бурильная вышка. Пришлось «Гломару Челленджеру» досрочно уйти из района исследований. Однако к тому времени уже было собрано множество научных данных, которых так ждут ученые во всем мире.

Надо сказать, что своим успехом эти работы в немалой степени обязаны и тому, что осуществляются они учеными многих стран, объединивших свои усилия в международном проекте «Глубинное бурение в море», в котором на равных правах участвуют ученые СССР, США, Японии, Англии, ФРГ, Франции и других государств, посылающих своих представителей на борт «Гломара Челленджера».



# Бизнес на страхе

Что бы вы там ни говорили, а Джозеф Филипсо — избранник судьбы. Вам нужны доказательства? А его книги? А Храм Космоса?

Избраннику судьбы, хочет он того или нет, на роду написано совершить что-нибудь великое. Взять, к примеру, Филипсо. Да у него и в мыслях никогда не было ввязываться в эту историю с Неопознанными (никем, кроме Филипсо) Летающими Объектами. Иными словами, в отличие от некоторых не столь идеально честных (по словам Филипсо) современников, он никогда не говорил себе: «Поднаврну-ка я с три короба про летающие тарелочки да подзаработаю денюжат». Нет, случилось то, что не могло не случиться (Филипсо, в конце концов, и сам в это поверил), и просто так уж случилось, что это случилось именно с ним. Кто угодно мог оказаться на его месте. Вот так, одно за другое, другое за третье, третье за четвертое, словом, прогуляешь денек, да устроишь себе ожог на руке ради, так сказать, алиби, а глядишь — цепочка событий приводит тебя напрямиком к Храму Космоса.

Если уж вспоминать по чести все как было (только, пожалуйста, не требуйте этого от Филипсо), то приходится признать, что и алиби-то было убогое, да и повод для него был совершенно никчемным. Сам Филипсо ограничивается скромным упоминанием, что начало его карьеры было ничем не примечательно. А началось с того, что в один прекрасный вечер он без малейшего к тому основания напился до умопомрачения.

На другой день он, само собой, в агентство не пошел, а чтобы оправдаться, наврал боссу про то, как поехал он накануне за город навесить свою престарелую мамочку, а на обратном пути у него испортилось зажигание, и он всю ночь как проклятый копался в моторе, и только к утру... ну и так далее. На другой день он действительно поехал за город навесить свою престарелую мамочку, и что вы думаете?.. на обратном пути машина вдруг встала как вкопанная, и он всю ночь... ну, как в воду глядел. Снова надо было оправдываться, а как? Пока Филипсо перебирал в уме да проверял на правдоподобие один вариант за другим, небо вдруг ярко осветилось, а от скал и деревьев побежали быстрые тени. Но все исчезло прежде, чем он успел поднять голову. Это мог быть метеорологический зонд или болотный огонь, а может быть, шаровая молния — это не имеет значения. Филипсо посмотрел на небо, где уже ничего не было видно, и тут его осенило.

Его автомобиль стоял на обочине, заросшей густой травой. Филипсо быстро разыскал три камня — каждый около фута в поперечнике, — образующие правильный треугольник и примерно одинаково глубоко сидящие в земле. Осторожно ступая, чтобы не оставить следов, Филипсо по одному перетащил камни в лес и спрятал их в пустой норе, которую сверху завалил сухими ветками. Затем он поспешил к машине, достал из багажника паяльную лампу (допотопная ванна в доме его матушки дала течь, и Филипсо одолжил лампу, чтобы заделать прохудившийся шов) и старательно опалил огнем оставшиеся от камней углубления.

Бессспорно, что судьба принялась за дело еще сорок восемь часов назад. Но только сейчас стал явственно виден ее перст, ибо едва успел Филипсо мазнуть огнем по тыльной стороне ладони, погасить лампу и спрятать ее в багажник, как на дороге показался автомобиль. Он принадлежал репортеру, писавшему для воскресных приложений, и у этого самого репортера по фамилии Пенфильд в данный момент не только не было темы для очередного номера, но к тому же он своими глазами видел полчаса назад вспышку на небе. Филипсо и сам собирался зайти в городе в какую-нибудь газету, а затем вернуться на место происшествия с репортером и фотографом, чтобы на следующий день он смог показать боссу заметку в вечернем выпуске. Но судьба взялась за дело с куда большим размахом.

Освещенный первыми проблесками зари, Филипсо стоял посередине дороги и размахивал руками, пока приближающаяся машина не затормозила около него.

— Они меня чуть не уколошили, — хрипло простонал он.

С этого момента материал пошел раскручиваться сам собой, как говорят в редакциях воскресных приложений. Филипсо не пришлось выдумывать никаких подробностей. Он только отвечал на вопросы, а остальное доделало воображение Пенфильда, которому во всем этом деле было ясно только одно: перед ним не очевидец, а голубая мечта репортера.

— Они опустили на Землю на огненной струе?

— На трех огненных струях, — Филипсо повел его вниз по склону и показал на обугленные, еще теплые углубления.

— Вам угрожали?

— Не только мне... всей планете. Они грозили уничтожить Землю.

Пенфильд едва поспевал записывать.

— А что вы им ответили? Что не боитесь их угроз?

Филипсо подтвердил, что так оно и было. И так далее.

История эта попала, как Филипсо и хотел, в вечерний выпуск, но он не думал, что она наделает такого шума. А шума было столько, что Филипсо так уже и не вернулся на работу, и алиби не пригодились. Вместо этого он получил телеграмму от одного издатели, в которой тот спрашивал, не возьмется ли он написать книгу.

Филипсо взялся и написал. Его сочинение отличалось лихостью стиля (это ведь ему принадлежал горящий неоновым пламенем над сотнями магазинов девиз Дешевой Распродажи — МНОГО ТРАТИШЬ — МАЛО ПЛАТИШЬ), изысканностью манер неоновского увальня и непритязательностью обстановки банкирского кабинета. Оно называлось «Человек, Который Спас Землю» и за первые семь месяцев разошлось тиражом двести восемьдесят тысяч экземпляров.

С тех пор деньги сами потекли к нему. Он получал их от Лиги Приближающегося Конца Света, от Союза Борьбы за Моральное Возрождение Человечества и от Ассоциации Защиты Земли от Космических Пришельцев. Деньги текли с противоположных концов спектра предрассудков — от тех, кто был убежден, что если бы господь предназначал нас для полетов в Космос, то мы бы рождались на свет с хвостовым оперением, как у ракеты, и от тех, кто не верил ни во что, кроме русских, но зато относительно них верил чему угодно. Со всех сторон к нему неслись призывы «Спаси нас!» и оседали на его банковском счету денежными чеками. Хочешь не хочешь, пришлось основать Храм Космоса, чтобы как-то придать делу законный характер, и разве Филипсо виноват, что его лекции половина прихожан, простите, слушателей, принимала за богослужения?

Появилась на свет вторая его книга. Она называлась «Нам Незачем Капитулировать», была на целую треть длиннее и содержала куда больше противоречий, чем прежняя; за первые девять недель она разошлась тиражом в триста десять тысяч. Тут уже те, другие, деньги хлынули таким потоком, что Филипсо пришлось срочно зарегистрировать себя как некоммерческую организацию и отнести все поступления на ее счет. Признаки благоденствия были видны и в самом храме, причем самым заметным была большая радарная антенна, купленная со списанного броненосца и установленная на куполе. Антенна круглые сутки безостановочно вращалась вокруг оси; и хотя она ни к чему не была подключена, с первого взгляда на нее было понятно, что Филипсо начеку и люди могут спать спокойно. В хорошую погоду антенна была видна даже из Каталины, особенно по ночам, когда на ней включали яркий оранжевый прожектор.

Кабинет Филипсо находился в куполе, прямо под антенной, и попасть туда можно было только при помощи автоматического лифта.

Отрезанный от всего мира, Филипсо сидел у себя в кабинете, погруженный в размышления, как вдруг с изумлением услышал позади себя легкое покашливание. Обернувшись, он увидел рыжего человечка небольшого роста. Неизвестно, что бы сделал Филипсо в первый момент — обратился в бегство или вцепился незнакомцу в горло, если бы у того в руках не оказалось средство, которое со времен появления письменности гарантированно успокаивало разъяренных авторов.

— Я прочитал ваши книги, — сказал незнакомец и протянул вперед ладони, на каждой из которых лежало по знакомому тому. — Я нашел их не лишними искренности и логики.

Расплывшись в улыбке, Филипсо оглядел лишенное особых примет лицо незнакомца и его заурядный серый костюм.

— Общим у искренности и логики является то, — продолжал незнакомец, — что они могут не иметь никакого отношения к истине.

— Послушайте, что вам надо и как вы очутились здесь?

— Я не нахожусь здесь, — отвечал незнакомец. Он указал вверх. На небе уже сгущались сумерки, и оранжевый прожектор кромсал их со всевозрастающей решительностью. Сквозь прозрачный купол было видно, как прожектор выхватил из тьмы большое серебристое тело, зависшее в ста футах от поверхности земли и в пятидесяти футах к северу от Храма, — как раз в той точке неба, куда повелительно указывал палец гостя. Тело было видно всего мгновение, но его изображение осталось на сетчатке глаза, как после яркой вспышки.

— Я нахожусь в той штуке, — проговорил рыжий человечек, — здесь — я всего лишь иллюзия.

— Перестаньте говорить загадками, — завопил Филипсо, чтобы заглушить дрожь в голосе, — а не то я возьму вас за шиворот и выброшу отсюда вон.

— Этого сделать нельзя. Вы не можете выкинуть меня отсюда вон, потому что меня здесь нет.

Незнакомец двинулся к Филипсо, стоявшему посередине кабинета. Филипсо отступил на шаг, затем еще на шаг — до тех пор, пока не уперся в стол. Незнакомец продолжал идти. С невозмутимым выражением лица он подошел вплотную к Филипсо, прошел сквозь него, затем сквозь стол и кресло, но единственным, что пострадало от столкновения, оказалось самообладание Филипсо.

— Я вовсе не хотел так вас напугать, — проговорил незнакомец, наклоняясь с озабоченным выражением лица к лежащему на полу Филипсо. Он протянул руку, словно пытаясь помочь ему подняться на ноги, Филипсо увернулся от руки незнакомца и бросился в сто-



рону и только тут сообразил, что тот не может его коснуться. Забывшись в угол, он испуганно смотрел на гостя. Незнакомец сокрушено покачал головой.

— Простите меня.

— Кто вы?

— Ах да, прошу прощения. Зовите меня Хуренсон. Послушайте, не надо бояться. Я сейчас вам все объясню. Сядьте, пожалуйста, поудобнее и разомкните челюсти. Так-то лучше.

Филипсо, все еще дрожа, опустился в свое кресло. Хуренсон присел на стул, стоявший сбоку от стола. Филипсо с ужасом увидел, что между гостем и стулом остался просвет в полдюйма. Просидев так несколько секунд, Хуренсон поймал взгляд Филипсо, посмотрел вниз и, пробормотав извинение, опустился на стул и занял более привычное для глаза положение.

— Забываешься порой,— объяснил он.— Так много вещей приходится одновременно держать в памяти. Стоит только задуматься, и, глядишь, уже выскочил наружу без генератора невидимости или полез, кутаясь без гипнопроектора вроде того дурака в Лох-Нессе...

— Так вы, правда, вне... вне...

— Вот именно. Внеземной, внесолнечный, внегалактический, все, что угодно.

— Но вы совсем не похожи... то есть я хочу сказать...

— Да, не похож. Но и на это,— гость дотронулся кончиками пальцев до жилета на груди,— на это я тоже не похож. Я мог бы показать вам, как я выгляжу на самом деле, но, поверьте, лучше этого не делать. Такие попытки уже были, и ни к чему хорошему они не привели.— Он печально покачал головой и повторил: — Да, лучше этого не делать.

— Чче... ччего вы хотите?

— Ага. Вот мы и дошли до сути. Как вы относитесь к тому, чтобы поведать миру правду о нас?

— Но ведь я уже...

— Я сказал: правду... Вот уже много лет, как мы прилетели на эту крохотную планетку и принялись изучать вашу маленькую, но очень интересную цивилизацию. Она подает большие надежды — настолько большие, что мы даже решили вам помочь.

— Кому нужна ваша помощь?

— Я не смогу объяснить вам. Как бы я ни старался, для вас это будут тысячи раз слышанные банальные истины. Неужели вам непонятно, Филипсо, что я хочу сказать и почему я говорю это именно вам? Вы из тех, кто превратил страх в товар, в источник дохода. Страх — вот наше ремесло. Пока человечество робко раздвигает границы познания, вы ищете новое неведомое, чтобы плодить новый страх. Вы наткнулись на благодатную почву. Угроза из Космоса... тема нескончаемая, как сама Вселенная. Независимо от того, нравится это вам или нам — вам, разумеется, нравится, а нам нет — вы превратились в главный источник сведений относительно Неопознанных Летающих Объектов. Ваше здание построено на лжи и страхе, но сейчас это уже не имеет значения. Ваши последователи прислушиваются к вам. А к ним прислушивается больше народу, чем это можно было бы предположить. В первую очередь все те, кто напуган, кто чувствует себя на Земле маленьким и беззащитным. И все время вы внушаете им, что вы, и только вы, можете их спасти.

— А что, разве не так? — спросил Филипсо.— Заставил же я вас прийти ко мне...

— Нет, не так,— ответил Хуренсон.— Спасти — подразумевает угрозу. А вам никто не угрожает. Мы хотим вам помочь. Освободить вас.

— Вот как?!.. Освободить? От чего же?

— От войн, от болезней, от нищеты, от неуверенности. Вы написали две ниги. Вам надо будет взять их назад.

— Как это — взять назад?

— Вам придется написать новую книгу.

Филипсо не понравилось легкое ударение, которое было сделано на слове «придется», но он промолчал.

— В этой книге будут новые открытия. Если хотите, можете называть их откровениями. Или самыми последними истолкованиями.

— Хорошо, а зачем?

— Затем, что ложь — сильный яд, и необходимо противоядие, пока действие яда не зашло слишком далеко. Чтобы мы могли показаться людям, не вызвав паники. Чтобы нас не встретили выстрелами.

— Неужели вы этого боитесь?

— Пуль и снарядов — нет. Того, что заставляет нажимать на курок,— да.

— Предположим, я пойду вам навстречу?..

— Я уже сказал. Человечество забудет бедность, преступления, страх...

— И Филипсо оно тоже забудет.

— Вот оно что! Вас интересует, что это даст вам лично? Неужели вам не понятно, что вы поможете превратить Землю в новый Эдем, где люди смогут творить и смеяться, любить и работать, где дети будут расти, не ведая страха, и где впервые один человек сумеет понять другого. Неужели вам не приятно будет знать, что всем этим мир обязан вам?

— Понятно,— язвительно усмехнулся Филипсо.— Земля станет огромной зеленой лужайкой, на которой человечество пустится в пляс, а я поведу хоровод. Нет, это не по мне.

— Что-то вы вдруг стали чересчур задиристы, мистер Филипсо,— спокойно проговорил Хуренсон.

— А чего мне бояться,— хрипло ответил Филипсо,— ведь вы —

всего лишь призраки, и я сейчас выведу вас на чистую воду.— Он засмеялся.— Призраки. Удачное название. Ведь именно так зовут вас...

— ...операторы радаров, когда видят нас на своих экранах,— закончил за него Хуренсон.— Я это знаю. Ближе к делу.

— Что ж, сами напросились,— Филипсо встал.— Да вы просто шарлатаны, и все тут. Согласен, вы умеете делать всякие фокусы с зеркалами, умеете даже так припрятать зеркало, что его не сразу найдешь, но все ваши штучки — это только обман зрения. Да если бы вы и впрямь могли сделать сотую долю того, что вы здесь наговорили, вы бы не стали умолять меня помочь вам. Вы бы... вы бы просто взяли все в свои руки, никого не спрашивая, и дело с концом. Я бы на вашем месте так и поступил. Ей богу.

— Вы бы так и поступили,— повторил Хуренсон с чувством, похожим на крайнее удивление. Нет, скорее — на брезгливое и недоверчивое отвращение.— Вы никак не возьмете в толк,— заговорил он после долгого молчания,— что мы не можем сделать многого из того, что мы в состоянии сделать. В нашей власти взорвать планету, изменить ее орбиту, направить ее на Солнце. Это в пределах наших возможностей, точно так же как в пределах ваших возможностей — съесть паука. Но вы не едите пауков. Образно выражаясь, вы говорите, что не в состоянии их есть. Точно так же и мы не в состоянии заставить человечество сделать хоть что-нибудь без его согласия. Все еще непонятно? Тогда я поясню, до каких пределов доходит наше бессилие. Мы не в состоянии заставить даже одного-единственного человека. Например, вас.

— Выходит, я могу отказаться? — недоверчиво спросил Филипсо.

— Нет ничего проще.

— И мне ничего не будет?

— Ровным счетом ничего.

— Но тогда вы...

Хуренсон покачал головой.

— Нет, мы просто уйдем. Слишком уж вы нам напортили. Если вы сами не захотите поправить дело, то нам останется только пустить в ход силу, а это исключено. Жаль, конечно, бросать на половине. Четыреста лет наблюдений, и все впустую... Если бы вы только знали, каких трудов нам стоило изучать вас, оставаясь незамеченными. Разумеется, после того как Кеннет Арнольд поднял такой шум вокруг «летающих тарелочек», нам стало гораздо проще.

— Проще?

— О господи! Разумеется, проще, у вас, людей, удивительная способность, просто талант не верить собственным глазам и находить взамен всякие правдоподобные объяснения.

Мы-то вообразили, что у нас неплохое тактическое руководство по маскировке, но ему оказалось далеко до Памятки ВВС США по НЛО... мы нашли в ней рациональные и правдоподобные объяснения ошибок и промахов, которые мы когда-либо совершали... если и не всех, то большинства.

— Постойте,— взмолился Филипсо.— Этот ваш рай на Земле... Как вы собираетесь приступить к делу?

— Самым лучшим началом будет ваша новая книга. Ее задача — обезвредить две первые, не потеряв при этом читателей. Если вы просто круто повернете и начнете рассказывать о том, какие мы слабые и мудрые ребята, то ваши последователи от нас отшатнутся. Придумал! Я подарю вам оружие против этих... как вы их назвали... против призраков. Простенький генератор поля, который каждый, кто захочет, легко сможет изготовить сам, а для наживки пустим в ход что-нибудь из вашего прежнего вздора... виноват, из ваших прошлых откровений. Вот мое оружие, которое спасет Землю от тех, кто ей угрожает — Хуренсон улыбнулся.— Самое интересное, что это будет чистойшей правдой.

— Не понимаю.

— Мы скажем, что радиус действия этого устройства равен пятидесяти футам, а на самом деле он составит две тысячи миль, вы объявите, что выкрали его у нас и чертежи его будут приложены к каждой книге...

— Что это за устройство?

— Оно помогает людям понимать друг друга.

— Мы прекрасно обходимся без него.

— Вздор! Вы общаетесь при помощи этикеток. Ваши слова — все равно что куча пакетов под рождественской елкой. Вы знаете, от кого они и какой у них размер или форма, а иногда вам даже слышно, как внутри что-то звенит или тикает. Но вы не знаете точно, что именно находится внутри, пока не вскрыете пакет. Вот для этого и предназначено наше устройство. Он вскрывает слова и показывает, что внутри. Если каждое человеческое существо, независимо от возраста, происхождения и языка, сумеет понять, чего хочет другое человеческое существо, и к тому же будет знать, что и оно, в свою очередь, будет понято, то не успеешь оглянуться, как мир станет совсем иным.

Филипсо задумался.

— Нельзя станет торговаться,— сказал он наконец,— нельзя будет даже объяснить... если сделаешь что не так...

— Объяснить-то как раз будет можно,— возразил Хуренсон,— соврать будет нельзя.

— Вы хотите сказать, что каждый загулявший супруг, каждый непроказивший школьник, каждый преуспевший бизнесмен...

— Совершенно верно.

— Но это же хаос,— прошептал Филипсо,— развалятся сами устои нашего общества...

— Понимаете ли вы, Филипсо, что вы сказали? — добродушно рас-



смеялся Хуренсон.— Что ваше общество держится на лжи и полуправде и что, лишившись этой опоры, оно развалится. Вы правы. Возьмем, к примеру, ваш Храм Космоса. Что, по-вашему, произойдет, когда ваша паства узнает правду о своем пастыре и о том, что у него на уме?

— И этим вы меня пытаетесь соблазнить?

Филипсо был настолько потрясен, услышав, как в ответ Хуренсон торжественно обратился к нему по имени:

— Да, Джо, от всего сердца пытаюсь. Ты прав, что наступит хаос, но в вашем обществе он все равно неизбежен. Многие величественные сооружения падут, но на их развалинах не окажется желающих пожить за чужой счет.

— Уж я-то знаю,— обиженно отозвался Филипсо,— и я не желаю, чтобы всякие проходимцы наживались на моем падении. Особенно когда у них самих ломаного гроша за душой нет.

— Ты плохо знаешь человеческую натуру, Джо,— печально покачал головой Хуренсон.— Тебе никогда не доводилось заглядывать в сокровенные тайники души, где нет места страху и где живет стремление понять и быть понятым.

— А вам?

— Доводилось. Я видел это во всех людях. Я и сейчас это вижу. Но мой взгляд проникает в глубины, недоступные вашему зрению. Помогите мне, Джо, и ты тоже сможешь это увидеть.

— А сам лишусь того, чего добился я с таким трудом?

— Чего стоит эта потеря по сравнению с тем, что ты выиграешь? И не только для себя, но и для всех людей. Или посмотрим на дело с другого конца — может, так тебе будет понятнее. С того момента, как ты откажешься мне помочь, каждый убитый на войне, каждый умерший от инфаркта, каждая минута мучений больного раком — все это будет на твоей совести. Подумай над этим, Джо!

Филипсо медленно поднял глаза от своих стиснутых рук и посмотрел на взволнованное, сосредоточенное лицо Хуренсона. Затем он поднял глаза еще выше и посмотрел сквозь купол в ночное небо.

— Простите,— вдруг сказал он, показывая рукой,— но ваш корабль снова виден.

— Будь я проклят,— выругался Хуренсон,— я так сосредоточился на разговоре с тобой, что совсем позабыл про генератор невидимости, и у него перегорел омикрон. Мне понадобится несколько минут, чтобы починить его. Я еще вернусь.

С этими словами он исчез. Он не сдвинулся с места. Его просто не стало.

Двигаясь как во сне, Джозеф Филипсо пересек свой круглый кабинет и, прижавшись лбом к плексигласовому куполу, посмотрел на сверкающий корабль. Его очертания были красивы и пропорциональны, а поверхность переливалась мерцающими чешуйками, как крыло бабочки. Он слегка фосфоресцировал, ярко вспыхивая в оранжевом луче прожектора и постепенно угасая, когда луч уходил в сторону.

Филипсо перевел взгляд с корабля на звезды, а затем мысленным взором увидел звезды, видимые с этих звезд, а там еще звезды и целые галактики, которые так далеки, что сами кажутся крохотными звездочками. Затем он посмотрел на шоссе, огибающее Храм и уходящее вниз, где на дне долины еле заметно мерцали огоньки человеческих жилищ.

«Даже все эти небеса не в состоянии сделать так, чтобы мне поверили, если я скажу правду,— подумал он.— Что бы я ни сказал, моим словам не будет веры. Но если я им не помогу, то они ничего не предпримут. Они просто уберутся восвояси... и предоставят нас нашей участи».

— Но ведь я не лгал! — громко простонал Филипсо.— Я не хотел лгать! Меня спрашивали, а я только отвечал «да» или «нет», смотря по тому, чего они от меня хотели. А затем я хотел объяснить, почему я сказал «да» или «нет», но ведь это еще не ложь!

Никто ему не ответил. Он почувствовал себя очень одиноким.

«Может быть, все-таки попробовать», подумал он. И затем тоскливо: «Разве я смогу?».

Зазвонил телефон. Филипсо смотрел на него невидящим взглядом, пока он не прозвонил вторично. Тогда он подошел к столу и снял трубку.

— Филипсо слушает.

— Ладно, трюкач,— сказали в трубку,— твоя взяла! И как только тебе это сходит с рук?

— Кто это говорит? Пенфильд?

Пенфильд после их первой встречи тоже пошел в гору. Но как главный редактор местной сети газет он, разумеется, давно отрекся от Филипсо.

— Чего вы хотите, Пенфильд?

— Я же сказал, твоя взяла! Нравится мне это или нет, но ты вновь стал сенсацией. Нам звонят со всего округа. Тысячи людей видят эту твою летающую тарелочку. Телевизионная передвижка мчится через перевал, чтобы показать ее телезрителям. Мы уже получили четыре запроса от Национального центра по наблюдению за космическим пространством. С ближайшей военной базы вылетело звено реактивных истребителей. Не знаю, как это тебе удалось, но раз уж ты попал в новости, так выкладывай, что у тебя там заготовлено.

Филипсо оглянулся через плечо на корабль. Вот он ярко вспыхнул в оранжевом свете прожектора, погас, еще раз вспыхнул... Из телефонной трубки доносилось призывное блеянье... прожектор вернулся еще раз и... ничего... корабль исчез.

— Подождите,— закричал Филипсо. Но корабля уже не было.

Трубка продолжала блеять. Филипсо поднял ее и медленно поднес к уху.

— Подождите,— сказал он в трубку, положил ее на стол и вытер глаза. Затем он снова поднял трубку.

— Я отсюда все видел,— сказали в трубку тоненьким голосом,— что это такое? Как вы это сделали?

— Корабль,— ответил Филипсо.— Это был космический корабль.

— Это был космический корабль,— повторил за ним Пенфильд тоном человека, пишущего под диктовку.— Давайте дальше, Филипсо. Что произошло? Они спустились к вам на своем корабле, и вы встретились с ними лицом к лицу, верно?

— Они, в общем, да.

— Так. Лицом... к лицу... готово. Что им было от вас нужно? — Пауза. Затем сердито: — Филипсо, черт вас побери, вы меня слышите? У меня нет времени болтать с вами всю ночь. Мне надо выпустить номер. Чего они от вас добивались? Просили пощады? Умоляли вас прекратить свою деятельность?

Филипсо облизнул губы.

— Как сказать... в общем-то, да.

— Сколько их было, этих существ?

— Их? Только одно.

— Только одно существо... пусть так. Дальше? Да что это из вас каждое слово надо клещами тащить? Как оно выглядело? Как паук? Как спрут? Уродливое и безобразное существо...

— Я бы этого не сказал...

— Понял,— возбужденно произнес Пенфильд.— Прекрасное и очаровательное существо. Девушка неземной красоты. Значит, так, раньше они вам угрожали, а теперь они решили вас соблазнить. Верно?

— Видите ли, я...

— Цитирую ваши слова: «неземной красоты... но я... гм... устоял против искушения...»

— Послушайте, Пенфильд...

— Нет уж, больше вы от меня ничего не получите. Хватит с вас и этого. А слушать ваши бредни у меня нет времени. Послушайте лучше, что я скажу вам. Расценивайте мои слова как дружеское предостережение. Кроме того, я бы хотел, чтобы эта история не лопнула хотя бы до завтрашнего вечера. Завтра ваш Храм будет кишеть агентами ФБР и Центра космической разведки, как кусок гнилого мяса мухами. Поэтому припрячьте получше ваш аэростат.

— Выслушайте меня, Пенфильд, я...

На том конце бросили трубку. Филипсо положил трубку на рычаг и повернулся.

— Вот видите,— проплакал он пустой комнате,— видите, на что они меня толкают?

Он устало присел. Телефон зазвонил вновь.

— Вас вызывает Нью-Йорк,— сказала телефонистка. Это оказался Джонатан, его издатель.

— Джо! Полчаса не могу до тебя дозвониться. Твоя линия все время занята. Отлично сработано, приятель. Я только что услышал об этом срочном выпуске новостей. Как тебе удалось? Впрочем, это неважно. Дай мне только главные факты. Мне надо будет завтра пораньше выпустить заявление для прессы. Послушай, за какое время ты сможешь написать новую книгу? За две недели? За три? Ладно, пусть будет за три. Но ни днем больше. Я снимаю новый роман Хемин... или... в общем, это неважно. Я пущу тебя вне очереди. А теперь выкладывай. Включаю диктофон.

Филипсо посмотрел на звезды. В трубке послышался короткий гудок включенного диктофона. Филипсо подвинул трубку ближе к рту, набрал полную грудь воздуха и начал:

— Сегодня меня посетили Космические Пришельцы. Это не было случайностью, вроде нашей первой встречи. Нет, на этот раз они долго и тщательно готовились. Они решили остановить меня, но не силой и не убеждением, нет, они решили пустить в ход последнее, самое сильное средство. Внезапно среди излучателей и кабелей моего радара возникла девушка неземной красоты. Я...

За спиной Филипсо раздался негромкий отрывистый звук — такой звук мог бы издать человек, которому противно говорить и притом нестерпимо хочется плюнуть.

Филипсо бросил трубку и обернулся. Ему показалось, будто он увидел исчезающее изображение рыжего человечка. Что-то колыхнулось в той части неба, где был корабль, но и там больше ничего не было видно.

— Меня задержали звонками,— плачущим голосом проговорил Филипсо,— я не знал, что вы уже починили свой омикрон. Я не хотел. Я как раз собирался...

Постепенно до него дошло, что он один. Никогда еще он не чувствовал себя таким одиноким. Рассеянно подняв трубку, Филипсо поднес ее к уху и услышал возбужденный голос издателя:

— ...так и назовем ее: «Последнее средство». А на обложке — шикарная блондинка вылезает в чем мать родила из радарной антенны. Здорово, Джо. Это единственное, чего ты еще не пускал в ход. Вот увидишь, это будет взрыв бомбы. Твой Храм тоже на этом не прогадает. Напиши мне книгу в две недели, и ты сможешь открыть у себя филиал казначейства США.

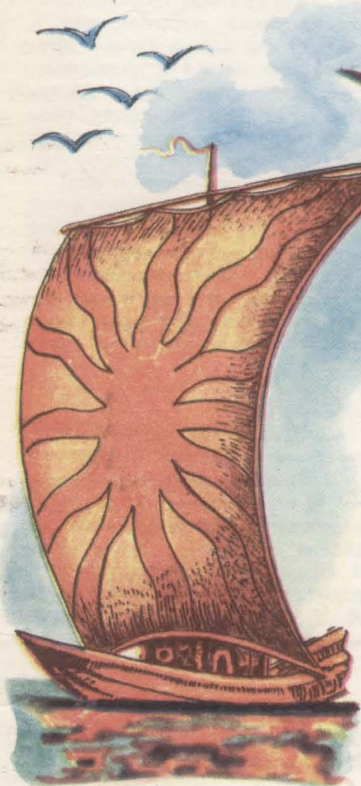
Медленно, без единого слова, не дожидаясь, пока издатель кончит говорить, Филипсо опустил трубку. Вздохнув, он повернулся и зажег свет над пишущей машинкой. Он вложил в нее два чистых листа, переложившие копиркой, прокрутил валик, подвинул каретку в среднее положение и написал: «Джозеф Филипсо. Последнее средство».

Легко, быстро и уверенно его пальцы заскользили по клавишам.

Перевод с английского Ю. Эстрина



# ПО МОРЯМ, ПО ВОЛНАМ...



## Там, где реки впадают в моря...

Электростанции, использующие энергию морских волн, работают уже в нескольких странах. А недавно в США появился проект электростанции, использующей перепад концентрации соли, растворенной в морской воде. Такие станции целесообразно строить в устьях рек, впадающих в море, то есть в местах, где осмотическое давление на границе между пресной водой рек и соленой морской водой максимально. По подсчетам ученых из американского океанографического института Скриппса, только шесть крупнейших рек США, впадающих в океан, могут обеспечить мощность в миллионы киловатт. Особый интерес представляет Мертвое море. Содержание соли в нем в восемь раз выше, чем в обычной воде океана. Поэтому в месте впадения в него реки Иордан осмотическое давление повышено. Испытания первой электростанции, основанной на этом принципе, как считают, не за горами.

## Больница для акул

Первый человек, который видел спящих акул, — мексиканский аквалангист Карлос Гарсия. Нырять в многочисленных подводных пещерах в скалистых берегах Мекси-

канского залива, он обнаружил тысячи акул в состоянии летаргии. Карлос Гарсия высказал предположение, что это гигантское кладбище, куда морские хищники приплывают, чтобы спокойно умереть. Но дальнейшие наблюдения показали, что спустя некоторое время акулы просыпаются и покидают пещеры.

Настоящую сенсацию вызвало сообщение зоолога Эжена Кларка, который наблюдал продолжительное время за пещерами Мексиканского залива. По его мнению, заполненные водой пещеры — своего рода естественные больницы для акул. Благодаря особым свойствам пещерной воды микробы, вызывающие болезни среди морских хищников, погибают. Прояснилась также и загадка сонного состояния акул: оно вызывается углеродной двуокисью, которая содержится в пещерной воде.

## «Тигрис» отправился в путешествие

Тур Хейердал получил всемирную известность, совершив два путешествия — в 1947 году на «Кон-Тики» и в 1970 году на папирусной лодке «Ра». Сейчас шестидесятидвулетний Хейердал отправился в третье путешествие.

Раскопки, проведенные в Азии и Африке, показывают, что три древнейшие цивилизации — Египет, Месопотамия и Индия — были, очевидно, связаны между собой еще 5 тысяч лет назад. Это и решил доказать Тур Хейердал. Он собирается проплыть через Аравийское море и Индийский океан на тростниковом судне — точной копии месопотамского.

При постройке корабля использованы старинные изображения и описания. Тур Хейердал назвал его «Тигрис» — в честь реки Тигр, которая вме-

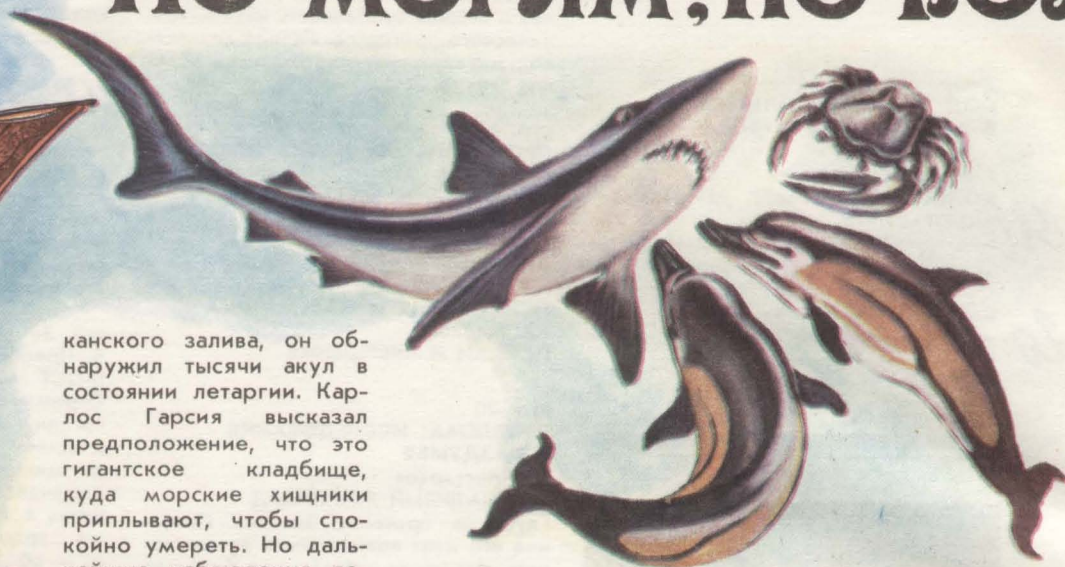


Рисунок Е. Шеффера

сте с Евфратом служила естественной границей страны. (Месопотамия в переводе на русский означает Междуречье). При его постройке использованы только тростник и пеньковые канаты. Судно сможет выдерживать несколько тонн груза. Путешествие, очевидно, продлится целый год.

## Весь экипаж в одной лодке, не считая оборудования

Морские специалисты из Норвегии предложили проект огнеупорной спасательной кабины для всего корабельного экипажа, которая автоматически отделяется от корпуса тонущего или горящего корабля. Кабина управляема и обеспечена всем необходимым для самостоятельного плавания и связи: вентиляцией, источниками энергии, радиостанцией, питьевой водой, аптекой, продуктами питания, увлажнителем воздуха и прочим оборудованием.

## Спасибо радиолобителю!

Чехословацкий радиолобитель Йозеф Страка из городка Малацки принял сигналы бедствия, посланные с тонущего норвежского корабля «Корина», который не смог уловить береговые радиостанции. Через соответствующие организации в Чехословакии

Страка передал пойманные им сигналы в Норвегию, где немедленно были установлены координаты корабля, и экипаж «Корины» был спасен.

## Кабель-поводырь

В Швеции разработана специальная навигационная система для ввода судов в порт в условиях плохой видимости. Для этой цели используют кабель, положенный на морское дно на протяжении фарватера. Испускаемые кабелем электромагнитные сигналы принимаются на капитанском мостике проходящего судна. Специальный индикатор показывает капитану, насколько отклоняется корабль от предусмотренного курса.

## Дельфины на страже

На многих морских курортах США для охраны купающихся начали использовать дельфинов. Специально обученные дельфины плавают около берега и прогоняют далеко в море подплывающих к берегу акул. Как известно, в США по заказу военного флота дрессируют морских львов, которые поднимают со дна на поверхность различные утонувшие предметы.

## Когда путешествуют отели

Кораблестроители датской судовой фирмы Хельсингёр приступили к выполнению необычного за-

дания — они начали строить плавающие отели на сто и триста мест. После того как отели будут построены, их прибудкуют к определенному месту побережья, где собирается обычно много туристов.

## Как себя чувствуешь, полимерный флот!

Сколько доводов высказывали в свое время конструкторы в пользу яхт, катеров и других корабликов с корпусом из пластмассы: они не боятся морской воды, их не надо ежегодно шпаклевать и красить, защищать ядовитыми составами от морской живности...

Но вот прошел вполне достаточный период эксплуатации полимерного флота, чтобы сделать первые выводы. Действительно, полимерные корпуса яхт несколько долговечнее деревянных, реже требуют ремонта и, собственно говоря, совсем не требуют окраски. Однако, как утверждают английские судостроители, морские древоточцы настолько неразборчивы, что набрасываются по традиции на любой корпус и повреждают даже пластмассу. Рассмотренные при большом увеличении участки днища траулера из стеклопластика являют собой печальную картину: древоточцы проделали на них своеобразные дорожки-углубления, которые делают пластмассу весьма хрупкой.

## Море, у которого еще нет названия

Австралийские ученые предлагают создать в стране искусственное море, наполненное соленой морской водой. Для этого они решили использовать огромную естественную долину, которая лежит ниже уровня моря. Вода в нее будет поступать по специально проложенным каналам. Ученые считают, что огромное водохранилище заметно изменит сухой климат во внутренних областях континента.



Ежемесячный  
научно-популярный  
и научно-художественный  
журнал для молодежи

Орган  
ордена Ленина  
Всесоюзного  
общества «Знание»

53-й год издания  
№ 607

Главный редактор  
Н. С. ФИЛИППОВА

### 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)  
Б. В. ЗУБКОВ  
(зав. отделом)  
И. Л. КНУНЯНЦ  
А. Е. КОБРИНСКИЙ  
М. П. КОВАЛЕВ  
П. Н. КРОПОТКИН  
К. Е. ЛЕВИТИН  
(зав. отделом)  
Р. Г. ПОДОЛЬНЫЙ  
(зав. отделом)  
В. П. СМИЛГА  
В. Н. СТЕПАНОВ  
К. В. ЧМУТОВ  
Н. В. ШЕБАЛИН  
Н. Я. ЭЙДЕЛЬМАН  
В. Л. ЯНИН

### Редакция:

И. БЕЙНЕНСОН  
Г. БЕЛЬСКАЯ  
В. БРЕЛЬ  
С. ЖЕМАЙТИС  
Б. ЗУБКОВ  
К. ЛЕВИТИН  
Р. ПОДОЛЬНЫЙ  
И. ПРУСС  
Ю. СЛЮСАРЕВ  
Е. ТЕМЧИН  
Н. ФЕДОТОВА  
Т. ЧЕХОВСКАЯ  
Г. ШЕВЕЛЕВА

Главный художник  
Ю. СОБОЛЕВ.

Художественный редактор  
А. ЭСТРИН

Оформление  
К. ОСТОЛЬСКОГО

Техническое  
редактирование  
Е. ЛОПУХОВОЙ

Издательство «Знание».  
Рукописи не возвращаются.

Цена 40 коп.  
Индекс 70332.

T-20/36

Подписано к печати 22/XI-77 г.  
Заказ № 2522.  
Объем 6 печ. л.  
Бумага 70X108 1/8.  
Тираж 550 000 экз.  
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.

2 стр. обл.  
**ПОД ЗНАМЕНЕМ ОКТЯБРЯ  
В АВАНГАРДЕ ПРОГРЕССА**

1 стр.  
**КОНСТИТУЦИЯ ЖИВЕТ, ДЕЙСТВУЕТ,  
РАБОТАЕТ**  
НЕФТЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ:  
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ И  
СОЦИАЛЬНЫЙ ПРОГРЕСС  
Беседа с первым заместителем ми-  
нистра нефтяной промышленности  
СССР В. И. Кремневым.



стр. 4  
**РАССКАЗЫ ОБ ЭКСПЕДИЦИЯХ**  
А. Краснопевцев  
ВИХРИ В ОКЕАНЕ

Серьезные изменения произошли в последнее десятилетие во взглядах на характер динамических процессов в океане. На место старой концепции о гладких течениях, опоясывающих океаны, пришли представления о системе вихрей, покрывающих большую часть Мирового океана.

Стр. 7, 16, 18, 31, 39, 45  
**ПОНЕМНОГУ О МНОГОМ**

стр. 8  
**ИНФОРМАЦИЯ  
ИСПЫТАНИЯ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ**

стр. 10  
**НАУКА. ОТЗВУКИ ПОСЛЕДНИХ  
СОБЫТИЙ**

С. Минина  
**АРХИТЕКТУРА МЕМБРАН**  
«Мой дом — моя крепость» — гласит английская пословица. Если применить ее к живой клетке, то такой крепостью явится мембрана — сложное, совершенное и незаменимое устройство, созданное природой.

X век. Древняя Русь. Старая Ладога



стр. 13  
**ИНСТИТУТЫ — ПРОИЗВОДСТВУ**  
Сплав науки и практики — обязательная и важная особенность научно-технического прогресса. Лесное хозяйство, металлургия, светотехника — темы этих заметок.

стр. 16  
**ПРОИЗВОДСТВО: НАУКА ПЛЮС  
ПРАКТИКА**  
ХИМИЯ ПЛЮС МЕТАЛЛУРГИЯ

стр. 19  
**КНИЖНЫЙ МАГАЗИН**  
А. Войскунский  
**ПСИХОЛОГИЯ И МАТЕМАТИКА**  
Ю. Марков  
**ПОИСКИ И СВЕРШЕНИЯ**

стр. 20  
**ПРОБЛЕМА: ИССЛЕДОВАНИЯ  
И РАЗДУМЬЯ**

Н. Аристархов  
**МОЛЧАЛИВЫЙ МИЛЛИАРД**  
Глубокое прошлое Земли... Познание его дает возможность лучше понять настоящее и предвидеть будущее планеты, на которой мы живем. О встречах ученых, занимающихся ранней эволюцией Земли и ее начальной геологической историей, рассказывает статья Н. Аристархова.

стр. 24  
**ЭКСПЕДИЦИИ, ПОИСКИ, НАХОДКИ**  
Н. Линко  
**Х ВЕК  
ДРЕВНЯЯ РУСЬ  
СТАРАЯ ЛАДОГА**

стр. 26  
В. Переведенцев  
**ДЕМОГРАФИЯ: СИТУАЦИЯ,  
ТЕНДЕНЦИЯ, ПОЛИТИКА**  
Размышления о том, сколько нас сегодня и сколько нас будет завтра, с приложением словаря и таблиц.

стр. 29, 40  
**ВО ВСЕМ МИРЕ**

стр. 30  
**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ РЕПОРТАЖ**  
И. Зорич  
**ОБ ОДНОЙ ОЧЕНЬ ДАВНЕЙ,  
НО НЕ СТАРОЙ ИДЕЕ**

стр. 31  
Ю. Колесников  
**ВСЕЛЕННАЯ ПОД РЕНТГЕНОМ**  
Сначала радиоволны, а потом гамма- и рентгеновское излучения высветили невидимые прежде подробности эволюции Вселенной, жизни звезд со всеми ее превращениями и катаклизмами. Более других в этом ряду впечатляют успехи рентгеновской астрономии, о последних достижениях которой вы прочтете в этой статье.

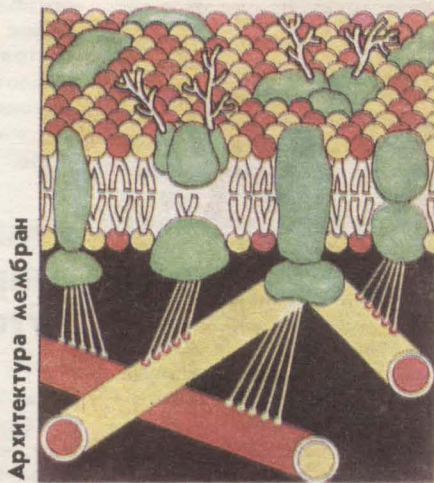
стр. 34  
**РАЗМЫШЛЕНИЯ У КНИЖНОЙ ПОЛКИ**  
И. Прусс  
**ПОСЛЕ РАБОТЫ**  
Быт городских рабочих с начала века до конца столетия.

Статистика, конкретные социологические исследования рассказывают о том, как рабочие нашей страны проводили рабочее время в двадцатые, тридцатые, пятидесятые годы, десять лет назад, как они проводят свой досуг сегодня; о том, как менялось за эти годы соотношение домашнего труда и досуга, соотношение разных занятий в самом досуге. Новая книга Л. Гордона, Э. Клопова и А. Оникова «Быт городских рабочих вчера, сегодня, завтра» отмечает интереснейшие тенденции в развитии советского образа жизни и прогнозирует это развитие до конца нашего века.

стр. 36  
В. Преображенский  
**МОСТ МЕЖДУ ДВУМЯ БЕРЕГАМИ**  
Огромную информацию поставляют сегодня естествоиспытателю находящиеся в его ведении приборы — от миниатюрных микродатчиков до космических кораблей. Как не «утонуть» в потоке данных, как правильно хранить и систематизировать их — об этом статья доктора географических наук В. Преображенского.

стр. 38  
**ВОЗВРАЩАЯСЬ  
К НАПЕЧАТАННОМУ**

А. Спиридонов  
**ЛЕТЕТ ЛИ ПОДЗЕМНОМУ  
ДИРИЖАБЛЮ?**  
Не часто журнальная публикация наталкивает исследователя на идею оригинального изобретения. Именно о таком случае рассказывает статья, продолжая предыдущие публикации о новом направлении в горном деле — геотехнологии.



стр. 41  
М. Иди  
**С ДЕРЕВЬЕВ НА ЗЕМЛЮ**

стр. 43  
**ЧИТАТЕЛЬ СООБЩАЕТ,  
СПРАШИВАЕТ, СПОРИТ  
ЧИТАТЕЛЬ О КНИГАХ**

стр. 44  
**КНИЖНЫЙ МАГАЗИН**  
М. Высотский  
**НЕЛАДНО ЧТО-ТО В  
МАТЕМАТИЧЕСКОМ КОРОЛЕВСТВЕ...**

стр. 44  
**РЕФЕРАТЫ**  
В. Толстихин  
**ВЫБОР ОБЛЕГЧИТ ПРИРОДА**

стр. 46  
**СТРАНА ФАНТАЗИЯ**  
Т. Старджон  
**БИЗНЕС НА СТРАХЕ**

3 стр. обложки  
**ПО МОРЯМ, ПО ВОЛНАМ....**