


**Н.МОИСЕЕВ** СЛОВО О НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

*Звезда*

**Н.МОИСЕЕВ**

**СЛОВО  
О НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКОЙ  
РЕВОЛЮЦИИ**

Н. МОИСЕЕВ



**СЛОВО  
О НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕС-  
КОЙ РЕВО-  
ЛЮЦИИ**

*2-е, дополненное издание*

МОСКВА  
«МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»  
1985

15.563  
М 74

М 240400000—014 270—85  
078(02)—85

© Издательство «Молодая гвардия», 1978 г.  
© Издательство «Молодая гвардия», 1985 г., с дополнениями.

## ВВЕДЕНИЕ

Книга представляет собой попытку популярного и достаточно общего обсуждения некоторых аспектов того удивительного явления, которое называется научно-технической революцией (НТР). Хотя в книге говорится и об электронных вычислительных машинах, автоматизации проектирования и некоторых проблемах чисто технического характера, но обращена она прежде всего в сторону проблем общественных. Конечно, эти вопросы обсуждаются под тем углом зрения, под каким они видятся математику, естественнику, инженеру. Тем не менее и этот взгляд может быть интересен читателю. В самом деле, математики, естественники и инженеры были теми, кто в первую очередь принял на себя удар послевоенной лавины новых знаний. Как рационально использовать вычислительную машину? Как решить проблемы создания и использования новых источников энергии и преодолеть возможный энергетический голод? Что можно извлечь для общества из того факта, что космос стал доступен человеку? Каково влияние человеческой активности на эволюцию биосферы? Как вследствие этой активности будет меняться климат, ландшафт? Что вообще делать со всем тем морем новых фактов, которые становятся известны людям?

Все эти проблемы уже более четверти века приковывают к себе внимание огромной армии исследователей. И хотя они касались естественнонаучного или технического аспекта жизни, с самого начала было ясно, что они окажут глубокое влияние на все стороны человеческого существования и приведут к новой экономической, социальной, политической ситуации на земном шаре, что в результате НТР появятся новые критерии и оценки, возникнет необходимость нового, нетрафаретного мышления.

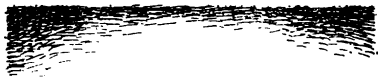
Обо всем этом рассказать в одной книге просто невозможно. Да автор и не считает себя достаточно компетентным, чтобы пытаться систематически изложить проблемы «НТР и человеческое общество». Читатель увидит фрагменты. И выбор их, конечно, субъективен. Он отражает прежде всего то представление о следствиях НТР, которое сложилось у автора.

Сейчас в мире выходит много книг, посвященных различным аспектам НТР. Ужасы апокалипсиса и конец света в одних и неоправданная вера в то, что все как-нибудь образуется, в других



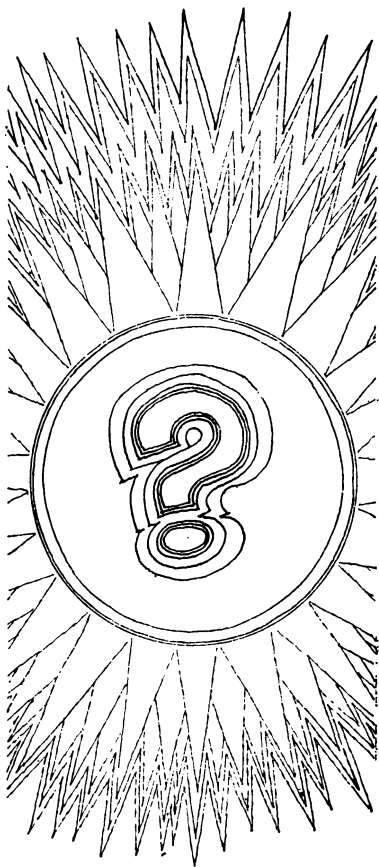
довольно четко прослеживаются в некоторых из них. Автор не согласен ни с теми, ни с другими. Озабоченность — да! Ситуация действительно тревожна, и это подчеркивать необходимо. Тревога должна побуждать к действию, и желающий действовать получает оружие: его предоставляет ему та же НТР. И в арсенале того оружия — инструмент предвиденья. Подобный инструментарий уже создается сегодня мировой научной мыслью, многочисленными коллективами во всех развитых странах мира.

Вот об этом автор и хочет рассказать. В книге перемежается изложение современных способов анализа и оценки результатов решений, принимаемых людьми, с экскурсами в историю, экономику, с рассуждениями о том, как меняется наша жизнь под действием научно-технического прогресса.



I  
глава

**Научно-  
техническая  
революция —  
что это  
значит?**



Выражение «научно-техническая революция» постепенно вошло в обиход. И это отнюдь не случайно.

Когда о происходящем говорят, что это революция, что совершаются революционные изменения, то понимают не просто быстрое изменение ситуации, не просто изменение количественных характеристик какого-либо процесса, а возникновение качественно новых явлений, не имеющих прецедента в прошлом. Именно поэтому мы говорим не просто о научно-техническом прогрессе, а о научно-технической революции, ибо многое из того, что сейчас происходит в окружающем нас мире, действительно носит революционный характер.

Научно-технический прогресс, достижения ученых, инженеров, новые знания, добытые за последние 30 лет, уже начинают качественно менять условия жизни человека на Земле. Это не просто лавина новых знаний. Проникая во все сферы человеческой деятельности, они не только изменяют наше представление о мире, в котором мы живем, но и ставят нас перед лицом проблем, которые мы никогда не встречали раньше. Впервые в человеческой истории так остро возникает вопрос о самом существовании человечества как биологического вида.

Любой процесс, происходящий в обществе, в принципе управляем. Это значит, что воля людей, их ясное понимание целей и возможностей — а их определяют объективные законы развития общества — позволяют развитие любого (подчеркиваю, любого) процесса направить в нужное русло, конечно, согласное этим законам.

Чтобы реализовать эту «принципиальную управляемость», необходимы определенная политическая система, определенный уровень развития производственных отношений. Социализм открывает нам эти возможности, и поэтому мы можем ставить не только вопросы о том, как использовать результаты научно-технического прогресса, но и говорить о гораздо большем — о самом существовании НТР, о том, как направить ее развитие в нужную нам сторону, как обеспечить не только возможность существования человека на Земле, но и такой образ его жизни, который более полно удовлетворял бы его духовные и материальные потребности.

Но чтобы управлять каким-либо объектом, надо знать его особенности, надо знать, какими возможностя-

ми управления мы располагаем, какие следствия будут иметь действия, которые мы предпримем.

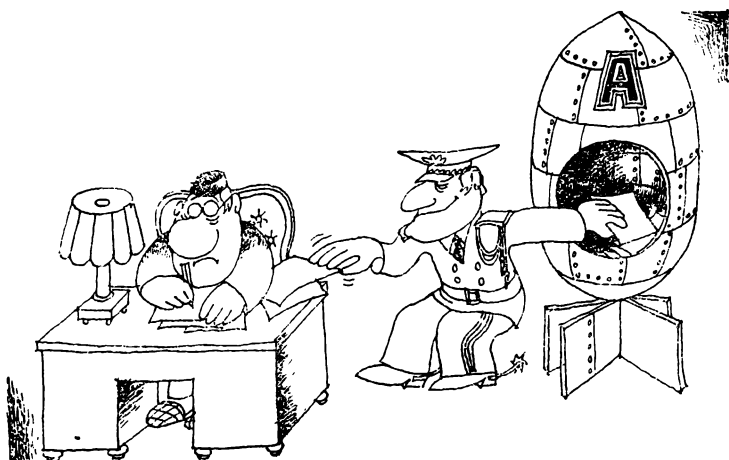
О некоторых из этих особенностей НТР мы и начнем сейчас разговор.

### АВАНСЦЕНА — ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ, КОСМОС, ЭВМ

Люди, далекие от проблем, вызванных к жизни научно-технической революцией, считают, как правило, что она сводится к открытию ядерной энергии, выходу человека в космос и, может быть, созданию электронно-вычислительных машин (ЭВМ). Конечно, это, вероятно, ярчайшие проявления НТР и демонстрация возможностей человеческого гения.

В самом деле, в начале 40-х годов человек проник в тайны атомной энергии; причем не просто понял возможность ее использования, а поставил ее себе на службу. К сожалению, а может быть, и к трагедии человечества, это великое открытие, все те усилия, которые для него потребовались, диктовались отнюдь не желанием дать человечеству новый источник энергии. В основе действий США лежало стремление создать новое оружие. Как это ни грустно, но такова судьба многих выдающихся открытий и технических достижений.

Но вместе с атомными грибами пришло и первое использование атомной энергии. Ее открытие состоялось и этот факт сегодня определяет многие стороны современной цивилизации.



Историк науки, наверное, со временем будет писать и удивляться тому, что на это величайшее достижение науки, инженерного искусства и технологии потребовалось всего лишь несколько лет. Еще в конце 30-х годов физики, занимавшиеся проблемами атомного ядра, почитались за чудаков, тративших свое время на бесполезные проблемы. Даже Энрико Ферми, один из создателей атомного оружия, относился скептически к возможности в ближайшее время как-либо использовать те теории, создание которых было целью его жизни.

История атомной энергетики — это удивительнейший пример возможностей, которые открывает целенаправленная деятельность ученых и инженеров, когда люди действительно убеждены в необходимости — в жизненной необходимости! — преодолеть тот или другой барьер. Я не хочу обсуждать вандализм Трумэна и исполнителей его приказа; об этом говорилось достаточно много, и история не простит трагедии Нагасаки и Хиросимы никому из тех, кто к ней причастен. Но я не хочу ассоциировать вину атомной бомбардировки Японии с именами тех ученых, которые участвовали в Манхаттенском проекте. Ведь тогда, когда начинался этот проект, речь шла о фашизме, и кто знает, что было бы, если бы первыми были бы фашисты!

Эта же логика руководила и советскими учеными. Причем у них перед глазами к тому же был пример Японии. Что могло остановить людей, готовых превратить в ничто и искалечить миллионы и миллионы жизней? Только сила, только опасность возмездия!

История открытия атомной энергии дает удивительные примеры эффективности выполнения научно-технических программ. Использование их в практике управления способствовало успешному и быстрому созданию не только атомного оружия, но и атомной энергии. Первый эксперимент в этой области — первая атомная электростанция была создана в России, в Калужской области, в городе Обнинске.

Сегодня атомная энергетика уже неотъемлемая часть энергетического потенциала развитых стран. И роль ее будет возрастать от года к году. Создание новых, более эффективных ядерных реакторов-размножителей многократно увеличивает атомную часть энергетического потенциала, использование которой доступно человеку и делает ядерную энергетику вполне конкурентоспособной энергии, полученной на тепловых станциях. Если

однажды на службу человеку будет поставлена термоядерная энергия, то его энергетические возможности станут практически безграничными.

В науке очень трудны и опасны прогнозы. Накануне второй мировой войны, вероятно, ни один из ведущих физиков мира не рискнул бы предсказать появление через 5 лет атомной бомбы, а через 10 лет первой атомной электростанции. Но успехи ядерной физики и технологии, понимание возможностей использования энергии не только ядерного распада, но и ядерного синтеза привели также и к недооценке ряда трудностей. Покойный ныне академик И. Курчатов, глава советских ядерщиков, в середине 50-х годов предполагал, что практическое использование в мирных целях термоядерной реакции начнется уже через несколько лет, то есть на грани 60-х годов! А через 17 лет, в начале 70-х годов, также покойный ныне академик Л. Арцимович высказал сомнение в том, что в XX веке человечество вообще сможет справиться с управлением термоядерных реакций. Тем не менее однажды, вероятно, это случится! Но и без энергии термоядерного синтеза развитие ядерной энергетики в ближайшие десятилетия существенно изменит топливно-энергетический баланс и сыграет выдающуюся роль в развитии цивилизации.

Нечто похожее было и в истории выхода человека в космос. Здесь также переход от фантастических замыслов к инженерной реализации произошел за считанные годы, и усилия многотысячных коллективов ученых, инженеров и рабочих направлялись стремлением создания новой энергетической установки для ракетно-космических комплексов.

Начало истории покорения космоса — а о нем сейчас написаны уже десятки книг — назидательно во многих отношениях.

Полуглухой, чудаковатый учитель из Калуги за свои деньги на плохой бумаге издавал в начале века какие-то брошюры и книжечки, которые никто из ученых не хотел читать. Он писал в них о ракетах, о межпланетных путешествиях. Делал математические выкладки, из-за отсутствия латинского шрифта в типографии в математических преобразованиях использовал русские буквы, вывел формулу, которая сейчас называется формулой Циолковского. Но мало кто эту деятельность воспринимал всерьез. Даже Н. Жуковский — отец русской авиации — считал работы К. Циолковского дилетант-



скими упражнениями, которые не заслуживают даже просто внимательного обсуждения. И никому тогда было невдомек, что они присутствуют при начале космической эры, что через 50 лет паренек из Гжатска проделает путь, предсказанный учителем из Калуги. Практически до конца 30-х годов занятия теорией реактивного движения и создание ракет носили характер любительства. Даже знаменитый ГИРД и другие подобные организации были по нынешним временам небольшими группами любителей, работающими чуть ли не в домашних условиях. А ведь в составе тех групп работали выдающиеся ученые и инженеры, имена и труды которых золотыми буквами записаны в историю покорения космоса: Ф. Цандер, книги которого сделались фундаментом ракетной науки, профессор Ю. Победоносцев, который сумел создать пороха со стабилизированным горением в широком диапазоне температур, будущий академик и Главный конструктор С. Королев и многие другие исследователи и инженеры, чьи имена мы сегодня произносим с глубоким уважением и заслуги которых известны всему миру! Примерно такой же технический уровень был характерен и для Германии. В остальных странах исследовательская, а тем более конструкторская деятельность была еще ниже.

Однако в 40-х годах еще далеко не все поняли, что мы находимся накануне новых великих открытий. В конце 40-х годов автор этой книги присутствовал в МВТУ на дискуссии о путях развития двигателестроения. Один из ведущих в то время конструкторов авиационных двигателей убеждал аудиторию в абсолютной бесперспективности использования реактивных двигателей, во всяком случае, в авиации. Я должен покаяться перед читателем: я также выступал на той памятной дискуссии в МВТУ и тоже приводил некоторые расчеты. Вся беда, как мне казалось, состояла в том, что для космических полетов необходима большая скорость истечения газа из сопла двигателя. А она пропорциональна  $\sqrt{T}$ , где  $T$  — абсолютная температура сгорания. Но ведь такого горючего, которое обеспечивало бы высокую температуру сгорания, кажется, нет! А если бы даже и было, где мы найдем такой материал, чтобы он выдержал подобную температуру? Значит, боевые ракеты типа пресловутых «Фау-2», еще сделать можно, а вот космос! Мой тогдашний патрон профессор Ю. Победоносцев, у которого я в те годы работал ассистентом на кафедре в МВТУ, воз-

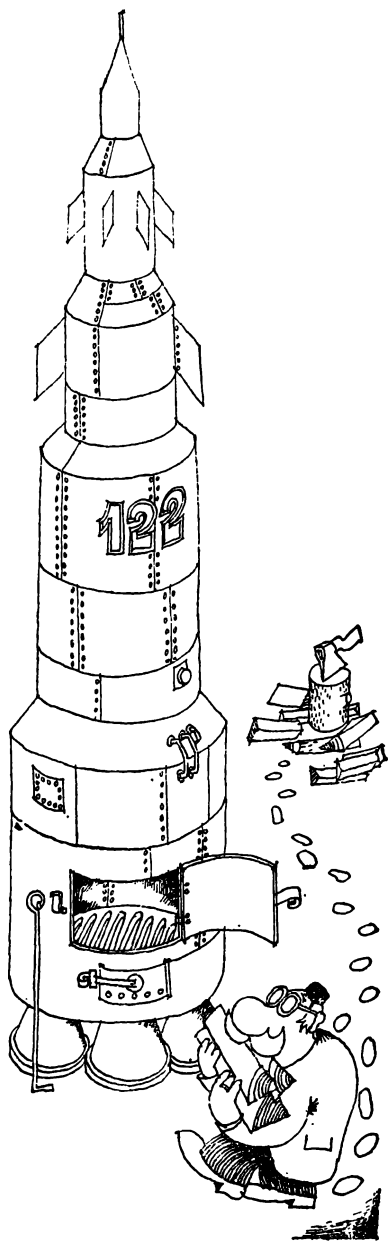
разил мне довольно оригинально: «Ну, конечно, в математике вы не наврали, расчеты вы сделали правильно, но инженеры, они ведь не математики — они как-нибудь выкрутятся».

И выкрутились! Через 10 лет нами был запущен первый спутник, еще через несколько лет Юрий Гагарин увидел Землю из космоса, а еще через несколько лет человек ступил на Луну.

Дорогие читатели, наверное, многие из вас, глядя на полную Луну, думали о том, что вон там, по этому сверкающему диску, шагали люди, что лунный камень — это реальность наших земных лабораторий. Разве эти мысли не вызывают ощущения величия человека и его инженерного гения!

Третьим великим знаменем научно-технической революции принято считать создание электронной вычислительной машины.

Здесь все по-другому. Здесь не было ярких фактов, никаких сенсаций. Все было гораздо тише и незаметнее. И вместе с тем... Но об этом позднее. Сейчас я хотел бы только предупредить читателя. Автор глубоко убежден в том, что это тихое



вторжение в нашу жизнь устройства, которое вначале воспринималось просто как быстродействующий арифмометр, повлияет на историю человеческой цивилизации не менее, нежели открытие ядерной энергии, добыча лунного грунта и другие события, столь же сильно действующие на людское воображение. Но к этому мы еще вернемся. ЭВМ — это предмет особого разговора.

## **ОСНОВНЫЕ ДЕЙСТВИЯ ПРОИСХОДЯТ В ГЛУБИНЕ СЦЕНЫ**

Все три великих приобретения человеческой цивилизации — ядерная энергия, ракетный двигатель и ЭВМ — это, конечно, ярчайшие проявления НТР. Но ими отнюдь не ограничивается научно-техническая революция. Она всюду. В производстве новых материалов, в новых транспортных возможностях, в создании лазерных устройств, в широчайшем использовании инсектицидов и т. д.

Научно-технический прогресс в некоторых сферах человеческой деятельности уже привел к «дочерним революциям». Например, говорят о «зеленой революции» — резком увеличении урожайности злаков в некоторых странах мира, и прежде всего в Индии и Мексике.

А разве не революция — создание и внедрение синтетики? Можно ли сегодня представить себе жизнь без этих материалов? А еще 30 лет назад их не было и в помине!

Однако научно-техническая революция — это еще не сами открытия и изобретения, это следствие использования их результатов. Вот почему научно-техническая революция и проявляется во всех сферах человеческой деятельности. Конечно, прежде всего она касается сферы производства. Появление новых технологий влечет за собой расширение номенклатуры производимых изделий, усложнение технологических процессов и т. д. Все это, в свою очередь, приводит к резкому усложнению производственных связей — внутривозовских, внутриотраслевых, межотраслевых. Совершенно новой становится роль координации производственной деятельности, резко возрастает необходимость и роль централизованного управления и т. д.

Изменение характера и структуры производственной деятельности тянет за собой еще целый ряд следствий. Появляются новые специальности, совершенствуется си-

стема образования, хотя она, как правило, и отстает от потребностей развивающейся техники. Меняются роль, значение и характер деятельности разнообразных должностных лиц. Последнее обстоятельство очень важно иметь в виду — именно оно и создает часто те «психологические» барьеры, которые мешают победному шествию новых идей и достижений в не меньшей степени, чем косность и невежество. Правда, консерватизм мышления и поведения людей играет не только отрицательную роль. Он в какой-то степени содействует стабилизации процесса развития общества. В теории управления известно, что перекладка руля из одного крайнего положения в другое без тщательного анализа структуры возмущений неизбежно приводит к дестабилизации управляемой системы, например, самолета. По-видимому, неизбежным условием прогресса является конфликт, борьба двух противоположных тенденций — стремление «отследить» все то новое, что рождается в головах инженеров и исследователей, со стремлением сохранить старую систему поведения и функционирования, которая до поры до времени обеспечивала в той или иной степени потребности общества. Любое новое, созданное руками человека, даже если оно и очень нужно ему, должно как-то отстояться, адаптироваться к условиям его существования. Таким образом, этот «естественный консерватизм» часто помогает отсеять скороспелые варианты и отшлифовать то, что должно остаться на долгое время.

Одна из ярких особенностей НТР — резкое возрастание не только роли управленческого аппарата, но и количества разного рода «управленцев». Другими словами, увеличение доли инженерно-технических работников в общем количестве работающих в объединении, на предприятии. Неизбежность увеличения числа лиц, занятых в управлении, — это явление объективное, оно определяется непрерывным усложнением производства. Широко распространено убеждение, что увеличение числа «управленцев» — зло, с которым надо бороться всеми силами. Как же — ведь все эти плановики, снабженцы, заведующие отделениями и т. д. не заняты непосредственно в производстве, они не стоят у станка, не производят сами непосредственно материальных ценностей, а только их потребляют. Если их число мы сумеем уменьшить, то высвободятся рабочие руки, которые начнут производить товары, обрабатывать землю и т. д.

Значит, «управленцы» — работники непроизводительной сферы — это зло. И эта обывательская точка зрения, которая имела, может быть, смысл «во времена Адама», часто проявляет себя и сейчас разнообразными административными актами, с помощью которых число лиц, занятых «управленческим» трудом, огульно сокращается. А жизнь требует и диктует то, что является необходимым для развития производительных сил. Введение автоматизации управления иногда аргументируется необходимостью сокращения административно-управленческого аппарата — и только! И делаются ссылки на примеры автоматизации труда физического, на автоматизацию производственной деятельности, которая всегда «экономична» и приводит к уменьшению численности персонала. И не часто задумываются над той принципиальной разницей, которая существует между этими двумя «автоматизациями». А это ведь и есть одна из нетривиальных особенностей НТР.

Автоматизация производства — это новый способ делать старую работу. Введение автоматизации, дополнительные затраты на автоматизацию всегда обоснованы очевидными аргументами. Происходит замена ручного труда машинным или замена одних машин более производительными. В результате сокращается количество рабочих или растет объем производства. В каждом случае эффект очевиден. Затраты всегда легко подсчитать и сопоставить с выигрышем, оценить эффективность.

Автоматизация и совершенствование управления — это создание новых способов принятия решений. И оценить значение такой автоматизации гораздо труднее. С помощью более совершенного аппарата управления удалось получить более совершенные производственные решения, уберечься от ошибок, ускорить оборачиваемость средств, уменьшить запасы на складах, уменьшить себестоимость продукции и т. д. и т. п. Но все это видно только в ретроспективном плане. Да и то всегда остается сомнение — так ли уж во всех этих успехах велика роль более совершенной системы управления производством? Вот почему не затихают дискуссии о способах оценки эффективности автоматизированных систем управления (АСУ), в конечном счете позволяющие находить лучшие варианты технических или народнохозяйственных решений. С чем можно сравнить найденное хорошее решение? Только с тем, которое было до него. Но какой управляющий признается в том, что раньше,

до введения АСУ, он предложил бы худшее решение, чем то, которое теперь уже предложено!

И тем не менее тенденции НТР очевидны. Идет непрерывное сокращение числа лиц, занятых непосредственно в производстве, и не только в относительных, но и в абсолютных цифрах. И растет число «управленцев». И в далеком будущем мы уже видим полностью автоматизированные безлюдные заводы, где к производству не прикасается рука человека, и огромные коллективы «управленческого» персонала, который управляет этим безлюдным производством, планирует его, отыскивает новые технические решения и т. д. Все это не может не изменять нашего представления о роли тех или других профессий.

Автор не хотел бы, чтобы у читателя создалось впечатление, что он как-то защищает бездумное, не оправданное ничем, кроме собственного невежества или неумения, раздувание штатов, с которым мы, к сожалению, встречаемся не так уж редко и которым нередко прикрывается неспособность рационально использовать имеющихся людей и наладить производственный процесс.

НТР затрагивает, конечно, и другие сферы деятельности человека, весьма далекие от производственной. Новые физические методы исследования, основанные на использовании новой аппаратуры, позволяют, например, изучать с гораздо большей полнотой физиологические процессы. Улучшается качество диагностики заболеваний. Вместе с усовершенствованием информационной и профилактической службы, новыми искусственными препаратами и общим повышением среднего жизненного уровня происходит значительное уменьшение смертности и увеличение продолжительности жизни. Вследствие этого практически во всех странах мира в послевоенные годы произошел так называемый демографический взрыв. Быстрый рост населения наблюдается еще и сейчас во многих развивающихся странах мира. А в развитых странах, где рост населения в последние годы почти прекратился, происходит резкое постарение населения. Это также приводит к глубоким социальным сдвигам и меняет поведение народа как единого организма. Интересные данные о динамике населения дает советская статистика народонаселения. В Средней Азии и Азербайджане сейчас смертность на 1000 человек населения 6—6,5 человека вместо средней 8—9 по стране. Это след-





ствии демографического взрыва, который там произошел в послевоенные годы. Эти республики обладают сейчас самым молодым населением в СССР.

Но самое главное, что происходит сейчас, — это, конечно, революционный качественный скачок в уровне развития производительных сил общества. Марксизм учит, что такие изменения производительных сил неизбежно приводят к перестройке сложившейся системы производственных отношений. Ленинский тезис о непрерывном совершенствовании управления народным хозяйством является яркой конкретизацией этого общего положения научного коммунизма. Научно-техническая революция разворачивается в эпоху перехода человеческого общества от капитализма к социализму, и этот процесс оказывает самое существенное влияние на характер и последствия научно-технического прогресса.

Таким образом, НТР и ее последствия — это самый сложный комплекс различных явлений, и прежде всего социальных.

Но одного понимания необходимости эволюционного развития производственных отношений еще недостаточно. Надо понять, как они могут и должны измениться. И как их следует изменять.

Общество должно быть готовым встретить и использовать то лавинообразное увеличение производительных сил, которое является первым и неизбежным следствием научно-технической революции.

Могущество, которое дает человечеству НТР, сдвиги, которые произошли за послевоенные десятилетия в техническом вооружении общества, видны невооруженным глазом. Каждый человек их чувствует на себе. Это скорости реактивных самолетов и обилие новых товаров, экспедиции в Арктику, Антарктику, на Луну и дно океана, грандиозные стройки вроде БАМа и распространение автомашин и т. д. и т. п. Все трудно даже перечислить. Но эта мощь человеческой цивилизации имеет и обратную сторону, и, не сказав об этих отрицательных сторонах НТР, нельзя создать правильное представление о явлении в целом. Об отрицательных последствиях НТР уже говорится в широкой печати, публикуется много статей. Но пока что речь идет только о некоторых явлениях, носящих к тому же достаточно поверхностный характер. Внимание обращается прежде всего на оскудение ресурсов планеты, на уничтожение лесов, на загрязнение водных акваторий рек, морей и океанов. Многое, о чем говорится по этому поводу (хотя и не всегда достаточно компетентно!), вполне правильно и обоснованно.

Энергетический кризис в последнее время привлек особое внимание печати и широкой общественности. Конечно, проблема энергетических ресурсов очень остра и актуальна. Но вокруг подобных вопросов больше политики, моды, чем реальной оценки опасности. Разумеется, запасы энергетического топлива ограничены, и не за горами то время, когда человечество должно будет смириться с мыслью о том, что кладовые уже почти пусты. Но эти годы совсем не так близки, как об этом иногда пишут. Здесь нет сенсаций и основания для панических сентенций.

Сегодняшние темпы развития энергетики, по-видимому, еще могут быть обеспечены в течение двух поколений теми запасами энергетического топлива, которыми мы пользуемся в настоящее время. Если в течение ближайших 20—30 лет технология создания реакторов-размножителей будет полностью освоена, то энергетический голод будет еще отодвинут на добрую сотню лет. Кроме того, в земле скрыты огромные запасы органического топлива в форме нефтеносных сланцев, песков, глин и т. д. Однако в современных условиях их разработка нерентабельна. Но ведь можно уже сейчас направить

капиталовложения и усилия ученых на разработку технологии извлечения нефти из нефтеносных пород. В этом случае можно ожидать, что в течение ближайших десятилетий для человека окажется доступной еще одна богатейшая энергетическая кладовая.

Наконец, не безнадежно говорить о покорении термоядерной энергии.

Вот почему панические настроения западной прессы, мне кажется, нельзя принимать всерьез. А «энергетический кризис», который разразился на Западе, конечно, не означает, что мы в конце XX века можем столь же бездумно, как и в прошлые века, относиться к тем богатствам, которые нам дала природа. Проблема есть, она поставлена НТР. Но это не пожар, требующий мгновенной реакции. В эпоху НТР стала очевидной необходимость человека сделаться рачительным хозяином, который должен с умом и расчетом тратить полученное наследство, подготавливая загодя новые ценности к тому моменту, когда старые будут исчерпаны. Точно так же обстоит дело и с другими ресурсами.

Сейчас много говорят о загрязнении среды, приводят фотографии, цифры, высказывания очевидцев и т. д. Причем все это подается, как правило, в форме сенсации. И на самом деле проблема загрязнения очень опасна, и она тоже порождена НТР. Но то, о чем обычно говорят, — это только внешние проявления, если угодно, это только надводная часть айсберга. И быстрое уменьшение количества энергетического топлива, и растущее загрязнение среды, и многие другие факты, о которых мы здесь не имеем времени говорить, следствие одной причины — невиданного роста мощи человечества как элемента биосферы.

Конечно, весь современный лик Земли обязан активности живой материи. Практически все геоморфологические и ландшафтные характеристики земной поверхности порождены Жизнью. И человечество как биологический вид внесло в эти процессы формирования биосферы свою лепту. Впервые эти глубокие взаимосвязи были поняты покойным академиком В. Вернадским. Но он же обратил внимание на то, что характерное время изменения окружающей среды гораздо больше времени жизни любого живого индивидуума. Значит, жизнь отдельного живого существа и даже отдельной популяции всегда можно было изучать в условиях стабиль-

ности, относительного постоянства характеристик внешней среды, климата, качества окружающих вод, воздуха, радиации и т. д.

Но так было лишь до поры до времени. В последние десятилетия ситуация начала стремительно изменяться. Человек обрел мощь, уже сравнимую с мощностью тех процессов, которые определяют геологические изменения земной коры, движения циклонов, динамику морских течений и т. д. Человек — элемент биосферы — становится опасен для биосферы в целом. Из лилипута, служителя лавки с хрустальной посудой, он вдруг превратился в Гулливера, любое неловкое движение которого может разрушить, невозвратно разрушить всю гармонию, созданную природой за миллиарды лет.

Деятельность человека уже влияет на климат Земли, а климат — это в конечном счете главное, что определяет условие жизни на планете. Мы боимся (и справедливо), что истощаются запасы топлива. Но если темпы роста энерговооруженности сохраняются такими, какие они сейчас, то через 100 лет мы будем производить такое количество энергии, которое сравнимо с той, которую Земля получает от Солнца. Это может иметь катастрофические последствия. Надо к тому же иметь в виду, что эта искусственная энергия будет еще локализована, сосредоточена в отдельных районах.

Нарушение устойчивости биосферы (биоты) — это другая возможная опасность, которая сегодня еще скрыта от зрителя и до которой журналисты пока еще не добрались. Устойчивость биоты — это не только отбросы, не только загрязнение окружающей среды. Тот факт, что ничто живое не может быть в среде, созданной из собственных отбросов, — утверждение, которое сформулировал еще академик В. Вернадский, — мне кажется, понят практически всеми. Но что вместе с уменьшением площади лесов, увеличением площадей культурных полей с их обедненными и стандартизованными биоценозами, применением пестицидов и химических удобрений и другими видами человеческой активности меняется вся структура популяций и геохимических циклов, что в принципе это может привести к необратимым процессам — к потере устойчивости всей биоты, — говорится пока еще только среди специалистов. А жаль, ибо здесь возникают проблемы поистине сложные и в научном, и в социальном плане и вместе



с тем такие, от решения которых будет уже в ближайшие десятилетия зависеть судьба человечества как биологического вида.

И наконец, последнее. Чтобы вызвать необратимые процессы, чтобы качественно изменить условия жизни на Земле, во все нет необходимости совершать катаклизмы, требующие особо больших затрат энергии. Нарушение извечного хода вещей может произойти «почти случайно». Так, например, основные параметры атмосферы, ее средняя температура, распределение влажности, структура циклонов и т. д. определяются прежде всего процессами энергообмена между атмосферой и океаном. Пленка нефти микронной толщины на поверхности океана полностью может нарушить характер этих процессов. И жизнь человека, во всяком случае в средних широтах, станет невозможной! Мы уже сталкивались с угрожающими примерами такой неустойчивости.

Бассейн Амазонки пересечен автострадой. Ожидалось, что буйная сельва будет все время наступать на дорогу и ее поддерживать будет трудно. А все оказалось нао-

борот. Сельва начала отступать, и просека расширяется. Леса Амазонки стоят на земле, из которой тропические ливни вымыли практически все минералы, всю органику. Она живет только фотосинтезом. Богатство жизни в сельве — это обилие солнца. Но равновесие, в котором находится тропический лес, оказывается, очень хрупкое. А тропические многоярусные леса — это основная кислородная фабрика нашей планеты. Нужны ли комментарии!

Я пока ограничусь сказанным. Но еще вернусь к этим вопросам в заключительной главе, специально посвященной проблеме «Человек и биосфера». Здесь же мне хотелось бы только обратить внимание на одно условие, абсолютно необходимое для сохранения человеческой цивилизации.

Чтобы Гулливер мог двигаться в хрустальной лавке лилипута и не уничтожить всего того прекрасного, что в ней собрано, он должен научиться соизмерять свои движения с ограниченностью пространства и с хрупкостью того, что его окружает. А для этого он должен, во-первых, узнать, сколько метров ему отпущено для движения, и, во-вторых, хотеть соизмерять свои стремления и возможности.

Первое — это вопрос к науке. Человек должен знать, где таится опасность, где та черта, за которую он не имеет права перешагнуть. Второе — это адаптация человеческого общества к тем новым условиям его существования, которые формируются в эпоху НТР, изменение многих сторон традиционного мышления. Третье — необходимость перестройки социальных структур на планете — ликвидация антагонистической общественно-экономической формации, что позволит человеку наладить «прозрачные и разумные связи между собой и природой» (К. Маркс).

Итак, научно-техническая революция и ее последствия — это клубок противоречивых тенденций, где в единое целое свиты могущества и небывалые возможности, которыми никогда ранее не обладал человек, с опасностями и возможными несчастьями такого масштаба, о которых даже не рисковали и думать раньше. Но нельзя ли могущество и ум современного человека использовать на то, чтобы справиться с этими трудностями и вывести корабль человеческой цивилизации в спокойное русло?

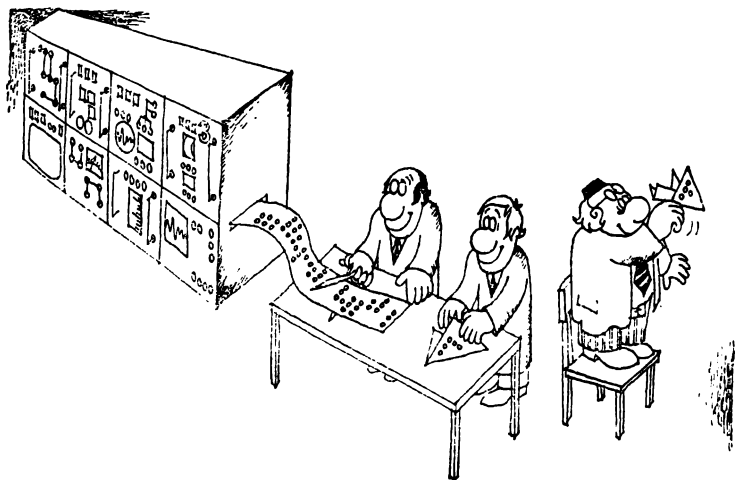


## ПОЯВЛЕНИЕ ГЛАВНОГО ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЛИЦА

Для дальнейшего нам очень важно понять главную особенность НТР, без чего все ее остальные проявления во многом утратили бы свое значение или были бы просто невозможны, то, на что в первую очередь будет в дальнейшем опираться прогресс человеческой цивилизации.

В период первой промышленной революции назвать главное действующее лицо, ту пружину, без которой весь механизм развития производительных сил остановился бы, было очень просто — это была паровая машина.

Именно она дала источник энергии, без которой любые трудоемкие производства были бы невыполнимы. Благодаря паровой машине удалось создать технологии такой производительности, которые обеспечили возможность направить значительную долю усилий человечества на дальнейшее развитие науки, техники, образова-



ния. А это, в свою очередь, интенсифицировало усилия человека, направленные на то, чтобы ставить себе на службу все новые и новые источники искусственной энергии. С появлением паровой машины возникла та положительная обратная связь, та цепная реакция, которой обязано появление современной технической цивилизации. Изобретение паровой машины действительно

явилось той пружиной, которая стала крутить стрелки часов истории с совсем другой скоростью.

Ну а НТР? Где ее скрытые пружины? Увидеть их — значит понять нужное направление необходимых усилий; значит правильно предвидеть и направить дальнейшее развитие событий.

Я присоединяюсь к тем, кто думает, что такой скрытой пружиной НТР, ее основным двигателем является электронная вычислительная машина.

Я уже обратил внимание читателя на то, что ЭВМ появилась в 40-х годах как вспомогательное устройство, позволяющее делать вычисления несколько быстрее, чем это умели делать раньше. Научные и технические задачи, возникшие в первые послевоенные годы (связанные, как правило, с реализацией достижений науки — атомной энергетики), требовали такого объема вычислений, который в принципе был нереализуем старыми, традиционными методами с использованием арифмометров и клавишных машин. Это обстоятельство послужило на Западе источником интереса власть имущих к новым вычислительным средствам: и за пять-шесть послевоенных лет в США возникла целая новая отрасль электроники. В конце 40-х годов первые шаги вычислительная техника сделала и в СССР. Под Киевом, в Феофании, покойным ныне академиком С. Лебедевым в 1948 году было создано электронное быстродействующее устройство, которое им было названо МЭСМ — малая электронная счетная машина. А уже через несколько лет в Москве появилась новая разработка С. Лебедева — большая электронная счетная машина БЭСМ-1 — родоначальница знаменитой серии БЭСМов, роль которой в развитии советской науки, техники и промышленности переоценить невозможно.

Еще долго — все 50-е годы — к ЭВМ относились как к новому арифмометру. И использовалась эта машина прежде всего для расчетов научных и инженерных. И только где-то на грани 60-х годов, когда уже появились ЭВМ второго поколения, после первых успехов применения ЭВМ в экономических расчетах, планировании, управлении и других сферах производственной деятельности, постепенно стало ясно, что ЭВМ — это не просто новый быстродействующий арифмометр, а феномен, предоставляющий людям возможность по-новому обрабатывать информацию. А поскольку любая (я подчеркиваю — любая) человеческая деятельность связана

с принятием того или другого решения, а решение всегда принимается на основе анализа информации и его качество непосредственно зависит от качества информации, то появление нового инструмента анализа информации должно вносить уже нечто качественно новое в самую святая святых человеческой деятельности — в процедуры принятия решений.

И появился этот инструмент переработки информации как никогда вовремя.

Если зарождению паровой машины предшествовал энергетический тупик, то в канун НТР энергетические ресурсы мира были еще достаточно велики. И не состояние энергетики сдерживало дальнейшее развитие человеческой цивилизации, не энергетические ресурсы были предвестниками грядущих изменений, а состояние дел с анализом и переработкой информации.

Потенциальная возможность будущего кризиса рождалась высокими темпами развития промышленности, науки, общественной жизни и, как следствие, небывалым ростом потока информации.

Конечно, информация, так же как и энергетика, является основой человеческой деятельности и развития общества. Недостаток информации делает человека слепым, не дает ему возможности правильно использовать свою силу, и это не может быть компенсировано никаким наращиванием мощности. Но информация нужна людям не сама по себе. Она должна быть надлежащим образом переработана, препарирована, подготовлена для использования. Значит, информацией человек может воспользоваться лишь тогда, когда способен ее перерабатывать в определенных количествах, ибо биологические возможности интеллекта человека ограничены и избыточная информация ему просто не нужна, а иногда даже и вредна.

Поясним эту мысль на двух примерах.

Руководитель предприятия. Если это предприятие маленькое, то им управлять относительно легко. Несколько десятков людей, традиционная номенклатура производимых изделий, традиционные поставщики и потребители — все это связано с таким объемом информации, который руководителю, принимающему решение, проанализировать довольно легко. У него есть все объективные возможности хорошо управлять.

Но вот начинает сказываться НТР. Чаще изменяется и расширяется номенклатура, растет объем производ-

ства, усложняются все производственные связи. Руководителю становится все труднее и труднее управлять заводом. Он делает одну ошибку за другой; завод лихорадит. Умный директор начинает совершенствовать аппарат управления: заводит новых помощников, специальные службы, систему контроля и т. д. Но НТР продолжается. Возникают новые технологии, в которых директор плохо разбирается (и у него уже никогда не будет времени в них разобраться), все более усложняются внутривзаводские связи, появляются новые люди. Директор постепенно перестает узнавать свой родной завод. А процесс продолжает нарастать — началась цепная реакция. Уже появляются ранее неизвестные ему поставщики и потребители, возникает необходимость непрерывного технологического обновления, изменяется структура рынка и т. д. и т. п. Лавина новых сведений и данных захлестывает директора. Она не позволяет ему разобраться в происходящем, уже не помогает наращивание аппарата управления, он теряет целостное представление о своем заводе, он задавлен мелочами, и, как бы ни был талантлив, он начинает все чаще и чаще принимать ошибочные решения. Дальнейшее развитие предприятия тормозится неспособностью его самого и его аппарата использовать то, что уже у него есть; практически теряет всякий смысл дальнейшее наращивание мощностей без коренного изменения принципов обработки информации и управления.

Второй пример. Исследователь, чтобы создать новые знания, должен опираться на старые: изучение потока работ — неотъемлемая часть труда ученого. Объем научных исследований растет, изучение этого потока отнимает у него все больше и больше времени. Неизбежно наступает момент, после которого исследователь начинает вести свои исследования с «закрытыми глазами». Изучая тот или другой вопрос, он уже не уверен — новый это вопрос или, может быть, кем-нибудь он уже был изучен ранее. И мировой опыт показывает, что, начиная со второй половины XIX века, количество дублированных работ, «открытий Америк» непрерывно возрастает не только абсолютно, но и относительно. (Отсюда и стремление к контактам — многочисленные симпозиумы, семинары и т. п.) Возникает ситуация, в которой дальнейшее развитие науки старыми методами становится бесперспективным.

Подобных примеров, показывающих, что информа-

ционная нагрузка современной цивилизации входит в противоречие с биологическими возможностями человека, можно привести сколько угодно.

Было бы ошибкой утверждать, что проблема избыточной информации возникла только сегодня. Необходимость специальной обработки информации, представления ее в форме, удобной для принятия решения, существует, вероятно, столько же времени, сколько существует и человеческое общество. И за эти тысячелетия выработано много рациональных приемов. Наглядным тому примером служит армия.

Представим себе на минуту, что командарму сообщается вся информация о его армии, о каждом солдате, о каждой пушке, о каждой полевой кухне и т. д. и т. п. Генерал будет задавлен объемом информации. Он не сможет создать себе целостного представления ни о боевой обстановке, ни о своих возможностях и не сможет за разумное время принять правильного решения. Чтобы этого не случилось, принято армию делить на дивизии или корпуса, те, в свою очередь, на полки, батальоны и т. д. И командующему армией сообщается информация только о дивизиях или в крайнем случае о полках. Именно потому, что генералу сообщаются сведения в таком агрегированном виде, то есть только часть имеющейся информации, ему в силу биологических свойств его разума удается оценить всю обстановку в целом, без чего он не может принять решение.

Поэтому, когда сегодня мы говорим об информационном тупике, о том, что дальнейшему прогрессу мешает непрерывно растущий объем информации, это означает, что известные приемы обработки и подготовки информации себя уже исчерпали. Дальнейшее развитие производительных сил требует качественно новых способов ее переработки. ЭВМ и являются тем ключом, которым можно открыть информационный тупик.

Большинство современных технических достижений, в том числе использование ядерной энергии и полет в космос, было бы невысказимо без электронных вычислительных машин. Те горизонты научно-технического прогресса, которые сейчас открываются перед нами, были бы пустым фантазерством, если бы не ЭВМ. Вот почему они занимают совершенно особое место в ряду замечательных достижений науки и техники последних тридцати лет. Вот почему ЭВМ — действительно главное действующее лицо ИТР.

Любое крупное научное открытие всегда раздвигает горизонты познания и человеческой деятельности. Люди начинают по-другому видеть окружающий мир, они становятся более зрячими, начинают находить новые пути и направления для своей деятельности, которые раньше были скрыты от них завесой невежества.

Но три открытия, как мне кажется, занимают в истории человечества совершенно особое место: огонь, паровая машина, электронная вычислительная техника. Каждое из этих открытий стало началом отсчета новой эры в истории человечества. Конечно, с этим можно спорить, вероятно, к их числу можно добавить еще какие-то открытия, но эпохальность открытия огня, изобретения паровой машины и создания ЭВМ, мне кажется, не может вызвать дискуссий.

**Огонь.** Его покорение не только бесконечно умножило силы человека, не только защитило нашего пещерного предка от зверей и холода ледниковых эпох. Огонь цементировал первобытные человеческие коллективы и, вероятно, в огромной степени способствовал формированию человеческого общества. Приручение огня произошло в тот период, когда антропогенез, то есть процесс генетического развития человека, еще не кончился. И может быть, тот факт, что предок человека начал есть вареную пищу, во многом содействовал завершению процесса превращения неантропов в *Homo sapiens*.

Последнее замечание мне кажется важным. Открытие огня, безусловно, качественно изменило роль интеллекта в судьбе человека, человеческого общества. С его помощью стадо пралюдей вышло из тупика звериного прозябания, возникли условия, в которых могла проявиться эффективность интеллекта, а следовательно, и стимулы к его развитию.

**Паровая машина.** Она была создана, по существу, тогда, в тот момент, когда человеческое общество уже исчерпало материальные, энергетические возможности для своего дальнейшего развития. Действительно, в эпоху Петра Великого человечество обладало столь ничтожными энергетическими ресурсами, что вряд ли можно было ожидать каких-либо значительных сдвигов в уровне развития производительных сил. В самом деле, кроме мускульной энергии людей и животных, в распоряжении человека была в ничтожном количестве энергия ветра и воды. В этих условиях простое физическое суще-





ствование требовало затраты почти всех сил общества, оставляя лишь малые крохи для дальнейшего совершенствования науки и культуры, для повышения жизненного уровня людей.

Паровая машина, поставив на службу человеку новый источник энергии — химическую энергию, скрытую в каменном угле и дереве, обеспечила повышение уровня производительности труда и прибавочного продукта, необходимого для дальнейшего развития науки и техники. Появление возможности тратить значительную часть сил общества на научно-технический прогресс и было пусковым крючком той цепной реакции экспоненциального развития производительных сил, свидетелями которого мы все являемся. С этого времени человечество начало ощущать острую необходимость в расширении сферы интеллектуального труда, создающего новые машины, добывающего новые знания.

Э В М. Интенсификация интеллектуальной деятельности — одно из основных следствий первой промышленной революции — послужила, в свою очередь, источником нарастающего темпа научно-технического прогресса.

Развитие человеческого общества имеет много разных аспектов. И один из них — это непрерывное увеличение роли интеллектуального труда. С этой точки зрения все три крупнейшие технические революции — приручение огня, промышленная революция и НТР — сопровождались скачкообразным увеличением роли интел-

лекта в жизни общества. Но и в этом плане НТР имеет одно существенное отличие. Предыдущие технические революции умножали силы человека, его энергетический потенциал. Благодаря этим революциям стали сильнее руки у человека. Научно-техническая революция интенсифицирует прежде всего интеллектуальную деятельность человека; и делает это с помощью ЭВМ. Вычислительная машина освобождает человеческий разум от необходимости совершать утомительную рутинную работу и открывает небывалые возможности использования таланта человека.

И еще одно замечание. Любая деятельность человека — это всегда цепочка решений; человек всегда стоит перед выбором альтернатив. А судьба людей зависит прежде всего от того, как они умеют находить правильные решения, выбирать нужные альтернативы. ЭВМ и те научные знания, которые связаны с ее использованием, составляют тот инструмент, с помощью которого человек сможет избежать ложных, неверных, опасных решений. На базе новых технических средств сейчас возникает новое направление человеческой деятельности — создание инструмента, который, если угодно, можно назвать «инструментом предвидения». Это «человеко-машинные системы», в которых воспроизводятся те процессы, которые изучаются, и те действия, которые мы собираемся предпринять. Они позволяют объединить творческие возможности человеческого интеллекта со способностью ЭВМ проводить все логические операции, и в том числе вычисления, не только в миллионы раз быстрее человека, но и практически безошибочно. Эти системы получили название «имитационных систем». С их помощью мы имеем возможность оценивать различные альтернативы.

Вот эти обстоятельства, как мне кажется, и есть наиболее характерная черта эпохи, в которую вступает человечество в последние десятилетия XX века.

## НАЧАЛО ПЕРВОГО АКТА

НТР начинается с внедрения достижений науки и техники в производственную сферу. Чем более развита страна, тем выше ее производственная и общетехническая культура, тем быстрее, как правило, становятся достижением конкретной практики те или другие приобретения научной и инженерной мысли. С этих позиций

история создания ЭВМ и их внедрения в практику представляется замечательной и поучительной.

Выше уже говорилось, что история ЭВМ началась с того, что был создан сверхбыстродействующий арифмометр. И этот арифмометр привел к удивительным успехам в научных инженерных расчетах. Но этот этап даже еще не был историей, ибо главное было впереди. Перспектива использования ЭВМ открылась по-настоящему лишь тогда, когда этот инструмент был применен в управлении технологиями, производством, для планирования, когда были созданы первые информационные системы. Но и этот этап, во время которого было понято, что без ЭВМ, без перестройки всего управления производственной деятельностью на новой основе экономика любой развитой страны превратится в вавилонское столпотворение, также был еще предысторией.

В этой книге я не буду много говорить о технической стороне вопроса; сейчас это уже, вероятно, не главное. Надо понять, что ЭВМ — это оборудование нового типа.

Когда изобретается новый станок, всем заранее известно, для чего он создается. Вопрос о его использовании не является принципиальным, так как по мере его эксплуатации совершенствуются трудовые навыки, растет производительность труда, но никаких неожиданностей не происходит. С использованием же ЭВМ дело обстояло гораздо сложнее.

Во-первых, все считали, что ЭВМ создается для расчетов, для производства трудоемких вычислений, и только для этого! А оказалось, что комплекс, который мы сегодня называем вычислительной системой, — это инструмент с такими возможностями, которые, наверное, и не снились создателям первых вычислительных машин. Однако реализовать эти возможности не так-то просто, поскольку для этого требуются комплексные научные исследования. И сегодня проблема использования ЭВМ превратилась в актуальнейшую задачу фундаментальных наук. При этом чрезвычайно возрастает роль взаимодействия наук — естественных, технических, гуманитарных.

Во-вторых, имея дело с инструментом столь высокой сложности, каким является ЭВМ, правомочно ставить вопрос об известном разделении труда. Есть инженер, который создает ЭВМ, и есть пользователь, который ее эксплуатирует. И ему, пользователю, достаточно безразлично, на каких элементах построена ЭВМ, есть ли там

транзисторы или интегральные схемы, какова структура памяти и т. д. Ему важно знать возможности, которыми обладают ЭВМ.

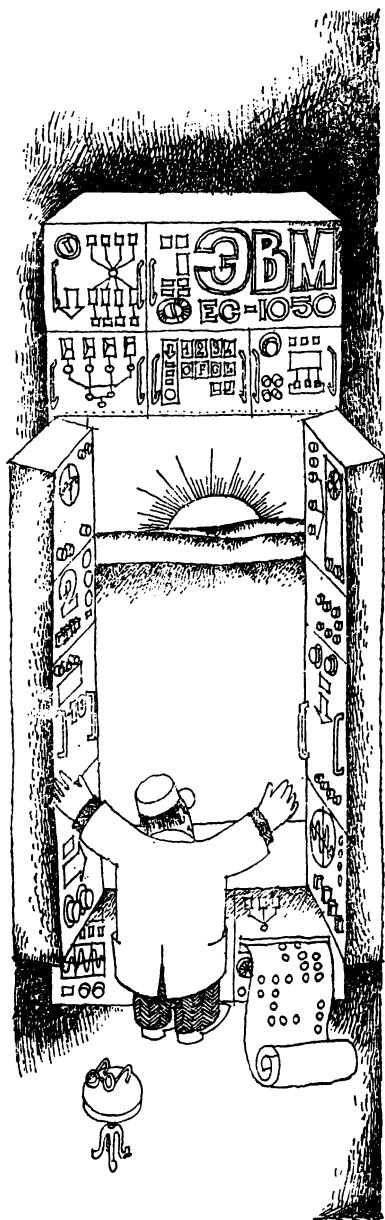
Оценивая вот с таких позиций судьбу электронной машины, можно сказать, что история ЭВМ по-настоящему началась на рубеже 70-х годов. К этому времени уже были полеты в космос, уже появились первые автоматизированные системы управления — АСУ и, главное, уже была понята уникальность электронных вычислительных машин и перспективы их использования. Но по-настоящему начать реализовывать эти возможности мы смогли лишь совсем недавно. Что же произошло на рубеже последних двух десятилетий?

Появились ЭВМ третьего поколения.

Что это такое?

Я уже обещал не обременять читателя техническими подробностями и поэтому не буду говорить о той классификации ЭВМ, которая принята в инженерном мире. С точки зрения пользователя, ЭВМ третьего поколения позволяют ему напрямую общаться с машиной.

Казалось бы, что в этих технических второ-



степенных обстоятельствах особенного? Упрощение способов ввода и вывода информации, представление ее в наглядном виде, возможность одновременной работы с машиной нескольких пользователей, и только! Однако именно они оказались секретным словом («Сезам, откройся!»), распахнувшим перед человечеством двери в новую эпоху, которая сейчас начинается. Может быть, такая оценка несколько гипертрофирована?

Может быть! Даже так оно и есть, наверное! Но лично я убежден, что настоящая история ЭВМ, настоящая революция началась именно тогда, когда появилась реальная возможность человеко-машинного диалога, когда возникли технические средства для создания человеко-машинных комплексов, для широкого использования имитационных систем.

В самом деле, интенсификация умственного труда, облегчение акта творчества возможно лишь тогда, когда человек освобожден от рутинной работы, когда необходимая информация, сложные расчеты выполняются быстро, а результаты представляются в такой форме, чтобы исследователь или управляющий сразу могли увидеть основные, характерные особенности изучаемого явления, увидеть все явление в целом.

Любое исследование — это всегда некоторая цепочка вопросов: получив ответ, задается новый вопрос, ответив на него, оказываешься перед новыми проблемами, и так без конца. Основной творческий акт состоит в том, чтобы правильно поставить вопрос, сформулировать рабочую гипотезу и т. д. Значит, интенсификация творчества связана прежде всего с ускорением шага диалога, с ускорением процесса получения ответа и его представлением в такой форме, которая легко усваивается исследователем.

Машины второго поколения уже обладали достаточно высоким быстродействием. Например, машина БЭСМ-6 может делать более миллиона арифметических операций в секунду. А это дает возможность производить сложнейшие расчеты за секунды или минуты. Но чтобы ввести задание в машину, то есть чтобы задать вопрос, необходимо специальным образом занести его на перфокарты или перфоленгу, проверить правильность этой операции и, наконец, после нескольких секунд счёта получить многометровые рулоны ленты с цифрами, из которых еще надо каким-то способом извлечь необходимую информацию. На это уходят не часы, а дни,

иногда и недели. Одним словом, как путешествие на самолете из Москвы в Ленинград — 50 минут полета и более 2 часов на все подъезды, отъезды, регистрации и т. д. В этих условиях эффективный диалог человека и машины практически невозможен.

Мы занимались в Вычислительном центре АН СССР имитацией исторических процессов. Чтобы проанализировать, например, Бородинское сражение, которое длилось часы, на стандартной БЭСМ-6 нам пришлось затратить месяцы.

Разумеется, в этих условиях ЭВМ не могла выявить всех своих возможностей, и в большинстве случаев (до появления ЭВМ третьего поколения) они использовались как арифмометры. И вот теперь эти трудности, кажется, позади.

Однако и в той предыстории «эпохи ЭВМ» было немало успехов (и немало неудач), было много такого, о чем необходимо серьезно подумать.

Начиная с конца 50-х годов ЭВМ активно проникают в экономику. Сначала они используются как арифмометры; и для этого было достаточно оснований. В экономической науке, а особенно в экономической практике, люди всегда считали. Культура счета в экономике складывалась веками, она существовала и в домашний период. И «оптимизационная идеология» — задачи оптимизации — родилась задолго до появления первой вычислительной машины и изобретения линейного программирования. Если надо перевозить грузы с баз к потребителям, надо это делать подешевле. Если на рынке сложилась определенная конъюнктура, определенная система цен, то следует выпускать такую номенклатуру продуктов, которая дает наибольший доход и т. д. Все подобные «принципы» знал еще купец Российской империи. Поэтому, когда появилась вычислительная машина, то первая практическая идея, которая родилась, была достаточно тривиальной — заменить счеты и обычные механические арифмометры электронной машиной.

Стоит ли говорить, что успех был полный и пришел он без значительных усилий. Уже к началу 60-х годов многие расчеты, которые ранее делались вручную, поручались ЭВМ. Зарплату начала рассчитывать машина, учитывать складские запасы — машина, вести бухгалтерский учет — машина, решать задачи перевозок — машина и т. д.

Электронная вычислительная машина в капиталистических странах сделалась модой, символом респектабельности и престижа фирмы. И вот в результате бума, который возник на грани 60-х годов, когда все «уважающие себя» фирмы стали обзаводиться собственной вычислительной техникой, многие компании начали нести потери, иногда довольно значительные. Вычислительная техника стоила дорого, а эффект ее использования, как оказалось, часто не компенсировал затрат. Покупая технику, ожидали одно, а получалось иное.

Несмотря на то что с тех пор прошло уже более полутора десятков лет и в принципе поняты ошибки первого опыта использования ЭВМ в производственной сфере и сфере управления, о них необходимо говорить и говорить, ибо эти ошибки повторяются и некоторые особенности внедрения ЭВМ усваиваются с большим трудом. Здесь интересен западный опыт, и прежде всего опыт Соединенных Штатов. Очень важно знать их промахи, что позволит нам их избежать.

На первых порах ошибок у них было действительно много. Прежде всего к внедрению ЭВМ отнеслись примерно так же, как и к внедрению, например, станочного парка. Более производительный станок позволяет высвободить определенное количество людей, повысить производительность, ускорить завершение работы. Но если с этих позиций подходить к оценке эффективности ЭВМ, то ничего, кроме убытков, покупка электронных машин принести не может. Да, в результате использования ЭВМ можно уволить нескольких кассиров, бухгалтеров, планировщиков, но экономический эффект такой автоматизации традиционных расчетов будет относительно очень невелик и, конечно, не покроет затрат на приобретение и эксплуатацию электронной вычислительной техники. Выше уже говорилось, что основное, с чем связан успех в использовании ЭВМ, — это возможность реализации системного подхода, возможность учета новых связей, отыскания новых хозяйственных или технических решений. А от обычных рутинных расчетов они зависят в последнюю очередь.

Кроме того, механизация отдельных управленческих процедур также оказывает очень небольшое влияние на функционирование всего предприятия. Предположим, что для одного из цехов решена и внедрена задача оптимального распределения обрабатываемых деталей по станкам, в результате чего производительность цеха

увеличена на 20 процентов. Но чтобы эти 20 процентов дали возможность повысить объем продукции завода в целом, необходима еще информационная система, которая позволяет синхронизировать работу этого цеха с другим, который поставляет для него заготовки. Если ее не сделать, то возникнут перебои с поставкой заготовок, двадцатипроцентный эффект окажется фикцией и предприятие ничего не получит, кроме убытков.

Системный подход, казалось бы, тривиальная истина, а как дорого он обошелся тем, кто недооценил этот очевидный принцип. Правда, понять, что системный подход необходим, и реализовать его — не одно и то же. Первый опыт такого подхода оказался также не очень удачным. Сводился он, грубо говоря, к попытке изучить всю цепочку процедур управления, выделить основные задачи, расчленив эти задачи на более простые и использовать для их решения ЭВМ во всех звеньях. В результате выделялись главные задачи, второстепенные, задачи затем делились на подзадачи, возникло понятие «подсистема» и т. д. Так, по существу, зарождались первые автоматизированные системы управления. Это было уже гораздо лучше, чем механизация отдельных процедур.

Несколько позднее, однако, стали понимать, что такое расчленение систем на отдельные подсистемы (задачи) может быть не только полезным, но и вредным. Создание подсистем приводило к иллюзии благополучия, и часто целое подменялось большим количеством частных. Подсистемы не всегда оказывались связанными между собой; выигрыш в одном иногда приводил к убыткам в другом, критерии качества функционирования отдельных звеньев иногда противоречили общезаводским показателям и т. д. Одним словом, прошло известное время, прежде чем стало понятно, что 99 отдельных подсистем не представляют еще систему, если нет той сотой, которая их связывает воедино, что деление системы на подсистемы еще не решало проблемы, и на Западе далеко не сразу была понята следующая истина, уже куда менее тривиальная.

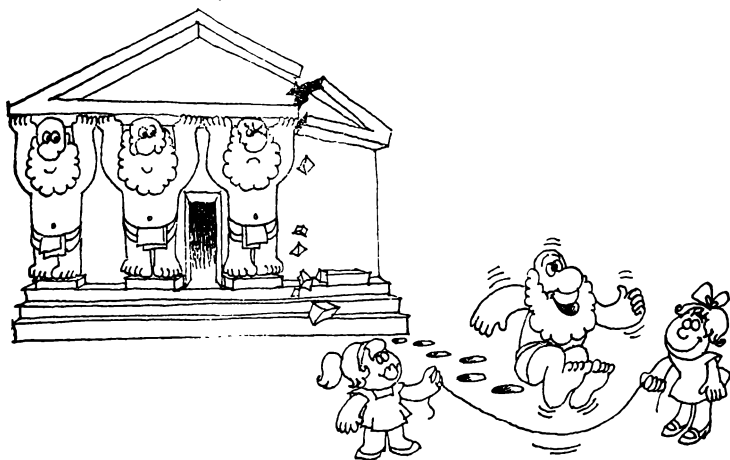
Разные системы управленческих процедур на разных предприятиях слагались постепенно, «по мере надобности». Все документы, процедуры, структуры отчетности, назначение и перечень обязанностей должностных лиц были следствием потребностей, которые возникали у организации. Изменяя тем или иным способом струк-



туру управления, фирма стремится прежде всего обеспечить свою конкурентоспособность. Однако любая управленческая структура всегда обладает большой инертностью, повышенным консерватизмом. Уже давно исчезла необходимость, например, иметь специального помощника президента компании по делам филиалов в Центральной Америке потому, что они уже почти все национализированы, а помощник и его аппарат все существуют и будут долго существовать. Очень легко, скажем, ввести новую форму отчетности, но, как показывает международный опыт, отменить ее гораздо труднее. Система управленческих процедур приспособляется всегда под определенную информацию и под определенные способы ее переработки и т. д.

Так вот, истина, ставшая теперь уже аксиомой, гласит: использование ЭВМ в управлении требует пересмотра всей системы управленческих процедур и создания новой организации управленческого процесса. Руководитель обязан помнить, что, прежде чем строить свой вычислительный центр, разрабатывать алгоритмы и программы, необходимо расчистить авгиевы конюшни существующей структуры управления, убрать из управленческого цикла все ненужное, создать новую управленческую структуру. Автоматизированные системы только тогда оправдывают свое назначение, когда в их основе заложена система процедур, полностью соответствующая тем возможностям обработки и представления информации, которые дает вычислительная техника.

Это означает, в частности, что неизбежно должна



быть изменена структура должностных лиц, их обязанности. При этом зачастую происходит переоценка ценностей: ту работу, которую раньше делал генерал, оказывается, можно поручить сержанту, а иногда и наоборот; часть должностных лиц окажется просто ненужной, но зато появятся новые; и уж, во всяком случае, всем придется учиться, учиться много и многому. Управляющий должен уметь обращаться за справками к информационной системе без помощи математика, он обязан уметь работать с терминальными устройствами (выносными пультами), должен научиться по-новому вести обсуждения проблем. Вся эта совокупность новых навыков, новая организация и новая техника должны представлять единое целое.

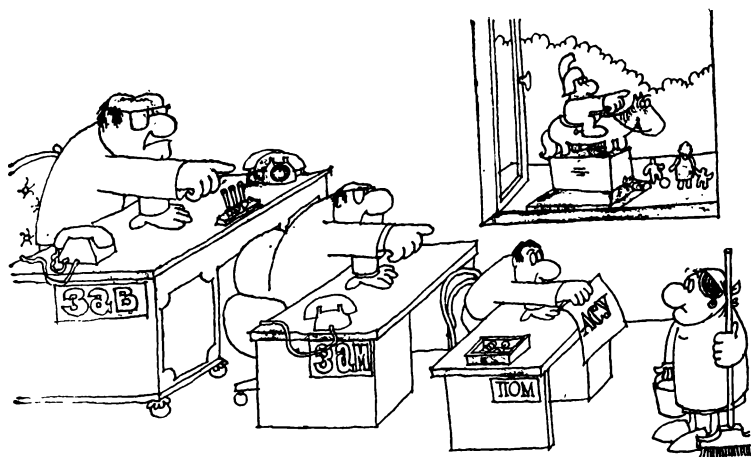
Такова эта аксиома, непонимание которой стоило американцам денег и денег и была источником многих неудач.

Деятельность современного менеджера, управляющего любого ранга настолько быстро изменяется вместе с изменением производительных сил и возможностей обработки информации, что возникает необходимость непрерывно учить и переучивать инженерно-технические и управленческие кадры. В США сегодня тратится на это более 20 миллиардов долларов в год.

Итак, внедрение автоматизированных систем управления (АСУ) неизбежно затрагивает организационную основу фирмы, ее организацию, оно неизбежно затрагивает судьбы людей. Поэтому на пути внедрения ЭВМ в сферу управления — труда, где использование их сулит наибольшие успехи, — стоят многочисленные психологические барьеры. Эти обстоятельства далеко не всегда учитывались, и возникали довольно серьезные проблемы. Одна из них — персональная ответственность.

Разработкой и внедрением АСУ должен всегда заниматься сам руководитель фирмы или предприятия. Только он, облеченный властью, достаточной для того, чтобы преодолеть эти барьеры и расставить все на свои места, сможет решить такую проблему. Второстепенные персоны с внедрением АСУ справиться не могут. Такова еще одна аксиома, познание которой досталось потом и кровью.

Ведущая роль в создании и внедрении АСУ руководителя предприятия необходима еще и по иным соображениям, и главное из них следующее: АСУ создается прежде всего для самого руководителя и его штаба. Она



должна помочь ему (и главным образом ему) находить правильные технические и экономические решения, помочь руководству фирмы и предприятия по возможности избежать ошибок. А избежать их очень трудно в этом сложном, большом и изменяющемся мире, практически невозможно. И чем сложнее производственный процесс, тем труднее их не делать. И главная задача систем автоматизации управления — уберечь от них руководителя. Вот почему руководитель должен сам создавать для себя АСУ, а если не сам непосредственно (для этого требуется специальная квалификация, которой он может и не обладать), то неустанно контролировать создание АСУ группой специалистов, помогать им на каждом этапе внедрения, совершенствовать и приспособлять к АСУ управленческие процедуры. Передоверять эту работу он не должен никому.

А на первых порах все было иначе. Президент компании поручал создание системы управления своему вице-президенту, вице-президент своему помощнику, а тот уже и совсем третьестепенному чиновнику, который был неспособен принимать значительных и кардинальных решений и, не имея прав, мог вводить в строй только отдельные подсистемы вроде бухгалтерского учета. В результате рождался никому не нужный набор подсистем, который оказывался порождением не экономической необходимости, а бюрократического рвения.

Можно без конца обсуждать уроки и опыт пятнадцатилетней работы американцев в области автоматизации

управления. Но это будут уже вопросы технические, а не публицистические. Поэтому я остановлюсь еще, пожалуй, только на одном.

В начале 60-х годов горячие дискуссии шли вокруг проблемы стандартизации. Сейчас стало почти аксиомой, что стандартизация в области автоматизации управления вещь довольно спорная. Каждый экономический организм уникален: у него свои цели, свои интересы, более того — структура АСУ, особенно в части процедур управления, во многом зависит от тех людей, для которых она делается: грубо говоря, меняется директор и его манера работать, изменится также и АСУ. Сейчас существует уже очень много разных типов АСУ. На полностью централизованных фирмах первая задача, которую решает АСУ, — это синхронизация всех производственных процессов, процессов сбыта, обеспечения производственного цикла, согласование всех деталей производственного процесса. Пример такой фирмы — концерн ФИАТ.

Другой пример — когда концерн представляет собой не единое целое, а конгломерат, объединение предприятий, самостоятельность каждого из которых очень велика. Автоматизированной системе управления такого концерна уже недосуг заниматься «мелочами», вроде синхронизации поставок или выплаты жалованья. В ее основе лежат: общая информационная система, позволяющая наглядно представить состояние концерна, его деятельность в данный момент, и система процедур, позволяющая разработать общую генеральную стратегию.

Во многих же фирмах АСУ в нашем понимании вообще отсутствуют; у них есть лишь система вспомогательных программ, реализующих второстепенные операции. Эти фирмы не имеют собственной вычислительной техники и пользуются вычислительными центрами коллективного пользования. Такая форма стала особенно популярной в связи с развитием больших коммерческих систем вычислительных центров. Эти вычислительные центры, как правило, объединяются в сети вычислительных центров, способных обмениваться информацией и программами.

Создание коммерческой сети вычислительных центров позволяет каждому, кто имеет право (то бишь кто имеет деньги), обращаться к системе и пользоваться любой информацией, которая накоплена и хранится в системе.

Появление этих коммерческих сетей является одной

из интересных и важных особенностей последнего десятилетия. Информация становится товаром. Многим этот факт кажется удивительным. Ведь товар создается на заводах, в поле, он материален, и вдруг информация — товар! И тем не менее это так. Информация имеет потребительскую ценность. Она помогает избежать ошибок, она помогает создать другой товар, создать его больше, дешевле и лучшего качества. Есть смысл за нее платить! Очевидно, что она имеет и стоимость — в нее вложен немалый труд квалифицированных людей.

Уже говорилось, что каждый экономический организм уникален и не подлежит стандартизации. Однако без определенных оговорок этот тезис нельзя принять. Зимний дворец и Румянцевский музей — Государственная библиотека имени В. И. Ленина — совершенно уникальны, как и любое настоящее произведение архитектуры, но построены они из одних и тех же кирпичей, по одним и тем же правилам, которые за века создало РЕМЕСЛО архитектора и строителя. Точно так же и хорошие системы управления — уникальные творения инженерного и экономического таланта — создаются из одних и тех же «кирпичей», по правилам той науки, которая сейчас возникает. Так, зарплата рассчитывается по одним и тем же программам, задача о перевозках решается с помощью одних и тех же алгоритмов и т. д. Обнаруживаются некоторые общие правила и принципы использования ЭВМ в производственной деятельности и управлении. Возникает новый профессионализм, новая форма человеческой деятельности. Во всем мире создаются коммерческие организации, проектирующие системы управления технологиями и процессами функционирования производств. Они создают математическое обеспечение, проводят обследование фирм, дают советы, как наиболее рационально использовать ЭВМ в производственной деятельности и т. д. Но всюду должен быть главный конструктор, талантливый профессионал, архитектор, слагающий из кирпичей то здание, реализующий тот замысел, который возник у руководителя фирмы.

Вот эти обстоятельства и являются основой, которая делает возможным и рентабельным создание сети вычислительных центров, связывающих воедино систему терминальных устройств, установленных на отдельных предприятиях и фирмах. Так, шведская фирма «Дейта-Сааб», создающая известный на всем Западе истребитель, не производит сама никаких сложных аэродина-

мических расчетов. Их производят на другом конце земли — в Сиэтле — фирма «Локхид» и фирма «Боинг», чьи специалисты делают программы этих расчетов, не зная, когда и для каких целей шведские аэродинамики их используют. Правда, шведы получают не только результаты расчетов, позволяющие им создавать самолеты, превосходящие самолеты американских фирм, но и солидный счет, по которому также автоматически переводятся шведские деньги в США. И все это происходит практически без участия людей!

Информация становится товаром. Прямой смысл этого тезиса я неожиданно прочувствовал на собственном опыте. Мне пришлось быть в городе Санта-Монике в штате Калифорния и иметь дело со знаменитой фирмой «Ренд корпорейшн». Просматривая список алгоритмов, которые тогда входили в математическое обеспечение одной из систем управления, я обнаружил алгоритм решения задач теории расписаний, который мной был опубликован в советской печати много лет назад. Этот алгоритм оказался экономичнее других, то есть он требовал меньшей затраты времени на решение задачи и делал коммерческую систему, к которой обращались пользователи, более конкурентоспособной. В Америке этот алгоритм можно было просто купить так же, как купить автомобиль, и, видимо, он продавался, и не раз, многим пользователям.

Создание сетей вычислительных центров с большими, все увеличивающимися хранилищами разнообразной информации (банками данных) имеет много серьезных следствий. Оно прежде всего позволяет качественно упростить создание систем управления. В самом деле, подключившись к такой сети, предприятие получает все необходимое математическое обеспечение и разнообразную информацию, которую в противном случае оно должно было бы добывать самостоятельно. Создание АСУ на предприятии в этом случае сводится только к совершенствованию процедур управления, перестановке кадров, изменению обязанностей должностных лиц и т. д. Иными словами, с созданием сетей создаются не только кирпичи, но и блоки готовых комнат, из которых архитектору легче и проще решить задачу построения здания.

Но это не единственное следствие. Сеть вычислительных центров и терминалов, как спрут, опутывает сейчас все развитые страны, и это обстоятельство может быть очень опасно в социальном плане. Что это означает?

Неограниченный рост объема банков данных и их доступность позволяют определенным категориям людей иметь любую информацию. Уже сейчас многие топографические карты перестали быть национальным секретом, поскольку искусственные спутники Земли делают съемку поверхности планеты с огромной разрешающей силой (до двух метров) и эта информация заносится автоматически в банки данных. Плати деньги — и ты ее будешь иметь! Даже не очень большие деньги. Например, в Стокгольме в туристских агентствах лист карты километрового масштаба стоит 20—30 крон. Продаются, разумеется, те карты, на которые есть спрос!

Сегодня объектом коммерции является информация об окружающей среде, математическое обеспечение систем управления и т. д. Но завтра на Западе эту же судьбу, возможно, разделит социальная информация. И эта возможность порождает многочисленные проблемы. Во-первых, становится реальной такая концентрация власти, о которой раньше никто не мог и думать, которая казалась фантастикой. Далее, за определенные деньги один человек о другом может иметь в принципе любые сведения. Самые интимные стороны жизни человека перестанут быть его собственностью. Все эти проблемы возникают в связи с развертыванием НТР, и решать их приходится всем людям.

Развитие и внедрение электронной вычислительной техники в капиталистическом мире происходят по тем же законам, по которым развиваются и другие отрасли производства, то есть по законам выгоды.

Два века назад появилась паровая машина. И очень быстро, за каких-нибудь 50 лет, мир преобразился. Ручные мануфактуры превратились в фабрики, возникли угольные шахты, по морю начали ходить первые пароходы. Что же было причиной этих перемен? Выгода, чистоган! Конечно, рядом с купцом и промышленником, рядом с алчным, жадным, бессовестным дельцом всегда были гуманисты, думающие другими категориями. Но делец был всегда на переднем плане, и тех, кто олицетворял талант и совесть человечества, он использовал для своей выгоды. Он был безжалостен не только к тем, чьим трудом, талантом и знаниями пользовался, но и к себе подобным. И если открытие гения, каким оказалась паровая машина, было выгодным, рентабельным, можно было быть уверенным в успехе его внедрения и его совершенствовании.

В принципе сейчас происходит то же самое, хотя форма управления производством и несколько изменилась. Как правило, сам хозяин старается стоять в тени, его не видно: вместо него делами заправляет менеджер, управляющий. В капиталистическом обществе появляются зачатки планирования. Там говорят о социальных программах; возникают международные монополии. Но сущность его осталась старая — выгода! И можно не сомневаться, что, если вычислительная техника бурно развивается и интенсивно внедряется во все поры экономического организма капиталистических стран, это означает только одно — это выгодно!

Сегодня ученые еще не умеют полно и точно оценивать эффективность вычислительной техники; им многое еще кажется неясным, сомнительным. Но инстинкт частного предпринимательства не останавливается перед этим, он действует, опасность быть уничтоженным в конкурентной борьбе, исчезнуть с поверхности заставляет предпринимателя идти на риск.

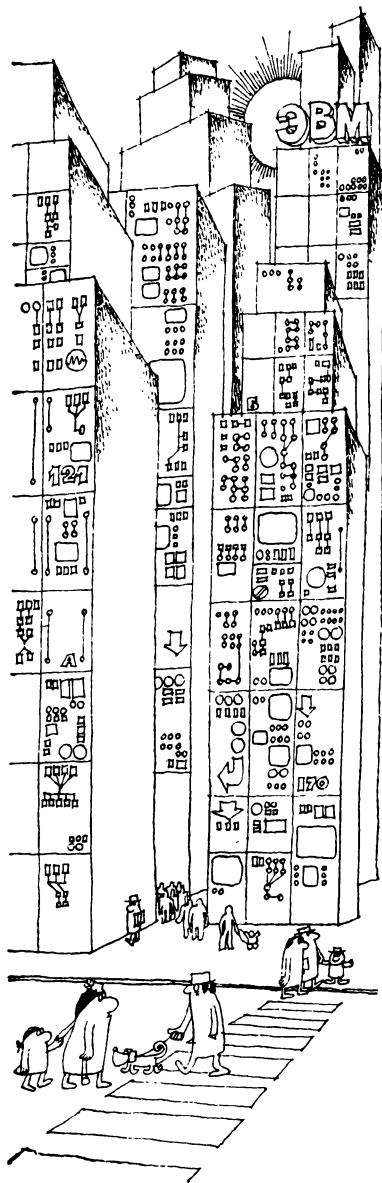
История завоевания мира электронной машиной еще не написана. Но однажды ее напишут. И это будет интереснейшая книга, где успехи будут чередоваться с неудачами, где судьбы талантливейших людей современности будут переплетены с неблагоприятной деятельностью дельцов и спекулянтов.

### **ДЕЙСТВИЕ ПЕРЕНОСИТСЯ НА ДРУГУЮ СТОРОНУ СЦЕНЫ**

Появление первых электронных вычислительных машин в СССР произошло примерно в те же годы, что в США. Уже в конце 40-х годов первые ЭВМ (МЭСМ, «Стрела», БЭСМ-1) начали с успехом использоваться для решения больших новых задач, которые стали появляться в физике и технике. Интересно заметить, что, несмотря на то, что четверть века назад, когда работы в области создания ЭВМ велись в режимах чуть ли не государственной тайны, все первые ЭВМ были до удивительности похожи друг на друга. Это еще один пример того, что логика развития техники, а не отдельные изобретения или случайные находки определяют наиболее рациональные пути реализации научных идей. А идеи — любые научные идеи — всегда являются всеобщим достоянием!

Первые ЭВМ поражали непосвященных. Эти огромные сооружения занимали залы, в которых можно было разместить теннисный корт. Десятки тысяч мерцаю-





щих электронных ламп, тропические температуры во время работы ЭВМ, горы перфокарт, рулоны перфолент, люди в белых халатах, деловито снующие в узких промежутках между непонятными марсианского вида конструкциями, — все это оставляло у неискушенного посетителя ощущение значительности и приобщения к таинству. Но ни посторонние посетители, ни лица, ответственные за развитие электронной вычислительной техники, а часто и лица, которые давали задания, не знали, сколь много труда, искусства, энергии требовали эти ламповые монстры для того, чтобы извлечь из них верные числа, так необходимые для создания нового реактора. Без них было невозможно построить новую ракету и запустить ее в космос. И первой фигурой, главным действующим лицом в машинном зале в то время был, конечно, инженер-электронщик. Мы в ту пору преклонялись перед его искусством заставлять работать ЭВМ без сбоев, знать, какую лампу и когда надо заменить, умением подсказать математику, что надо делать в том или ином случае. На этом этапе разви-

тия ЭВМ, этапе, который я уже назвал предысторией развития ЭВМ, у нас и на Западе дело шло примерно на одном уровне. В конце 50-х годов мне довелось побывать в одном из европейских вычислительных центров. Я был поражен не только внешним сходством их и наших ЭВМ — я был поражен тождественностью всех приемов работы обслуживающего персонала, характером отношений между математиками и инженерами и всеми другими похожестями функционирования вычислительных центров.

Различие в путях развития наметилось в конце 50-х годов. Именно в эти годы на Западе началось активное внедрение ЭВМ в сферу управления производственными процессами и организациями. Уже в начале 60-х годов на Западе в этой сфере использовалось более 80 процентов всех ЭВМ. Непосредственная выгода от внедрения новых методов обработки информации оказалась столь мощным стимулом в развитии промышленности, производящей ЭВМ, что по темпам она оставила далеко позади все другие отрасли.

Другая причина лежала в основе выбора вариантов технической политики, которых в середине 50-х годов наметилось два. Большинство ученых считали необходимым развивать главным образом универсальные вычислительные машины. Инженеры же склонялись к тому, что в первую очередь нужно разрабатывать узкоспециализированные ЭВМ. Эту точку зрения поддержал академик С. Лебедев — глава конструкторов ЭВМ, человек, которому мы обязаны созданием первых ЭВМ.

К сожалению, в те годы победу одержала вторая точка зрения, и распространение получили специализированные машины. Как теперь мы понимаем, это был технический просчет, поскольку столбовая дорога в развитии электронной вычислительной техники — создание универсальных вычислительных систем. Такой просчет на несколько лет задержал появление универсальных машин второго поколения, машин, способных перерабатывать все нарастающий поток сведений, как говорят — большие массивы информации, и на несколько лет замедлил внедрение ЭВМ в экономику.

Дело в том, что ЭВМ первого поколения были специально ориентированы на научные и технические расчеты. Обладая относительно большим быстродействием, они не имели устройств памяти такого объема, который требуется при решении задач по экономике. В на-

учно-технических расчетах исходная и выходная информация обычно не очень большая; их трудность алгоритмическая: входная и выходная информация связаны длинной цепочкой трудных вычислений, требующих прежде всего быстрогодействия. При решении экономических задач быстрогодействие также нужно, но главная трудность здесь в другом. Входная информация — это целые книги исходных данных; выходная — тоже книги; и всю эту информацию надо ввести в машину, а машина должна ее запомнить.

Наконец, ламповые машины первого поколения были очень ненадежны. При работе у них возникали ошибки, сбои, обнаружить которые составляло немало труда. Одно дело обнаружить ошибку в вычислениях, и совсем другое — если среди миллионов вводимых цифр будет одна ошибочная. А найти ошибку в первом случае гораздо легче: этому помогает логическая схема расчета. Поэтому только с появлением универсальных ЭВМ второго поколения, работающих практически без сбоев, машин, где вместо электронных ламп надежно трудятся транзисторы, стало реальным широкое использование ЭВМ в экономике.

Тем не менее с начала 60-х годов электронная вычислительная техника широко стала вторгаться в производственную деятельность и в нашей стране. Трудностей было немало. Они возникали подчас в самых неожиданных случаях, а иногда дело доходило почти до курьезов.

В 1961 году у нас в Вычислительном центре АН СССР проводились расчеты наиболее экономичных путей доставки стройматериалов строительным объектам в Москве. Математики рассуждали просто: вот имеются заявки строительных организаций, которые должны быть удовлетворены. Этот критерий нам казался совершенно очевидным. Ведь цель управления — обеспечить строительные организации стройматериалами.

Но выполнить заявки можно разными способами; и среди них надо выбрать наиболее экономичный. А для этого достаточно — и это тоже нам казалось вполне очевидным, — чтобы путь, проходимый каждым самосвалом, везущим груз, был самым коротким. Так рассуждали математики; и на основе этих рассуждений была составлена задача оптимизации. Она получилась громоздкой, но нетрудной; и мы предвкушали быстрое и эффективное внедрение наших методов расчета.

Для эксперимента нам выделили автобазу, в которой было 80 самосвалов. Каждую пятницу к нам в Вычислительный центр привозилась куча заявок на неделю вперед; в воскресенье ЭВМ для каждого самосвала печатала документ. В нем было все: и что и откуда брать, и куда везти, и каким маршрутом следовать! Казалось, мы сделали все правильно. Но в жизни многое бывает гораздо сложнее, чем на бумаге, и основные трудности оказались все впереди.

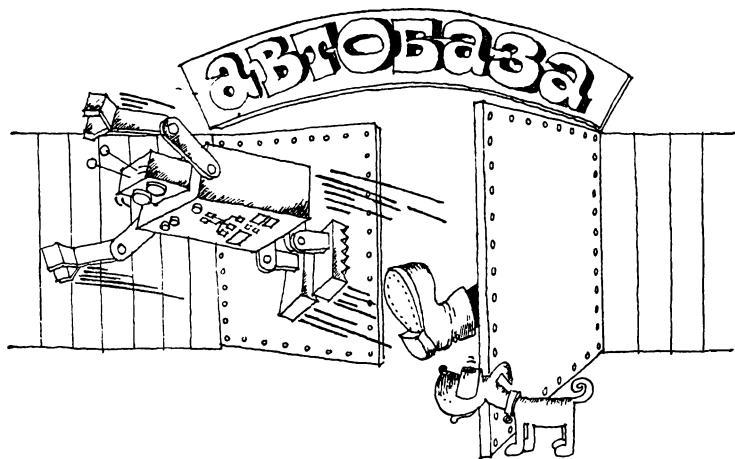
Прошло три месяца. Автобаза подвела квартальные итоги и увидела, что попала в глубочайший прорыв. План был не просто не выполнен — он был сорван; показатели работы были столь плохи, что оказалась под угрозой выплата зарплаты рабочим, и руководители автобазы потребовали прекращения эксперимента и возвращения к старым методам работы.

Так что же, спрашивается, мы оптимизировали? Что в таких условиях стоят все наши математические методы?

Несколько позднее, чем это следовало бы, мы вместе с руководством автобазы начали анализировать структуру показателей автобазы и обсуждать причины, почему математики сумели за такой короткий промежуток времени развалить ее работу.

Прежде всего выяснилось, что задачу, подобную той, какую мы сформулировали, раньше никто из должностных лиц автобазы не решал; просто без ЭВМ ее нельзя было решить за два дня! Раньше сами шоферы выбирали маршруты и получали премию за сокращение холостого пробега и экономию бензина. Далее, оказалось, что работа автобазы оценивается целым набором различных параметров. Основным для нее было количество тонна-километров, а потом шли второстепенные: экономия бензина, холостой пробег и многое другое. Не было только главного среди этих показателей — степени удовлетворения потребностей строительных организаций, то есть того, ради чего существует сама автобаза.

Вот и получилось, что, несмотря на то, что все заявки оказались выполненными, что количество тонн, которые перевезла автобаза, было гораздо больше того, которое она перевозила раньше, километров она не доездила, и не доездила много — так много, что основной план не был выполнен! А как он мог быть выполнен, если каждому шоферу был точно задан маршрут и



нельзя варьировать холостым пробегом и экономией бензина!

Наша попытка «выяснить отношения» была отягощена традициями и взаимным непониманием. Если строго следовать требованиям базы, то ЭВМ легко дала бы оптимальное решение, но оно было бы абсурдным. Согласно ему автомашина должна была бы взять стройматериал, выехать на окружную дорогу, крутиться целый день вокруг Москвы, а к концу рабочего дня свалить этот груз где-нибудь поближе к автобазе и вернуться в гараж. В этом случае и тонно-километров будет много, и холостой пробег будет минимальным, и план будет выполнен — чего еще желать! И потребовалось время, большие усилия обеих сторон и активность вышестоящих органов, которым пришлось менять систему показателей, чтобы избежать случившихся нелепостей и наконец сдвинуть дело с мертвой точки.

В середине 60-х годов вопрос об использовании ЭВМ в производственной деятельности превратился в задачу общегосударственного значения. Создание автоматизированных систем управления предприятиями, технологическими процессами и другими сторонами производственной деятельности оказалось предметом внимания общественности. Огромное народнохозяйственное значение этих проблем было зафиксировано в документах XXIV съезда партии, на котором была разработана стратегия решения этой громадной, жизненно важной задачи.

Решения XXIV съезда были исторической вехой, которой заканчивался, если так можно сказать, эмбриональный период использования ЭВМ в производстве, в управлении процессами, происходящими в социалистическом обществе. Оглядываясь назад, необходимо отдать должное ряду научных организаций и многим отдельным ученым, проделавшим колоссальную работу и преодолевшим многие барьеры предубежденности, традиционализма, недоверия. Огромную роль сыграл Институт кибернетики АН УССР, руководимый академиком В. Глушковым, который совместно с рядом предприятий создал конкретные системы управления и продемонстрировал тем самым возможности вычислительной техники. Среди большого числа важных прикладных работ, которые провел Институт экономики и организации промышленного производства СОАН, особое значение имели исследования возможностей связать в единую систему территориальное и отраслевое планирование. Здесь возник тот очаг системных исследований общегосударственных проблем экономики, который не только оказал влияние на общий уровень понимания проблем, но и создал обширную рецептуру решения конкретных задач планирования. Большую роль сыграли работы члена-корреспондента АН СССР Г. Поспелова и его учеников, разработавших теорию жизненных циклов изделий, методы программного планирования группы машиностроительных отраслей. Этот перечень легко продолжить. Здесь я привел только несколько примеров, которые демонстрируют роль и место научной мысли в развитии процесса внедрения ЭВМ в производственную деятельность.

Итак, с конца 60-х годов ситуация в стране резко изменилась. Исследования в области использования ЭВМ оказались в центре внимания общественности, печати. Возникло много исследовательских и проектных организаций, которые начали заниматься проектированием и внедрением автоматизированных систем управления разного рода.

Сейчас в стране вокруг «Проблемы АСУ» идут жаркие дискуссии. Они выплескиваются и на страницы газет. И им всем свойствен один лейтмотив: «ЭВМ плохие. Дайте хорошие ЭВМ с необходимой периферийной аппаратурой, организуйте их обслуживание — и все будет хорошо!» Я думаю, что это глубокое заблуждение. Конечно, нужны хорошие ЭВМ и хорошие периферий-

ные устройства! Здесь спору нет! Но этого мало. Я думаю, что это даже и не главное. Главное в такой перестройке всей системы взаимоотношений в производстве, которая делала бы внедрение АСУ экономической необходимостью. Об этом говорилось на XXV съезде КПСС.

## ЭВМ СТАНОВИТСЯ ПЕРСОНАЛЬНОЙ МАШИНОЙ

В начале 80-х годов снова произошли события, существенно изменившие некоторые стороны нашей жизни: появились персональные компьютеры — ПЭМы.

Этому предшествовало усовершенствование технологии изготовления электронных схем. Большие интегральные схемы и, как говорят, «миниатюризация», позволившая упаковывать информацию и ее обработку в кристаллах ничтожно малого размера, сделали арифметические устройства очень компактными. Появились ЭВМ, свободно уместяющиеся на письменном столе, а по быстродействию мало чем уступающие знаменитой в свое время БЭСМ-6. Их быстродействие и память оказались сопоставимы с большими ЭВМ 70-х годов. Правда, в начале 80-х годов появились машины третьего поколения — сверх-ЭВМ с быстродействием порядка сотен миллионов операций в секунду, то есть примерно в 100 раз мощнее БЭСМ-6; и персональные ЭВМ кое в чем уступают этим ЭВМ. Так, например, количество разрядов у них не очень большое, что, естественно, ограничивает использование их при решении больших инженерных или физических задач. Каковы же особенности этих микро-ЭВМ?

Во-первых, у них дисковая память. Любую информацию, в том числе алгоритмы и программы, можно хранить на дисках, напоминающих маленькие гибкие долгоиграющие пластинки, которые можно пересылать по почте. Во-вторых, микро-ЭВМ снабжены дисплеем, на экране которого информация может быть представлена как в виде цветных диаграмм, графиков и чертежей, так и в цифровом виде — как захочется пользователю. И еще одна замечательная их особенность — дешевизна. Микро-ЭВМ со всеми вспомогательными устройствами стоят ныне дешевле автомашины, а есть и совсем дешевые: цена их такая же, как и цветного телевизора. Наверное, поэтому их и называли персональными, по-

сколько они доступны любому человеку, способному купить телевизор.

Но их доступность определяется не только стоимостью. Структура математического обеспечения ПЭМов такова, что обращаться с ним не намного труднее, чем с холодильником, магнитофоном или любым другим бытовым прибором. Эти микро-ЭВМ получили широкое распространение. Так, в 1983 году их было продано несколько миллионов штук! Чем же они заслужили такую популярность?

Прежде всего их можно использовать как обычные, но очень мощные арифмометры. Кроме того, на них легко учиться программировать; так, в США и Японии, например, они широко используются в школах. А в мире все больше и больше получает распространение представление, что образованный человек не только должен уметь водить автомобиль и печатать на машинке, но и обращаться с ЭВМ. Во всяком случае, уметь работать по инструкции с готовым математическим обеспечением, занесенным на диск.

Владелец ПЭМа может купить пластинку с программой для игры, например, в шахматы и иметь дома «противника», играющего в силу второго, а то и первого разряда. Но главное, конечно, не игры и даже не обучение программированию, хотя использование для этой цели персональных компьютеров весьма перспективно. ПЭМ может быть соединена с помощью телефона с мощной сетью ЭВМ, и человек, владеющий персональным компьютером, за соответствующую плату, конечно, получает доступ к самой разнообразной финансовой, народнохозяйственной или научной информации и самой мощной вычислительной технике. Он может, не выходя из дома, заказать билет на самолет, дать распоряжение сберкассе об оплате покупки и т. д. и т. п. Но это еще не все. Ученому или инженеру, разрабатывающему какую-либо теоретическую проблему, понадобится для расчетов большая ЭВМ и огромное количество справочного материала. Имея ПЭМ, он получает принципиальную возможность работать дома, и труд его становится куда как эффективнее.

В Советском Союзе популярность персональных компьютеров быстро растет. Вот пример того, как ПЭМы помогли нам справиться с совсем не простой проблемой.

В январе 1984 года было опубликовано постановле-



ние ЦК КПСС о Глазуновском районе Орловской области. Этому постановлению предшествовала двухгодичная подготовка с нашим участием, то есть с участием Вычислительного центра АН СССР, который помогал партийному руководству района и ВАСХНИЛ в проведении некоторых хозяйственных расчетов. Среди подготовительных вопросов было образование межколхозной кооперации по свиноводству. В одном из колхозов был создан большой откормочный комплекс. Окружающие колхозы должны были поставлять ему молодняк, поросят. Такая кооперация требует разрешения бесчисленного множества экономических вопросов: по какой цене сдавать поросят комплексу, кому и какие кормовые культуры и на каких землях надо выращивать, по какой цене комплекс их должен принимать у колхозов и т. д. и т. п.

Надо заметить, что математическая модель подобной кооперации в принципе совсем не сложная. Она только очень громоздкая, и расчет каждого варианта требует большого количества чисто бухгалтерских операций, а значит, и времени. Главная трудность состоит в том, что при такой кооперации должны быть учтены интересы всех его участников, а многие из этих интересов невозможно формализовать и включить в математическую модель, так как они нередко противоречат друг другу и требуют компромиссных решений, которые могут быть найдены только в процессе дискуссий, обсуждений. И вот здесь-то нам решающую помощь оказала микро-ЭВМ.

Профессор А. Кононенко взял один из наших ПЭМов, положил его на заднее сиденье «Жигулей» и вместе с двумя своими сотрудниками отправился в село Глазуновка. Конечно, перед этим были отработаны все математические модели производства свинины, программа бухгалтерских расчетов и собрана вся необходимая информация. И не только собрана, но заранее согласована со всеми председателями колхозов и районным руководством.

И вот со всеми этими материалами, записанными на «долгоиграющие диски», «команда» ВЦ АН СССР приехала на место. В Глазуновке их уже ждали будущие участники кооперации. И началось совершенно необычное совещание. Ученые представили им разработанный базовый вариант функционирования комплекса. Он устроил, конечно, далеко не всех. Участники начали

предлагать другие расценки, другие варианты. Они немедленно вводились в ПЭМ, и через секунды на экране телевизора появлялся результат — обычно в форме графика или диаграммы. Каждый из председателей колхозов наглядно мог видеть и оценить, что дает его колхозу тот или иной вариант. В течение одного дня были изучены десятки вариантов. Вместо эмоций и уговоров, вместо трудных и утомительных словесных прений шел деловой анализ точных количественных данных.

Подчеркну еще раз — не математики рассчитали оптимальный вариант, а сами председатели (с помощью математиков) нашли то, что им было наиболее прибыльно. Наглядность результата и скорость, с которой заинтересованные лица могли получить ответы на свои вопросы, — вот что привело к быстрому успеху этого необычного совещания.

Персональным ЭВМ суждено усовершенствовать практику делопроизводства и управления. Мы стоим на пороге появления, как говорят, «безбумажной технологии управления». Приведу еще один пример, иллюстрирующий возможности ПЭМов.

Основой управления является информация: не зная фарватера, нельзя управлять кораблем. Поэтому в управленческой сфере необходимы различные документы: справки, отчеты, балансы и т. д. И на то, чтобы выбрать из первоначального статистического материала необходимые сведения, тратится львиная доля времени работников управления. С появлением ПЭМов ситуация может резко измениться. У управляющего любого ранга появится на столе персональный компьютер, соединенный с сетью ЭВМ и базами данных. Чтобы получить интересующие его сведения, ему не нужно быть математиком, а стоит лишь поманипулировать всего лишь 4 кнопками, и данные он получит практически мгновенно и в той форме, которая ему наиболее удобна. У него освободится время для выполнения основной работы, ради которой он и сидит в своем кресле: думать и искать способы преодоления трудностей, непрерывно «мешающих жить управляющему», думать о том, как заставить хозяйственный организм, за работу которого он отвечает, действовать эффективно.

Исчезновение «службы справок» окажется революционным шагом в технологии управления. Сократится количество людей, занятых трудной и неблагодарной

работой, полнее станут использоваться творческие возможности управляющего, лучше будут анализироваться варианты управленческих решений.

Безбумажная технология позволит проводить телеконференции. Их участники, сидя на своих рабочих местах и пользуясь одной и той же информацией, которая будет высвечиваться на их телевизионных экранах, могут задавать вопросы, на которые тут же будут появляться ответы. Мы уже привыкли к конференциям по селекторной связи. Но возможности телеконференций гораздо шире, ибо перед каждым из участников будет стоять телевизор, на котором будет отображаться любая информация, необходимая для решения задач, сразу проверяться любое предложение.

Но чтобы ввести безбумажную технологию, необходимо изменить весь характер управленческого процесса, начиная с самого нижнего звена; нужен, как говорят, системный подход. Первоначальная отчетность — исходный статистический материал, — конечно, должен существовать. Он должен записываться на соответствующий магнитный носитель и поступать в хранилища, которые называются банками данных. Потребуется также большая работа по созданию специального математического обеспечения. Но трудности эти не следует преувеличивать. Если, например, управляющему понадобятся нестандартные или новые типы сведений, требующие иной, нежели это принято, переработки первичной информации, то он не будет отдавать приказ об изменении характера отчетных документов. Он вызовет дежурного программиста и поручит ему сделать еще один новый фрагмент математического обеспечения. Вот и все!

Персональные компьютеры открывают новую эру и в управлении хозяйством, и в науке, и даже в повседневной жизни людей. Следующее десятилетие это покажет!

## **ИСТОРИЧЕСКИЕ ПЕРСОНАЖИ ПОСТЕПЕННО ПОКИДАЮТ СЦЕНУ**

Научно-техническая революция ускоряет течение всех общественных процессов. Она делает практически осязаемым то, что многими воспринималось ранее как нечто сугубо теоретическое, — смена декораций начинает происходить на глазах у зрителя.

Доказательство существования и неизбежности смены исторических формаций, коренной ломки установившейся структуры производственных отношений — замечательное достижение человеческой мысли. И как вывод из этой общей концепции исторического материализма классиками марксизма была предсказана неизбежность ухода со сцены капитализма. Эти утверждения были высказаны в середине XIX века, когда формация «капитализм» еще только набирала силу, когда еще во многих странах не было покончено с феодализмом, когда капитализм, казалось, олицетворял небывалое развитие производительных сил! А сейчас мы присутствуем на одном из последних актов этой драмы. Мы свидетели того, как рушится одна из основных свай, на которые опирался капиталистический способ производства — Всеобщий Рынок.

С этим обстоятельством связано так много очень важных следствий, что в этой книге кажется абсолютно необходимым специально рассказать о крахе рыночной экономики, о том, какую роль в этом процессе играет НТР и что следует из этого. Крушение рыночной экономики — одно из тех следствий НТР, которое окажет особенно большое влияние на характер общественных процессов, и не только экономических. Вместе со Всеобщим Рынком уйдут также многие привычные оценки и идеалы западного мира.

Этот разговор о Рынке необходим; вокруг него идут дискуссии не только на Западе, споры кипят и у нас. Я еще раз хочу подчеркнуть, что здесь идет речь о Всеобщем Рынке с его способностью соизмерять все и вся, а не о рынке в том житейском смысле слова, который означает только способ обмена и распределения благ. Этот рынок — рынок с маленькой буквы — возник вместе с первым распределением труда и будет существовать в той или иной форме еще очень долго. Во всяком случае, до тех пор, пока у людей будет существовать право на личную собственность, или до тех пор, пока человек должен будет соизмерять свои потребности со своими возможностями их удовлетворять.

Всеобщий Рынок существует не так уж давно. Он пришел на смену меркантилизму XVII и XVIII веков. Для того чтобы легче было объяснить значение Всеобщего Рынка, полезно вспомнить некоторые факты.

Меркантилизм — это сложное явление. Обычно его

определяют как некоторую финансовую политику, задача которой — обеспечить государство достаточным количеством денег (золота, серебра, драгоценностей) для поддержания престижа государства и для ведения активной внешней политики. Меркантилизм выработал определенные системы предпочтений, поощрений внешней торговли, систему пошлин и т. д. В эпоху меркантилизма правительство не просто содействовало внешней торговле, оно активно вмешивалось в дела своих купцов и всюду поощряло даже международный бандитизм, если только он был полезен купцам. Морские разбойники становились пиратами их величеств, а потом получали дворянские титулы.

Это, так сказать, внешние проявления меркантилизма. Но одновременно в эту эпоху происходила глубокая перестройка всех оценок, идеалов, системы взглядов, установившейся в период средневековья.

Тезис французских Людовиков «Государство — это я» или «Народ — это я» отражал не только взгляды одного человека, это была концепция, порожденная меркантилизмом.

Страна ассоциировалась с ее монархом, величие которого и было национальной целью. Все прочее, в том числе и религия, оказывалось на втором плане.

Меркантилизм не просто содействовал становлению абсолютизма, расширению торговли, ликвидации феодальной раздробленности. С развитием меркантилизма отступала средневековая схоластика, слабели догматы и политическое влияние церкви, появлялись критические философские школы и т. д. Одним словом, меркантилизм — это была идеология. Она имела своих выразителей, философов. Одним из наиболее ярких его идеологов был Макиавелли. И хотя во многих странах, в том числе и в России, книги Макиавелли были под запретом, макиавеллизм был концентрированным выражением господствующих принципов.

Сначала меркантилизм играл, безусловно, прогрессивную роль. В его активе и содействие в преодолении клерикализма и феодальной разобщенности, и создание сильной центральной власти. Все это на первых порах способствовало развитию производительных сил.

Однако уже в XVIII веке он постепенно превращается в фактор, тормозящий развитие производительных сил.



Меркантилизм возник еще в домашинную эпоху, когда считалось, что настоящий труд — это только труд, связанный с землей. Только он создает ценности. Поэтому «полезными» сословиями считались только те, которые были связаны с землей: владельцы земельной собственности — дворяне и те, кто обрабатывал землю, — крестьяне. Все прочие — это третье сословие. Оно землю не пахало, само хлеб не добывало и, следовательно, только пользовалось трудом чужих рук.

Если на грани XVI и XVII веков такая система взглядов еще и не содержала больших ошибок — основное богатство доставляла действительно земля, то уже в середине XVIII века с изобретением паровой машины ситуация изменилась в корне.

Развитие промышленного производства, рост влияния и мощи буржуазии, ремесла становятся определяющими процессами эволюции общества, а развитие промышленности — определяющим фактором в развитии производительных сил. Теперь уже труд третьего сословия и торговля нужны не для блеска двора и военных авантур августейшего властелина, а для развития новых технологий, строительства фабрик, заводов.

И в наступающей эпохе меркантилизм уже не содействует развитию производительных сил, а сдерживает его. Буржуазии нужен простор, а не стеснительные приоритеты меркантилизма с его сомнительными идеалами

величия монарха. Штурм Бастилии был лишь одним из эпизодов рождения нового порядка — Всеобщего Рынка. Но все началось с паровой машины. Паровая машина открыла эру Рыночной Экономике. Электронная вычислительная машина ее закрывает (мы постараемся это показать).

В общественных процессах не бывает четких граней. Коренные различия начинают выступать только со временем. Огромное количество переходных форм делает очень трудным выделение явления в рафинированном виде. В России, например, развитого меркантилизма, по существу, и не было, хотя и жил в XVIII веке в России один из его идеологов, Посошков.

Переход от меркантилизма к Всеобщему Рынку также происходил не сразу и в разных странах по-разному.

Паровая машина определила тот рост производительных сил, который и привел к капитализму. Возможности использовать энергию, скрытую в каменном угле, для своего обогащения (да простит меня читатель за столь утрированную интерпретацию) привели к появлению современной промышленности и возникновению класса капиталистов. А ему, этому классу, нужны были сырье, из которого он мог бы производить товары, рынки, где он мог бы их продавать, дешевая рабочая сила и т. д. и т. п. Побольше произвести, побольше продать кому угодно и где угодно — вот главные цели. А что касается идеалов абсолютизма, то до них ему и дела не было никакого! Это явление разрушает пошленные барьеры, уравнивает людей, имеющих равные деньги, стирает приоритеты и предпочтения.

В начале XIX века возникает золотой стандарт. Процесс ликвидации меркантилизма и создания Всеобщего Рынка практически закончен. Возникла такая ситуация, когда все решали деньги и только деньги, неважно, где и как они получены. И этим единым измерителем можно было измерить все: все товары, все произведения искусства. Деньги давали силу, власть над людьми! Титулы и привилегии исчезают!

Возникший рыночный механизм сыграл огромную роль в развитии производительных сил. И не только производительных сил. Представление о буржуазных свободах, концепция «западной» демократии, принципы свободного предпринимательства и вся система, именуемая «обществом потребления», возникли в конечном

счете благодаря Всеобщему Рынку — одному из основных механизмов, порожденных капитализмом.

Конечно, в рафинированном виде рыночный механизм никогда не существовал — всегда имелись ограничения и барьеры, из-за которых деньги в руках одних значили больше, чем в других. В России купец для вступления в гильдию должен был представлять справку о причастии. В Британской империи существовали различные имперские преференции и т. д. Но идея всеобъемлющего рынка, создающего иллюзию равных возможностей для всех — механизма, который позволяет сравнивать несравнимое, — настолько глубоко укоренилась в сознании людей, что любое ограничение свободы обмена и предпринимательства считается делом заведомо плохим, незаконным, посягающим на права человека.

Только его величество рынок указывает надежные пути развития человеческой цивилизации, лишь он показывает, куда должны быть направлены усилия людей и капиталы, которые есть в их распоряжении! Убежденность в этом проникла очень глубоко в сознание западного общества. И даже сейчас вера в силу этого механизма имеет достаточно широкое хождение.

В сентябре 1974 года мне пришлось принимать участие в международном конгрессе «План действий для будущего». Этот конгресс был организован международным Институтом жизни (есть такой институт) и проходил в новом Дворце конгрессов в Париже. Главные темы конгресса — проблемы окружающей среды, топливный кризис, загрязнение, перенаселение городов и другие животрепещущие проблемы НТР. Вот на трибуну поднимается очередной оратор — один из видных французских экономистов. Он критикует правительственные ограничения на потребление нефти и других дефицитных ресурсов; он считает, что правительственная или международная регламентация не только не нужны — они вредны; и вообще он не понимает причин для беспокойства: все должно решиться само собой. Если нефти станет меньше, то она станет дороже, станет выгодной эксплуатация других топливных и энергетических ресурсов, станут эффективнее искать новые залежи и источники. А если начнут искать, то наверняка найдут. Появится интерес к поиску новых технологий. Возможность хорошо заработать умножит настойчивость энергичных людей. Так всегда бывало. Так будет и впредь.



Правительственные же меры — притом любые — только сдерживают инициативу людей.

Такова в несколько утрированном виде основная идея — нет, идеи здесь нет никакой, — основное содержание речи человека, верящего в могущество Всеобщего Рынка. А то, что слепая стихия человеческих страстей приводила к катастрофе и в результате исчезли великие цивилизации... Нет, я забежал немного вперед, об этом позднее.

Я уже выше говорил, что даже в период своего расцвета в конце XIX и начале XX века в законченном, чистом виде Всеобщий Рынок никогда не существовал. Всегда рядом с ним были и другие механизмы, отражавшие сложность и противоречивость буржуазного общества, существование разнообразных интересов и несовпадающих целей. Тем не менее он определял основные взгляды и оценки. И для этого были свои причины.

Существовавший рыночный механизм отслеживал потребности общества, он выявлял его сегодняшние, сиюминутные потребности в товарах. Производитель, знающий рыночную конъюнктуру в данный момент, мог в принципе производить именно ту продукцию, которая была нужна, на которую был спрос, — следовательно, которая нашла бы сбыт. И не просто сбыт, а которая могла бы быть продана с наибольшей выгодой и, следовательно, принесла бы максимальную прибыль. Знание Рынка, изучение Рынка сделалось одной из важнейших обязанностей делового человека. Уверенность в том, что именно Рынок является идеальным механизмом регулирования сферы производства и торговли, глубоко проникла в сознание экономистов.

Но оказалось, что Рынок отнюдь не застраховал капитализм от потрясений. Периодически возникают кризисы, в результате которых производство несет невосполнимые потери. Разрушаются подчас целые финансовые империи, не говоря уже о гибели бесчисленного количества мелких предпринимателей. Кризисы потрясают до основ капиталистическое общество и ставят перед буржуазными экономистами неразрешимые задачи. Нет, они не складывают оружия, они пытаются искать решения и дают объяснение тому или другому явлению. Но эти объяснения очень напоминают рассуждения метеорологов-прогнозистов, которые всегда «легко» объясняют аномалии погоды тем, что циклон, несущий

дождь, не пришел вовремя из Атлантики! А между тем теория управления могла бы многое объяснить.

Рынок фиксирует современное соотношение потребностей общества с возможностью его удовлетворить и переключает производственные возможности таким образом, чтобы максимально сократить разрыв в этом соотношении. Такое управление очень напоминает релейный регулятор. Поясним его работу на примере управления полетом самолета.

Предположим, что самолет должен лететь горизонтально. Но вследствие какой-то причины (порыв ветра, например) он начал кабрировать, то есть набирать высоту. Чтобы выровнять его полет, летчик, естественно, должен будет изменить положение рулей высоты. Предположим, что летчик, заметив, что самолет перестал лететь горизонтально, сразу отклоняет рули на максимальный угол независимо от того, каков был порыв ветра и под каким углом начал кабрировать самолет. Как только положение рулей изменилось, возникает момент аэродинамических сил, и самолет, вращаясь вокруг своего центра тяжести, начнет изменять положение в пространстве и в какой-то момент времени снова займет горизонтальное положение. Но сохранить обретенное горизонтальное положение он не может, ибо по инерции будет продолжать вращаться вокруг центра тяжести. Следовательно, в какой-то момент он начнет пикировать. Но в этот же момент летчик повернет рули в обратную сторону. Вращающий аэродинамический момент изменит свой знак. Сначала он начнет тормозить вращательное движение самолета. Затем, после того как погасится его угловая скорость, начнется вращение самолета в обратную сторону и т. д. В теории управления такой способ регулирования хорошо изучен, и, в частности, доказано, что он приводит к потере устойчивости. Если летчик будет действовать согласно описанной схеме, то достаточно ничтожного порыва ветра, чтобы его горизонтальный полет превратился в движение по траектории, похожей на синусоиду, размах колебаний которой будет все время расти. Финал неизбежен — в какой-то момент самолет сорвется в штопор и врежется в землю или произойдет еще что-либо подобное.

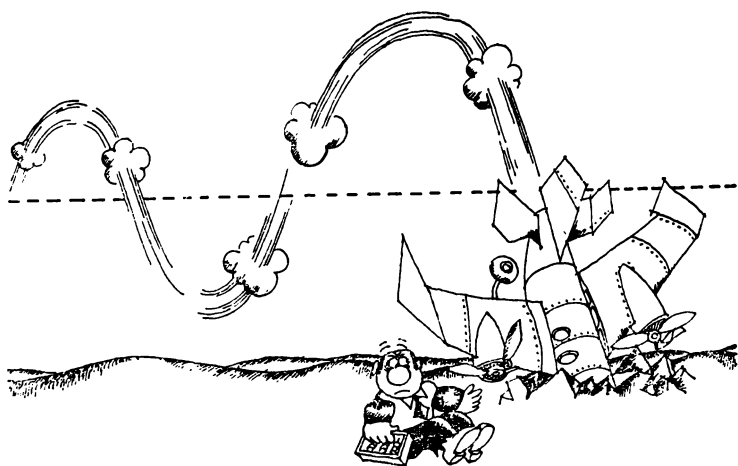
Таким образом, если бы специалиста по теории управления спросили о судьбе динамической системы, именуемой экономикой, которая управляется с помощью подобного механизма, называемого рынком, то ответ

был бы однозначен — такая динамическая система неустойчива. С помощью рыночного механизма ее нельзя стабилизировать, нельзя обеспечить ее устойчивый рост.

Однако экономисты обычно не задают вопросов специалистам по теории управления. Возможно, они даже и не знают, что такая теория существует и может быть с пользой применена для исследования экономических процессов. А уже сегодня анализ хорошо составленных моделей рыночной экономики позволяет легко прийти к выводу о принципиальной неустойчивости ее развития. И история демонстрирует справедливость этого вывода. Периодически возникающие кризисные ситуации — это как раз те неизбежные срывы в шторм, которые предсказывает теория управления.

Кризисы — эти предвестники катастрофы — показали, что рыночный механизм не так уж идеален, если периоды благоприятного развития экономического организма все время перемежаются срывами в шторм. Но одновременно с углубляющимися кризисами, с увеличением амплитуды колебаний траектории экономического развития происходит и эволюция той структуры производственных отношений, которая потребовала создания рыночного механизма.

Если снова задать вопрос специалисту по теории



управления, какие посылки необходимы, чтобы рыночный механизм отслеживал сегодняшние потребности людей, то он ответил бы, наверное, что для этого потребителей и производителей должно быть достаточно много и они должны быть примерно «равны», среди них не должно быть таких, чьи интересы преобладали бы над остальными. Появление таких лиц или групп неизбежно разрушит основную посылку рыночной экономики — тождественность потребностей рынка реальным потребностям людей, — и приведет к уменьшению эффективности функционирования этого механизма.

В конце XIX века началась та концентрация производства, та монополизация Рынка и промышленности, которая продолжается в мире капитализма и в настоящее время.

В этих условиях эффективность рыночного механизма должна падать. Это значит, что его способность управлять развитием экономики должна непрерывно ухудшаться, размахи кризисных колебаний должны все время увеличиваться. История развития промышленности конца XIX века и начала XX века прекрасно иллюстрирует это общее положение.

### СОБЫТИЯ НАРАСТАЮТ

Неспособность рыночного механизма справиться с кризисными явлениями и бесперспективность капиталистического пути были предсказаны марксистской политической экономией еще в прошлом веке. Ленинская теория империализма дала наглядное представление о процессе эволюции капитализма в новых условиях XX века — нарастание противоречий, неизбежность кризисов и т. д.

Многие представители буржуазных экономических школ также видели развитие капитализма не только в розовом свете. Понимание того, что дело идет совсем не так, как хотелось бы, пронизывает многие сочинения. Меня поразили слова, сказанные в начале 20-х годов одним из современных буржуазных экономистов — кажется, Шумпетером. Их смысл примерно следующий. Рыночный механизм — явление историческое; он возник вместе с капитализмом; но сегодня он уже не может обеспечить его процветание и исчезнет раньше, чем исчезнет частная собственность на средства производства.

Дефекты рыночного механизма, необходимость его совершенствования уже к концу 20-х годов были поняты не только экономистами. В 1929 году президентом США Гувером был создан исследовательский комитет по проблемам социальных тенденций. Его задача — подготовить основу для формирования крупных национальных политических курсов, предназначенных для следующей фазы развития страны.

После великого кризиса начала 30-х годов усилия многих экономистов и политических деятелей западного мира были направлены на поиски практических путей стабилизации капиталистической экономики. И особую роль здесь сыграли идеи английского экономиста Кейнса, которые легли в основу «нового курса» президента Ф. Рузвельта в середине 30-х годов.

И нельзя сказать, чтобы эти усилия были бесплодны. Рыночный механизм был сильно усложнен и усовершенствован, появилось много новых типов обратных связей, но тем не менее он сохранял свой «рыночный» характер, а свобода предпринимательства в эпоху империализма постепенно так его деформировала, что Рынок стал выражать не столько реальные потребности общества, сколько эгоистические интересы крупных монополий.

Одним словом, принципы, заложенные в основу работы автопилота, остались старыми. И если бы специалиста по управлению еще раз спросили, что теперь он думает о судьбе системы, то ответ, наверное, был бы таким: конечно, автопилот улучшен, колебания будут происходить с меньшей амплитудой, однако система с таким автопилотом все равно неустойчива, и рано или поздно колебания достигнут опасных пределов. Надо менять принципы работы автопилота.

Но автопилот экономической системы, ее механизм управления отражают природу производственных отношений. Значит, коренная ломка механизмов управления означает, по существу, смену фундамента капиталистического общества, и прежде всего уничтожение частной собственности на средства производства и свободы частного предпринимательства.

Ну а НТР? Какую роль она играет во всем этом процессе?

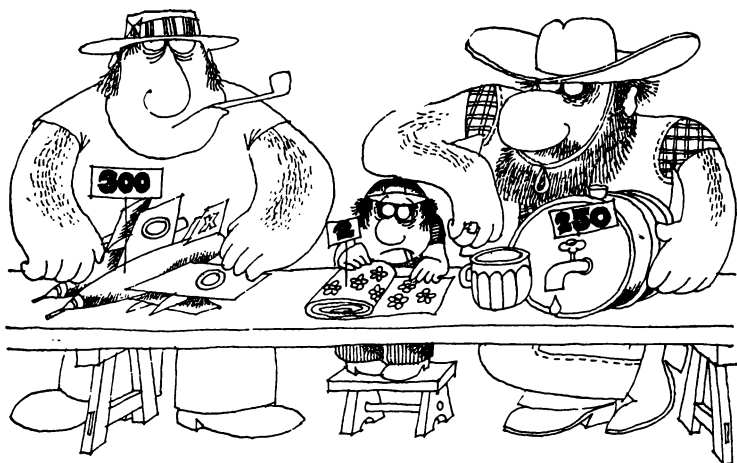
Технический прогресс уже в конце XIX века начал требовать высокой степени концентрации капитала. Начинают возникать крупные монополии. Дальнейшие

усложнения (и удорожание) технологий, производственных связей привели к появлению конгломератов — объединений основных и вспомогательных производств, источников сырья, организаций сбыта и т. д. Начинают возникать международные корпорации: крупнейшие из них «Дженерал моторс», «Эссо» и другие. Их доходы оказываются сравнимы с доходами таких индустриально развитых стран, как Бельгия, Швейцария, даже Италия и Франция.

Эти организмы уже совсем непохожи на классические фирмы, описанные в романах Драйзера, Голсуорси и др. Дело даже не в том, что в них, как правило, отсутствует «отец фирмы», рачительный хозяин, собственник фирмы. Собственник становится безликим. Его место занимает менеджер — высокопоставленный служащий, и только. Более важно другое. В этих больших фирмах мы сталкиваемся уже с развитым аппаратом планирования. А иначе и быть не может. Сегодня самолетная фирма, начиная создавать новую конструкцию, должна знать, что через 10—12 лет, когда она выпустит первые самолеты, в создание которых будут вложены миллиарды, они найдут сбыт. Значит, должно быть не просто планирование внутри фирмы, но планирование на основе долгосрочных соглашений с другими подобными корпорациями. К этому надо добавить возросшую роль государства, которое становится основным потребителем большой доли национального продукта и также в определенной степени осуществляет планирование, а не просто закупки на рынке, как это было при царе Горохе.

Вот это возникновение планирования на уровне фирмы становится отличительной чертой современного капитализма, отнюдь не меняя при этом его сущности.

Вторая особенность, связанная с возникновением международных объединений, — усиление зависимости Рынка от интересов этих международных концернов. Мы уже говорили: для того чтобы рыночный механизм (в чистом виде) отражал потребности общества, необходимо, чтобы производство определялось большим числом независимых мелких производителей, чтобы среди них не было «исключительных», способных навязать волю другим. Как говорят физики, ансамбль должен быть статистически однородным. Сейчас же международные монополии способны диктовать свою волю не только



мелким производителям, они могут ее навязывать даже государствам. И нефтяной кризис 70-х годов тому пример.

Но и это не все.

Как заметил еще Шумпетер, особенность современных отношений «производитель — потребитель» состоит в том, что крупные монополии способны навязывать свою волю и потребителю. Именно поэтому современный Рынок постепенно перестает отражать реальные потребности общества и начинает служить интересам международных монополий. Возникают новые критерии и системы предпочтений, появляется какая-то новая форма меркантилизма, в которой место двора его величества монарха начинает занимать вроде безликая международная монополия.

Но все эти процессы столь же стихийны, столь же мало планируемы человеком, как и процесс образования Всеобщего Рынка. И сейчас становится все более и более очевидным, что планирование на уровне корпораций и отдельных фирм недостаточно для того, чтобы стабилизировать экономику. Необходимы еще общие программы: национальные, региональные, общепланетарные, основанные на долгосрочных соглашениях. Необходимо сосуществование в самом глубоком смысле этого слова.

И нельзя сказать, что попытки создать такое целе-

направленное планирование в масштабах отдельных стран не предпринимаются. Широко известна система планирования в Японии; уже второе десятилетие во Франции делается попытка организации государственного планирования (скорее регулирования); еще в 1950 году президент США Д. Эйзенхауэр создал специальную президентскую комиссию по национальным целям и т. д. Все эти попытки — знамена времени, требования НТР.

Однако сказать, что они, эти попытки, достаточно успешны, было бы большим преувеличением. Они не смогли уберечь капиталистическую экономику ни от инфляции, ни от финансового хаоса, ни от периодических спадов, ни от роста безработицы. И хотя в США слово «планирование» перестало быть жупелом и его стали произносить даже в Капитолии, настоящего планирования там нет. Да и может ли оно быть в условиях свободного предпринимательства и права собственности на средства производства? Исчезнет ли Всеобщий Рынок, будет ли он заменен неомеркантилизмом международных монополий с их элементами планирования — судьба капитализма от этого не изменится; НТР только ускорит его деградацию.

И тем не менее необходимость крупных международных программ становится жизненной необходимостью для людей, и не просто программ, а изменения многих установившихся концепций и привычных представлений. Но нужно это не для стабилизации экономики развитых промышленных капиталистических стран (с этим уж пусть они разбираются сами), эти программы, эта смена концепций нужны всем людям нашей планеты. Давайте рассмотрим внимательнее, почему это так.

На протяжении тысячелетий государства решали свои споры с помощью оружия. Но сейчас, в век НТР, война становится бессмыслицей! Когда произносится это утверждение, а оно довольно широко распространено, то думают обычно о ядерной войне. Кажется, что все разумные люди с этим согласны. Уже накоплено так много ядерных бомб и так совершенны стали средства их доставки, что исход ядерной войны практически очевиден. Можно спорить лишь о «деталях» — сохранится ли Земля как безжизненный радиоактивный шар или вспышка новой звезды в той отдаленной части Галактики, где находится наша солнечная система, возвестит



далеким мирам, что эксперимент с белковой жизнью, затеянный по воле случая несколько миллиардов лет назад, окончен.

Но то, о чем мы говорим сейчас, касается любой войны, а не только ядерной, и ближневосточные войны последнего десятилетия, кажется, это подтверждают в полной мере.

Научно-технический прогресс привел к невиданному усовершенствованию всех видов оружия, а не только ядерного. Это усовершенствование привело к колоссальному их усложнению и удорожанию. Сегодняшний самолет стоит столь баснословно дорого, что вместо авиационных армад прошлой мировой войны, насчитывающих десятки тысяч самолетов, даже самые богатые страны могут их иметь только сотни.

Современный боевой самолет — это удивительнейшее творение инженерного гения человека. Совершеннейшие формы, безотказные двигатели, мощное вооружение, тончайшая электроника — все это стоит не меньше слитка золота такого же веса; и все это дорогостоящее великолепие имеет очень немного шансов вернуться после боевого вылета на свой аэродром. Его очень хорошо научились сбивать, гораздо лучше, чем это было во время второй мировой войны.

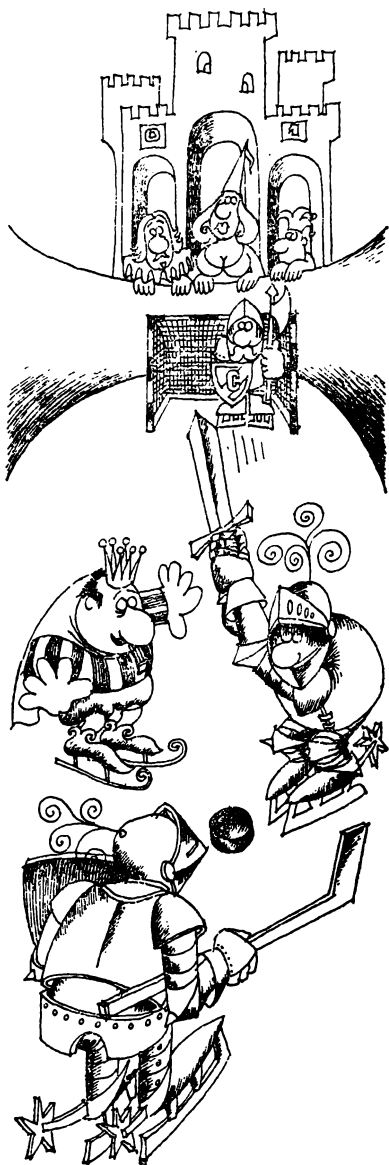
Надежда на успех могучей боевой авиации — это такой же абсурд, как и надежда на атомное оружие. Примерно то же самое можно сказать и о других видах боевой техники. Сейчас ситуация чем-то напоминает обстановку, в которой жили карликовые суверены времен средневековья. Тогдашняя «научно-техническая революция» создала рыцаря — тяжело вооруженного всадника. Плохо вооруженная пехота с ним ничего не могла поделаться. Но владетельный барон, даже если бы он продал последнюю рубаху, все равно мог бы вооружить только несколько таких рыцарей. И каждый из них обходился барону настолько дорого, что он боялся им рисковать и искал иные способы разрешать споры — например, устраивал турниры.

Войны в наш век действительно перестали быть способом разрешения конфликтов. Я отношусь к числу тех людей, которые верят в разумность человека. Я думаю, что в истории человечества больше не будет мировых разрушительных войн. Но сам факт ее возможности уже трагичен в современных условиях. Он не только отнимает ресурсы, не только сковывает талант людей — он

лишает человечество способности решать другие задачи, не менее важные для нашего существования на нашей пока еще прекрасной планете.

Совещание в Хельсинки, стремление к разоружению, к запрещению пока самых опасных видов оружия — первые шаги, освобождающие человечество от непрерывно нависающей опасности. А дальше будут программы — ведь надо же оградить человечество от неожиданностей, которые могут преподнести враги мира и социализма. И хочется верить, что эти усилия достигнут цели: и те огромные силы, которые тратятся впустую, будут однажды переключены на добрые дела. Если этого не случится, то плохо будет человеку!

Ситуация, которая возникла в связи с развитием военной техники, очень опасна для человечества, и, чтобы она стала благожелательной, необходима, конечно, «перестройка мозгов» людей, стоящих у власти капиталистических стран. Как эту перестройку осуществить — это тоже проблема. В ее решение огромный вклад должны внести, в частности, ученые и инженеры. Это они должны в первую очередь

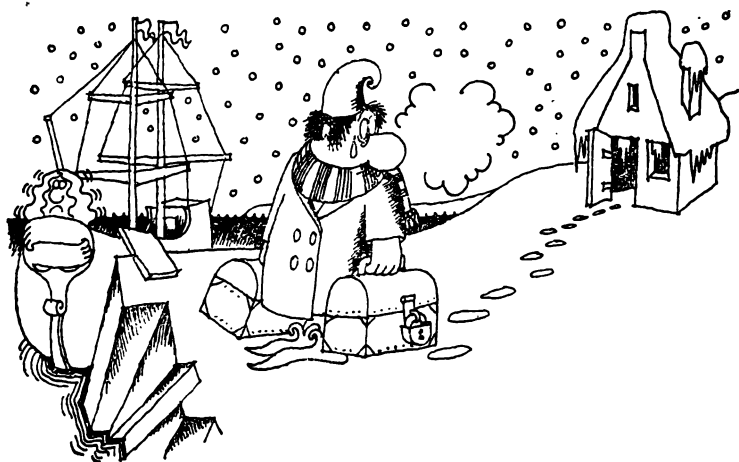


сказать свое слово, ибо в этих вопросах они компетентны, и простые люди ждут их мнения и считаются с ним.

Но не только проблемы войны требуют поиска новых путей развития человеческого общества. Не менее остры и проблемы окружающей среды, о чем мы уже говорили в начале книги. Здесь людей должны беспокоить не столько вопросы загрязнения и истощения ресурсов, сколько, наверное, темпы воздействия на окружающую среду, которые все время возрастают и вызывают в ней определенные изменения. Изменения эти будут накапливаться все быстрее и быстрее и могут привести к непоправимому. Конечно, и раньше внешняя среда не оставалась стабильной. С XII по XVIII век, например, как мы знаем, планета переживала так называемый малый ледниковый период, когда в Скандинавии и Канаде снова начали расти ледники. И человечество выжило; и не просто выжило, но и шагнуло за эти столетия из средневековья к французской революции.

Но все изменения окружающей среды, с которыми люди сталкивались ранее, происходили относительно медленно. Так медленно, что общество успевало адаптироваться к ним. Конечно, кое-где ему пришлось и отступить, например, из Гренландии и Лабрадора.

Теперь же основная опасность умножилась, и состоит она в том, что характерное время глобальных изменений условий жизни людей может оказаться меньше



времени жизни одного поколения, и люди просто не успеют приспособиться к этим новым условиям. Вот здесь-то и нужен коллективный разум и коллективные усилия. Нужны международные программы — программы исследований и программы действий.

## МИР БЕЗ ВОЙН

Научно-техническая революция делает мирное сосуществование государств с различным социальным строем единственной альтернативой. Бесконтрольное, непланируемое развитие военной техники, да еще в условиях возможности военных конфликтов, может привести только к катастрофе, причем к катастрофе глобального характера — к нарушению условий, при которых самосуществование человечества как биологического вида станет невозможным. Сейчас это уже почти аксиома.

Что же такое сосуществование в условиях НТР? Об этом много говорят, но уж очень по-разному понимают. Я попробую высказать свои соображения по поводу смысла этого термина.

Сосуществование — это комплекс разных вопросов, и прежде всего такое состояние мира, такое его устройство, такая организация людей, стран, регионов, которая гарантирует дальнейшее продолжение рода человеческого, развитие его цивилизации, проявление его таланта.

Землю населяют люди с разным цветом кожи, с разной культурой, идеалами и стремлениями. Они образуют государства с разными социальными и политическими укладами. Цели и интересы этих стран тоже разные и никогда не будут тождественными: иллюзиям здесь не должно быть места! И тем не менее они должны жить и работать на одной планете.

Значит, сосуществование — это форма организации совместных усилий, необходимых для сохранения жизни на Земле, и планов их реализации.

А не является ли идея сосуществования в такой форме утопичной?

Ответ здесь непростой. Я уверен, что в этой идее нет утопии!

Мы все плывем в одной лодке. Эта лодка называется «планета Земля». И мы должны довести эту лодку до надежной гавани. Да, мы все на многое смотрим по-разному, у нас действительно разные цели и стремления. Но нам всем в равной степени необходимо найти

путь между рифами. Если лодка наскочит на подводный камень, если ее захлестнут волны, если случится еще что-нибудь непредвиденное, то ко дну пойдут все. Здесь тоже не должно быть иллюзий! Значит, всем в равной степени нужна программа поисков этого пути.

Вот это и есть те аргументы, которые вселяют определенный оптимизм. Ну а если мы сможем объединить усилия в поисках пути сквозь буруны и рифы, которые нам настроила НТР, то та же НТР позволит нам найти и спасение. Главное — объединить усилия людей!

В разных спорах, которые происходили у меня и дома и на Западе, возникал всегда один принципиальный вопрос. Ну а как быть с идеологической борьбой? Ведь сосуществование требует единства взглядов, прекращения всех споров, разрешения всех противоречий!

Вот с этим тезисом я не согласен. Я не верю ни в конвергенцию (схождение), ни в полное единство любых, в том числе и политических, взглядов.

Я коммунист, у меня есть система взглядов, в истинности которых я убежден. И сколько раз на конференциях и семинарах у меня возникали споры с учеными, которые стоят совсем на других идейных позициях. Я люблю спорить и уважаю умных противников; сколько раз они помогали мне оттачивать аргументы, видеть слабости в моих доводах и т. д.

Я уже говорил, что все мы, люди Земли, путешественники, которые волей судьбы оказались все вместе, в одной лодке, и мы должны стремиться к сосуществованию — найти проход между подводными камнями, бурунами, готовыми перевернуть лодку. Но, повторимся, это совсем не значит, что мы должны иметь по всем вопросам общее мнение. Мы можем спорить и убеждать друг друга; недопустимо только одно — переход споров в кулачные бои, способные опрокинуть лодку.

Итак, научно-техническая революция резко ускорила течение всех общественных процессов, и прежде всего эволюцию механизмов, регулирующих развитие производительных сил. Плановое начало, планомерность становятся объективно необходимыми для дальнейшего развития экономики и всех тех процессов общественного развития, на которые человек может оказать влияние.

Объективная необходимость замены механизмов рыночного типа новыми механизмами, в основе которых лежит целенаправленная деятельность людей, — может быть, самое важное следствие НТР. Оно повлечет за со-

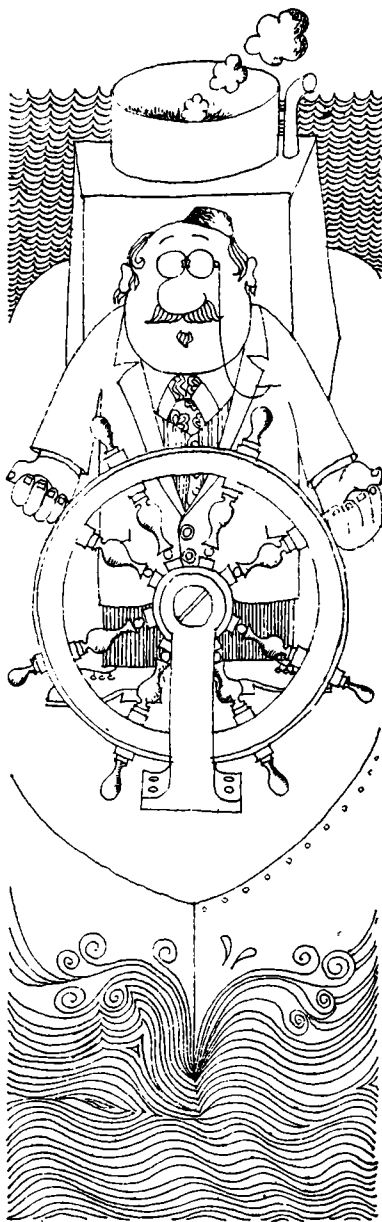
бой много важнейших перемен, ибо любое изменение механизмов управления неизбежно затрагивает святая святых каждого общества — структуру его производственных отношений. Иначе говоря, НТР ставит вопрос о замене капиталистических отношений социалистическими.

В отличие от всех предыдущих эпох, когда механизмы управления слагались стихийно, в эпоху НТР нам приходится их проектировать самим. Мы должны изобретать новые принципы управления и структуры обратной связи, внедрять их в производственную деятельность. Дальнейшее поступательное движение будет зависеть в первую очередь от совершенства тех механизмов управления, которые будут созданы, от уровня той теории, которая будет в их основе, от смелости и энергии практиков, которые будут их внедрять в жизнь. Пионерами этого движения являются социалистические страны, Советский Союз.

Вот почему остальные главы этой книги, посвященной научно-технической революции, будут содержать обсуждение различных проблем, связанных с созданием совершенной системы управления, ее принципов и тех требований к реализации планомерности, которые выдвигает НТР.

III  
глава

**Основа  
научного  
управления**



В предыдущей главе я постарался рассказать, почему НТР выдвигает в число наиболее актуальных проблем современности проблему создания научно обоснованной системы управления процессами, происходящими в общественной сфере. На всех стадиях общественного развития необходима была научно обоснованная система управления. И каждая новая формация ставила перед этой системой более жесткие требования.

С первых дней Советской власти В. И. Ленин начал внедрять в практику управления социалистическим государством новые, основанные на новых знаниях принципы демократического централизма. Завоеванием практики управления и научных исследований в области управления в нашей стране является планирование.

Коммунистическая партия непрерывно требует и ведет работу по повышению научной обоснованности и дальнейшему совершенствованию системы управления. Система управления общественным развитием и народным хозяйством, научно обоснованная, создана и функционирует. Вопрос стоит о дальнейшем ее совершенствовании. На необходимость этого в определенной степени влияет и НТР. Сегодня этими вопросами интенсивно занимаются во многих странах мира, публикуются многочисленные статьи, книги.

В начале 60-х годов независимо в США и СССР возникло новое понятие — «программный метод». Появление одинаково звучащих терминов в двух странах, наверное, случайно. Но если для нашего общества это появление естественно, то факт возникновения необходимости формировать механизмы планирования и управления в капиталистическом обществе знаменателен и отражает объективную потребность эпохи. В США этот термин возник во времена Р. Макнамары, занимавшего пост министра обороны при президенте Д. Кеннеди. Одной из главных акций этого американского государственного деятеля было упорядочение военных расходов. До Р. Макнамары каждый род войск имел собственный бюджет и самостоятельно формировал свои планы. Эти планы часто дублировали друг друга. И в то же время каждый из них формировался, исходя из собственной доктрины. Новый министр обороны превратил деятельность родов войск в единую систему, отвечающую единой военной доктрине США. Родилась известная схема П — П — Б: программирование — плани-

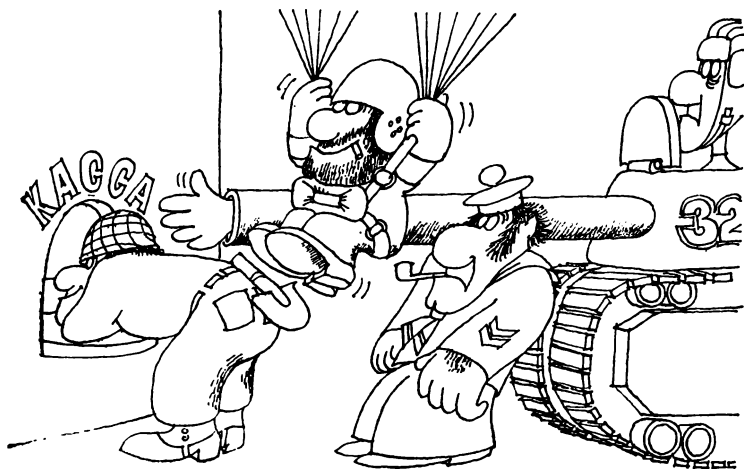


рование — бюджетирование. Была разработана единая технология формирования бюджета и единая политика заказа вооружения. Принципы управления и методы формирования военных планов и программ постепенно мигрировали в другие сферы деятельности государственного аппарата, а затем и в некоторые из отраслей промышленности, тесно связанные с государственными заказами.

Таким образом, термин «программный метод» возник в США как синоним методов формирования и реализации плана министерства обороны. Он несет, следовательно, вполне определенную ограниченную смысловую нагрузку, хотя целый ряд подходов и алгоритмов, развитых в его рамках, имеет более широкую практическую ценность. Эти подходы интересны и нам в нашей повседневной работе по совершенствованию решения отдельных задач планирования.

Совсем иной смысл вкладывается в понятие «программный метод» у нас в стране. Возник этот термин в 1963 году при следующих обстоятельствах.

В начале 60-х годов в обиход вошли понятия «оптимальное планирование», «оптимальный план» и т. д. И вот среди математиков и экономистов, которые занимались методами оптимизации, стали возникать споры. Оказалось, что объяснить содержание первых понятий не так-то просто. Во-первых, выражение «максимум



продукции при минимуме затрат» логически бессмысленно. Минимум затрат — это ноль: отсутствие всяких затрат. А нолевым затратам отвечает и нолевая продукция. Но логическую несуразицу — «минимум затрат» — еще можно преодолеть. А что значит «максимум продукции», «максимальное удовлетворение потребителей»? Какое отношение имеет «оптимальность» к реальному планированию? Жизнь многогранна и сложна, потребности разнообразны. И все ли потребности надо стараться удовлетворить?

Вполне очевидное при ближайшем рассмотрении оказалось далеко не очевидным!

И вот когда было исчерпано то, что нам могла дать традиционная экономическая наука, мы решили сначала внимательно проанализировать тот опыт, который накопило наше государство. Ведь с самых первых дней своего существования нам приходилось решать вопросы хозяйственного строительства, распределять инвестиции (долгосрочные капиталовложения), соизмерять потребности и возможности и использовать ресурсы наилучшим в каком-то смысле образом! И оказалось, что основные принципы научного управления этой деятельностью, по существу, были уже созданы. Хотя они и не были еще достаточно глубоко проанализированы нашими теоретиками-экономистами, они тем не менее уже существовали, их уже создали. Их создала жизнь, требования хозяйственного и партийного строительства, опыт практиков-руководителей! План ГОЭЛРО, 1-й пятилетний план, перебазирование промышленности на Восток во время Великой Отечественной войны и многое другое были теми образцами, анализ которых и позволил сформировать необходимые концепции.

Оставалось придумать название тому общему подходу, который рождался в практической деятельности нашего государства и который, разумеется, в своем развитии должен был включить в себя все богатство современных идей и научных методов, и, в частности, понятие оптимального плана. И этот подход, этот метод был назван «программным методом». Название было призвано подчеркнуть, что развиваемый метод должен связать системой процедур программные установки партии с конкретными народнохозяйственными мероприятиями. Это название метода возникло как-то само собой, стихийно. Никто его специально не изобретал, и

его автора назвать, вероятно, невозможно. Что касается меня, то термин «программный метод» я услышал в докладе сотрудника ВЦ АН СССР Ю. Иванилова в 1963 году, а первая научная публикация была сделана Ю. Иваниловым, А. Петровым и мною в 1966 году.

Начиная с 1965 года «программный метод» все больше и больше привлекает к себе внимание специалистов и постепенно становится одной из центральных тем научных исследований.

В настоящее время «программный метод» управления и планирования централизованным социалистическим народнохозяйственным организмом превратился в стройную научную систему, охватывающую всю цепочку процедур, начиная от формирования программы до реализации плановых заданий. Фрагментарному описанию принципов «программного метода», его идей и технологии, тем взглядам, которые складываются у нас в Советском Союзе, и посвящается эта глава.

### **НЕБОЛЬШОЙ ЭКСКУРС В ТЕОРИЮ УПРАВЛЕНИЯ**

В предыдущей главе мы уже несколько раз прибегали к услугам теории управления. Вот и сейчас используем ее метод изложения, ибо простейшую интерпретацию «программного метода», по-видимому, легче всего сделать с помощью языка, возникшего в теории управления.

Эта техническая дисциплина за последние 30—40 лет выработала целый ряд точек зрения, принципов исследования и синтеза сложных технических систем управления. Конечно, технические системы неизмеримо проще систем общественных. Они, как правило, являются рефлекторными системами. Это значит, что, как бы они ни были сложно организованы, все их звенья имеют вполне определенный закон поведения. В отличие от технических элементы общественных систем — люди. Они имеют свободу воли и действий. Поэтому такие системы уже не являются, строго говоря, рефлекторными.

Тем не менее многие методы, подходы и даже выводы, справедливые для рефлекторных систем, оказываются полезными при изучении более сложных — нерелекторных систем. Так, например, оказалось, что целый

ряд идей в управлении экономическими процессами, интуитивно рожденных практикой, уже был весьма глубоко изучен теорией управления. Поэтому некоторые аспекты «программного метода» можно пояснить на примере анализа какой-либо управляемой технической системы. В качестве такого примера рассмотрим проблему создания системы управления для вывода космического корабля на орбиту.

С точки зрения специалиста в области теории управления в этой проблеме есть по меньшей мере три разные задачи, единство которых является главной особенностью всей проблемы.

Первая задача — это выбор цели. С точки зрения инженера эта задача почти тривиальна. Всегда имеется некоторый «внешний заказ» — например, вывести космический корабль для стыковки с орбитальной станцией. Параметры ее орбиты известны лишь с некоторой точностью. Значит, инженеру надо только оценить общую обстановку — определить зону видимости, моменты времени, удобные для запуска космического аппарата, и т. д. Другими словами, он должен изучить ситуацию и предложить возможные «сценарии» — схемы действия для достижения цели.

В результате изучения проблемы инженер может дать и негативный ответ: с теми ресурсами, которые есть в его распоряжении, реализовать вывод аппарата на орбиту он не сможет.

Итак, первый этап — это формирование цели и предварительный анализ реализуемости наших желаний достичь цели, формирование доктрины и предварительная схема ее реализации. Здесь еще нет никакой оптимизации.

Следующий этап — построение программной траектории. Что же такое программная траектория?

Прежде всего необходимо сказать, что, как бы тщательно мы ни изучали ситуацию, никогда абсолютно точно она нам не будет известна. Атмосфера никогда не находится в состоянии абсолютного покоя: ее плотность и скорость частиц воздуха мы никогда не сможем точно знать, а тем более предсказать их движение. Мы никогда не будем точно знать режима работы двигателя: всегда с неизбежной ошибкой будут отклоняться рули управления и т. д. Поэтому, приступая к расчету возможной траектории движения аппарата, мы должны условиться принять, постулировать (то есть спрогнози-

ровать) некоторые расчетные характеристики, некоторую «модель реальной обстановки».

Далее, реализовать цель управления — достичь орбитальной станции, — как правило, можно бесчисленным множеством (если ее вообще можно достичь) способов. Значит, мы имеем возможность выбрать траекторию так, чтобы затраты горючего были поменьше, перегрузки — не больше допустимых, чтобы аппарат в нужное время находился в зонах видимости станций слежения и т. д. и т. п.

Так вот, траектория, рассчитанная по вполне определенным прогностическим значениям параметров, удовлетворяющая многочисленным критериям, которые необходимы с точки зрения инженера, и будет называться программной. Из возможных траекторий необходимо выбрать в каком-то смысле наилучшую. И здесь впервые мы сталкиваемся с проблемой оптимизации.

Однако выбрать программную траекторию еще полдела. Программная траектория аппарата рассчитана по некоторой «средней» обстановке. В своем же движении аппарат встретит атмосферу, плотность которой отлична от расчетной, его двигатели будут работать в режиме, который отличен от расчетного, и т. д. Другими словами, аппарат будет двигаться не совсем так, как мы планировали его полет. И это неизбежно! Не случайно инженеры говорят, что программная траектория — это та, вдоль которой аппарат никогда лететь не будет.

Но цель управления должна быть достигнута. Для этого на ракете надо еще установить механизм управления — автопилот. Он реализует обратную связь: регистрируя отклонения траектории от программной, он вводит коррекцию в управляющие воздействия — меняет наклон рулей или величину тяги двигателя. Одним словом, механизм обратной связи позволяет оценить реальное положение аппарата, скомпенсировать непредусмотренные воздействия на него и приблизить его траекторию к расчетной, к программной траектории, то есть обеспечить достижение цели управления.

Так вот, только единство этих трех элементов: выбор цели управления (сценария), выбор программы (то есть плана полета) и создание механизмов управления (то есть системы обратной связи) — обеспечивает достижение цели (реализацию доктрины) — встречу на орбите аппарата с космической лабораторией.

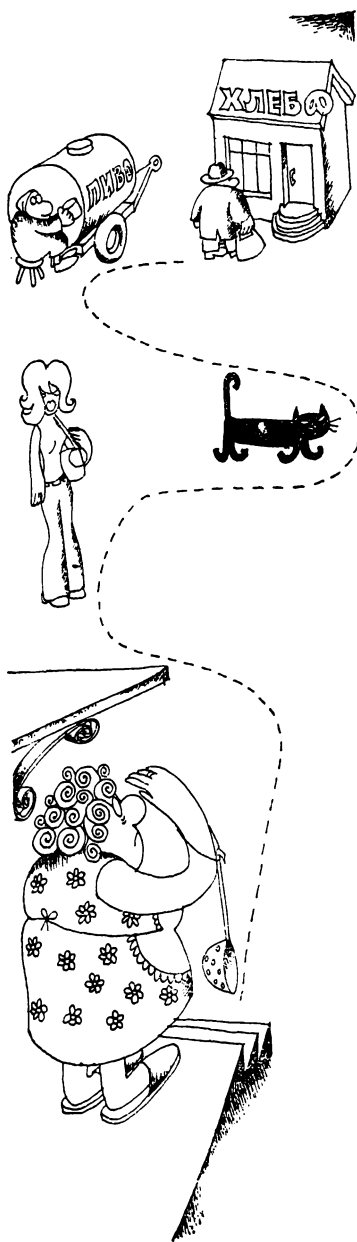
Все эти элементы могут быть обнаружены и при решении проблем управления процессами, происходящими в общественной сфере, прежде всего в экономике.

## НЕРЕФЛЕКТОРНЫЕ СИСТЕМЫ

Если система откликается на внешнее воздействие вполне определенным способом, то мы ее называем рефлекторной. Это название должно подчеркивать аналогию с рефлексами, которые существуют у любого живого организма и которые возникли в результате длительного процесса эволюции и обучения. В техническую систему они заложены человеком. Классическая теория управления и занимается изучением только рефлекторных систем. Она разработала методы, позволяющие изучать (прогнозировать поведение) и проектировать (синтезировать рефлексы, то есть обратную связь) рефлекторные системы. И вот теперь НТР ставит перед теорией управления качественно иные, более сложные проблемы — создание методов анализа и синтеза нерелекторных систем.

Любые системы, в которых «элементами» являются люди, будут обязательно нерелекторными. В самом деле разные люди совершенно по-разному реагируют на внешние воздействия. Каждый человек сам перерабатывает информацию и сам принимает решение. Оно, это решение, всегда является результатом компромисса, адаптации своих собственных интересов, объективно присущих человеку, или того, как он их понимает, к особенностям внешней среды, и в том числе внешним воздействиям (например, приказам). Если летчик «отдает команду» самолету — поворачивает руль высоты, — то он точно знает, как будет вести себя самолет (если, конечно, самолет исправен). Если команда отдается человеку, то мы можем только предполагать, как он будет действовать. Вот в этом и состоит основная сложность изучения и проектирования систем управления нерелекторными системами.

Любой общественный, производственный, социальный организм является нерелекторным. Любая техническая система управления с «биологическими» звеньями также относится к числу нерелекторных. И сегодня наука должна дать способы их анализа и проектирования.



На первый взгляд подобная проблема является трансцендентно трудной. Но более внимательный анализ позволяет увидеть целый ряд подходов к построению научных основ управления подобными системами. Сегодня уже много сделано для построения теории управления нерелекторными системами.

Одна из основных концепций создающейся теории — это необходимость учитывать собственные интересы элементов, то есть людей или отдельных коллективов. Без анализа этих интересов, игнорируя их, мы никогда не сможем оценить реакцию системы на управляющие воздействия. Конечно, чтобы учесть эти интересы, необходимо их знать. Значит, теория управления нерелекторными системами должна развиваться в содружестве математиков и специалистов-общественников. Эта теория появляется как синтез естественнонаучной и гуманитарной культур.

Высказанная точка зрения является очень важной, может быть, даже ключевой в построении практически действующих систем управления в обществе. Недооценка факта существования у

отдельных звеньев общественных систем — у индивидуумов, у группы индивидуумов, у отдельных социально-экономических организаций — собственных целей может сделать неэффективной всю систему планирования и управления.

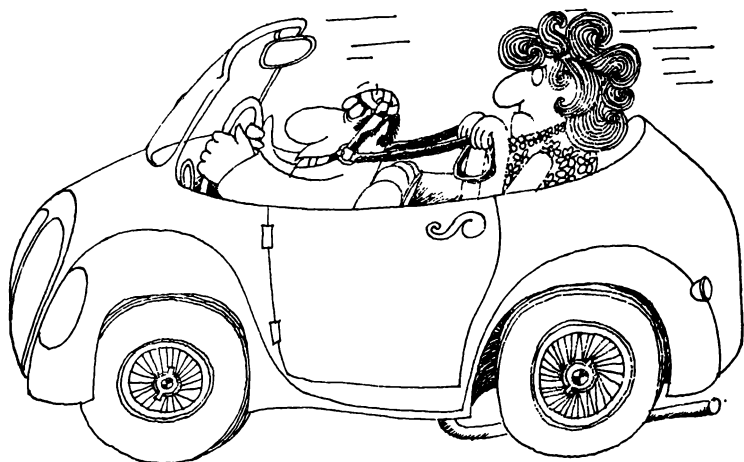
Эти цели (стремления, тенденции) объективны, присущи элементам общества, они определяются их свойствами, заложенными в человеке процессом его эволюции и воспитанием, то есть представлениями о шкале ценностей, которые ему дает общество, и, наконец, самими условиями существования общества. Эти цели у русских одни, у полинезийцев другие, в западных странах они совсем иные. Но они объективны. Их необходимо учитывать, если мы хотим, чтобы создаваемая система управления была способна к достижению тех целей, которые мы ставим.

Современная экономическая наука, используя разнообразный математический аппарат, акцентирует свои усилия на задачах планирования и, в частности, на составлении оптимальных планов. При этом предполагается, что планы должны неукоснительно выполняться, и поэтому проблемы обратных связей — одного из механизмов управления — экономическую науку занимают несколько в меньшей степени. Теория управления в настоящее время уже создала целый ряд идей, которые могут показаться весьма полезными.

Другой исходной позицией теории нерелекторных систем является «программный метод» управления. Его схему мы уже обсудили на примере технической системы. Прокомментируем теперь его положения с позиций систем социально-экономических.

Выбор цели. Мы видели, что в технических системах цель всегда носит экзогенный характер (постановка задачи извне); она является выразителем некоторых «высших целей». В социальных и экономических системах цели могут также носить экзогенный характер, например производственное задание заводу. Но чем выше мы поднимаемся по лестнице производственной иерархии, тем сложнее формировать цели и критерии. И наконец, существует верхний уровень — государство, для которого уже не существует следующей, более высокой ступени иерархии, а следовательно, и экзогенных целей. Другими словами, для системы, именуемой государством, цели должна ставить сама система — государство, они должны вырабатываться внутри системы.





Вот здесь и пришло время рассказать о роли доктрины, о роли не только экономических, но и политических целей.

Всегда, во все времена крупные государственные решения принимались исходя из некоторых высших соображений, исходя из отдельных представлений о целях того или иного политического организма, о его идеалах, то есть исходя из определенной доктрины.

Конечно, мотивация этих целей могла быть совершенно разной. Цицерон говорил о существовании трех типов государств: государства, которые управляются государем, государства, управляемые аристократией, и государства, управляемые демосом. И система идеалов, естественно, зависела непосредственно от характера этого государства. «Государство — это я!» — говорил Людовик XV; и это была не пустая фраза. Государь — это не просто носитель определенных классовых интересов. Он имеет и свои личные цели, например династические, которые заставляют его действовать так или иначе. Идеалы и цели братьев Гракхов и Робеспьера, а следовательно, и решения, которые принимали эти государственные деятели, определялись не только их принадлежностью к определенным социальным группам. Глубокое переплетение разнообразных мотивов приводило к формированию определенной доктрины.

Мы, люди социализма, также живем, следуя опреде-

ленным идеалам. Наша цель — построение коммунистического общества! Это определенная генеральная цель. Для ее достижения необходимо пройти ряд многочисленных этапов — добиться определенных промежуточных целей. Вот они-то и есть доктрины, которые ложатся в основу конкретных действий. Такой доктриной была идея электрификации страны. Доктрина индустриализации легла в основу первых пятилетних планов. Нетрудно проследить, как менялись и развивались эти доктрины по мере развития нашего социалистического государства.

В отличие от технических систем, где цель абсолютно экзогенна, в нерелефторных системах формирование целей — это всегда трудные проблемы, требующие глубокого анализа. Неудачно поставленная цель, ошибочная доктрина направят усилия людей не в то русло и могут поставить экономический организм, государство на грань катастрофы. История дает много примеров пагубных идей. Значит, доктрина должна соотноситься с общими законами развития общества.

Для того чтобы сформировать цель, надо знать хотя бы ориентировочно, что нас ожидает впереди, в какой степени мы можем влиять на наше будущее. Значит, формирование целей должно опираться прежде всего на систему прогнозов экономических, политических, в науке и т. д. А после того, когда цель (доктрина ближайшего развития) определена, должен быть разработан перечень конкретных мероприятий, необходимых для ее достижения, тот самый сценарий, о котором мы говорили в предыдущем разделе. Он часто называется теперь программой: программа механизации сельского хозяйства, программа развития нечерноземных областей, программа переброски рек и т. д.

Но программа — это еще не план. Программа — это набросок, общая схема достижения цели. Она может иметь форму долгосрочного плана с указанием мероприятий и оценками необходимого ресурса для их реализации.

Следующий этап — это расчет программной траектории, который в нашей народнохозяйственной практике называется планированием.

И наконец, последний этап — это реализация плана с помощью народнохозяйственных механизмов, которые позволяют, подобно автопилоту, преодолеть помехи, неизбежно возникающие в реальной жизни.

Ну а теперь уже более детально обсудим «программный метод» в управлении централизованной социалистической экономикой.

### **«ПРОГРАММНЫЙ МЕТОД» И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ**

«Программный метод» в последние годы начал во все большей и большей степени оказывать влияние на конкретную деятельность специалистов в области планирования и управления, стал включаться в курсы учебных заведений. Он является выражением системного подхода к анализу многих комплексных социально-экономических проблем, требующих решения в рамках централизованной социалистической экономики, и дает основу для повышения научной обоснованности разрабатываемых планов и действующей системы управления народным хозяйством.

Важно еще раз подчеркнуть, что «программный метод» не является изобретением последних лет. Его идея родилась у нас в стране, когда молодая Советская Республика победоносно завершила гражданскую войну и приступила к восстановлению разрушенного народного хозяйства.

В 1920 году наша партия поставила генеральную цель — восстановление народного хозяйства после военной разрухи и создание возможностей его дальнейшего интенсивного развития. Но как достичь этой цели огромного политического значения, какие должны быть использованы конструктивные пути, как воплотить ее в перечень конкретных народнохозяйственных мероприятий, в конкретную программу использования ресурсов? Наконец, надо было понять, с чего начать.

Для решения этих труднейших проблем была привлечена группа виднейших специалистов того времени, таких, как академики Г. Кржижановский, А. Винтер и многие другие. В результате длительной совместной работы политических руководителей страны и ученых была сформулирована основная концепция: чтобы восстановить наше народное хозяйство, обеспечить его интенсивное развитие в будущем, необходимо в первую очередь создать современную энергетическую базу — так родился план ГОЭЛРО — первая народнохозяйственная программа первого социалистического государства.

Партия поставила общую политическую цель — сформировала доктрину. Эксперты — условимся этим термином называть всех тех специалистов и лиц, которые занимались разработкой программы,— предложили перечень крупных мероприятий, требовавших использования материальных и людских ресурсов страны, необходимых для достижения целей, поставленных партией. Подчеркнем — необходимых, но недостаточных. Программа ГОЭЛРО, как и любая народнохозяйственная программа, не была эквивалентна программным задачам партии. Она должна была лишь в наибольшей степени содействовать их достижению. Без реализации этой программы было невозможно сохранить Советское государство и дать основу для дальнейшего его развития.

Заметим, что программа ГОЭЛРО в том виде, в каком она была принята, была не единственной альтернативой. Переписка В. И. Ленина с Г. Кржижановским и другими членами комиссии, готовившими проект, показывает, насколько внимательным и всесторонним (теперь мы бы сказали — системным) был анализ различных вариантов, которые предлагали специалисты. В. И. Ленин требовал глубокого анализа предлагаемых вариантов решений и их сравнения по разным показателям эффективности.

Важно заметить, что основной критике подвергались прежде всего исходные идеи проекта. Так, например, в одном из писем к Г. Кржижановскому он просит поручить К. Кругу, известному в то время специалисту в области электротехники, дать обоснование самой идеи, лежащей в основе проекта, — созданию сети крупных районных электростанций. Он просит сравнить ее с традиционным не только тогда в России, но и за рубежом путем развития, который предусматривал создание большого количества мелких станций.

Предложение наших инженеров создать сеть крупных районных электростанций было действительно новаторским, и целый ряд специалистов не был с ним согласен. Старая схема казалась технически гораздо более простой. Например, исключалась необходимость создания новых мощных генераторов, сооружения высоковольтных линий и т. д. Вокруг этих проблем тогда было много дискуссий, и выбор принципиально нового по тем временам пути развития на основе крупных станций был совсем не очевиден.

В дальнейшем, как уже говорилось, наша страна зна-

ла еще целый ряд крупных программ общегосударственного значения. Поэтому метод программ является в достаточной степени традиционным методом управления социалистического государства. Однако раньше программа принималась, как правило, лишь в исключительных случаях, когда возникала необходимость быстрого развития отдельных отраслей промышленности или сельского хозяйства.

Теперь жизнью поставлена проблема превращения метода формирования и реализации программ в естественную норму функционирования социалистического государства.

Однако переход на «программный метод» далеко не прост. Он требует решения многочисленных вопросов теоретического и прикладного характера, требует существенного изменения структуры и методов работы плановых органов. Одно дело формирование и реализация отдельной программы. Другое дело, когда программы пронизывают все сферы народнохозяйственной деятельности.

По существу, речь идет о том, чтобы спроектировать некоторый механизм, сформировать систему процедур, позволяющую решать, как мы видели, три задачи.

1. Задачу построения программы, то есть целей и задач — конкретных мероприятий, требующих создания и использования материальных ресурсов, мероприятий, реализация которых необходима для достижения генеральных политических целей.

2. Задачу планирования, то есть способ отражения мероприятий программ в действующей системе планов. Решение этой задачи означает создание такой системы, которая позволила бы связать через программы конкретное планирование с общими политическими задачами, поставленными партией. Это планирование качественно отличается от системы планирования «от достигнутых показателей», которая до сих пор часто бывает стандартом многих плановых расчетов. Здесь планирование происходит от конечных целей, а следовательно, и от объема конечного продукта.

3. Задачу проектирования такого экономического механизма, который наилучшим образом обеспечивает выполнение плана.

Таким образом, использование программ как основы планирования и управления народным хозяйством не просто составление новой системы расчетов. Это прежде

всего создание новой организационной системы, создание принципов ее работы и научного фундамента ее деятельности.

Впервые перед наукой поставлена задача такой сложности. Понимание ее актуальности привело к тому, что сегодня проблемы проектирования механизмов управления и функционирования социалистического народнохозяйственного организма находятся в центре внимания научной общественности Советского Союза и других социалистических стран. Исследования в этой области тесно связаны с тем непрерывным процессом совершенствования системы управления, необходимость которого определена многочисленными партийными документами.

Для того чтобы создать твердый научный фундамент этой деятельности, необходимо увязать практику совершенствования экономических механизмов с общеметодологической основой управления социалистическим народнохозяйственным организмом, с развитием и внедрением «программного метода».

Перед проектируемыми механизмами поставлены разнообразные и сложные требования. Прежде всего они должны обеспечить высокую производительность труда, ибо, как говорил В. И. Ленин, в конечном счете победит то общество, тот политический строй, который обеспечит наиболее высокую общественную производительность труда.

Проектируемые механизмы управления призваны обеспечить быстрое и целенаправленное использование больших ресурсов страны, не допускать их распыления. Они должны в максимальной степени поставить на службу обществу личные творческие качества каждого индивидуума. Другими словами, механизмы управления должны объединить, казалось бы, необъединимое — высокую степень централизации усилий для достижения общей цели с той степенью децентрализации в определении путей решения поставленной задачи, которая гарантирует полное раскрытие творческих способностей каждой личности.

Таким образом, структура организационной системы управления народнохозяйственным планом должна, очевидно, удовлетворять следующей формуле: централизация — программа — децентрализация (Ц — П — Д).

Высокая централизация на уровне выработки программ и планирования, которая обеспечивает формиро-

вание системы целей, отвечающих общей задаче построения социалистического общества, должна сочетаться с децентрализацией на этапе выполнения программ. Но степень этой децентрализации, разумеется, должна быть определена так, чтобы народнохозяйственный организм был бы способен наилучшим образом реализовать программу.

Наконец, проектируемые механизмы должны быть действительно механизмами, то есть функционировать как заведенный механизм и развиваться вместе с развитием производительных сил, адаптироваться к изменениям условий жизни общества, то есть обладать достаточно развитой системой обратных связей и свойствами адаптации.

Как решить все эти задачи практически? Каковы должны быть меры централизации и децентрализации, прав и ответственности? Какова должна быть система стимулов, наказаний, поощрений? Какова должна быть система процедур формирования программ и планов и сама организационная структура?

Все эти вопросы и еще многие другие встают сегодня перед учеными социалистических стран. Их решение составит новый этап развития политэкономии социалистического государства и новую главу научного коммунизма.

### **«ПРОГРАММНЫЙ МЕТОД» И ОБЩЕГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОПТИМУМ**

В начале этой главы мы подробно говорили об истоках оптимизационных идей, о тех процедурах, которые были с ними связаны. За последние 20 лет понятия «оптимальный план» и «оптимальное планирование» глубоко внедрились в сознание экономистов и принесли определенную пользу практике конкретного планирования. Поэтому часто высказывается опасение, не приведет ли «программный метод» к рецидивам волюнтаризма и не нанесет ли он ущерба дальнейшему развитию методов оптимального планирования.

Я думаю, что подобные опасения не имеют никаких оснований. «Программный метод» планирования и управления не только не противопоставляется оптимальному планированию, но включает в себя идеи и все богатство созданных методов, в частности математических методов расчета.

«Программный метод» вдохнет, мне кажется, новую жизнь в экономико-математические методы, создавая процедуру определения цели — целевой функции, без чего любая оптимизация лишена всякого смысла.

В этой главе мы все время старались обратить внимание читателя на то, что среди проблем управления народнохозяйственным организмом центральное место занимает проблема назначения целей. В теории оптимального планирования эта цель задается извне. Цель, целевая функция — это экзогенная величина, лежащая вне теории. Практически все, кто занимался теорией оптимального планирования, полагали эту цель либо априори заданной, либо понятием, определение которого достаточно просто. Конечно, если цель поставлена, если дана целевая функция и выделен ресурс на ее достижение, то остается только так распорядиться этим ресурсом, чтобы достичь цели с наименьшими затратами. Значит, если есть целевая функция, то мы неизбежно приходим к задаче оптимизации.

Но в том-то и дело, что определение цели, целевой функции наибо-





лее трудная и ответственная из всех задач, составляющих комплекс управления и планирования.

Определить правильно цель управления бывает трудно даже в самых простых, казалось бы, очевидных ситуациях.

В предыдущей главе я подробно рассказал о том, как в ВЦ АН СССР решалась задача перевозки строительных материалов и что из этого вышло. Казалось бы, тривиальная задача — отыскание наиболее коротких маршрутов! А сколько разных социальных аспектов, о которых мы даже и не догадывались сначала, оказались с ней связанными!

Зачастую рассматривая какую-либо изолированную систему, вообще нельзя решить задачу о назначении целей и целевой функции. Нельзя в принципе!

Рассмотрим любое предприятие. Его деятельность оценивается многими показателями: реализуемая продукция, прибыль, рентабельность, качество, повышение производительности труда. Оптимизация по многим из этих показателей противоречит друг другу. Стремление достичь максимума валового продукта противоречит стремлению добиться наибольшего разнообразия номенклатуры и максимального качества. Улучшение качества, требующее дополнительных средств, вкладываемых в покупку более качественного материала, в более совершенную технологию, приводит неизбежно к повышению себестоимости, к уменьшению рентабельности и т. д. Как здесь сформулировать критерий качества — единственный показатель, без которого любые экономико-математические модели будут в лучшем случае тренировкой в решении задач, не имеющих к тому же особого интереса с точки зрения профессионала-математика?

Ответ на этот вопрос не только сложен, но и в известной степени пессимистичен; отправляясь только от той информации, которая связана с данным предприятием, на этот вопрос ответить нельзя. Нельзя часто ответить и на более простые вопросы. Например, заводу швейных машин определен план в 10 тысяч машин в год. Хорошо или плохо, если завод перевыполнит этот план и выпустит, скажем, 12 тысяч машин? Хорошо, если емкость рынка велика и люди купят эти 12 тысяч машин. Но если рынок уже заполнен, то 2 тысячи «лишних» машин осядут на складе, а труд и материалы, затра-

ченные на их создание, будут фактически выброшены на ветер.

Может быть и другая ситуация. Выпускаются, скажем, телевизоры. На них расходуется дефицитная электроника, нужная для производства других, «более важных» товаров. Значит, перевыполнение плана производства телевизоров может привести к невыполнению производства этого «более важного» оборудования. Однако предприятие не располагает информацией об этих дефицитах и, следовательно, самостоятельно не может сформулировать собственные цели.

Стало быть, ответ на вопрос о целях и критериях требует экзогенной информации — информации о системах следующего, более высокого уровня. Надо знать состояние дел на других заводах, во всей отрасли, знать емкость рынка и т. д. и т. п.

Мы можем превратить задачу составления плана заводу в задачу математического программирования и решить задачу на оптимум (локальный оптимум, как его называют экономисты) лишь тогда, когда нам сообщается некоторая дополнительная информация, например, когда нам задан уровень себестоимости, рентабельности и структура выпускаемого ассортимента. В этих условиях задача составления плана может быть сведена к такому распределению ресурсов (заводских и централизованных), которое максимизирует суммарную валовую продукцию. А это уже стандартная задача, которая решается экономико-математическими методами.

Но ведь можно поставить задачу и по-другому — максимизировать прибыль при заданном вале, или при заданной себестоимости и т. д. В этом случае план уже будет совсем иным. И какой из них «лучше», сказать мы не сможем! Это зависит уже не от нас!

Таким образом, решить вопрос о критерии можно только в том случае, если мы выйдем за рамки данного завода, будем знать потребности отрасли, региона или объединения, то есть будем знать целевую функцию следующей ступени промышленной иерархии.

Проводя подобный анализ и поднимаясь по ступенькам иерархической лестницы от предприятия к объединению, от объединения к отрасли и т. д., мы однажды дойдем до уровня, выше которого уже ничего нет, до уровня страны. Но и в масштабах страны мы можем построить систему оптимального планирования в том и только в том случае, если нам будет известен критерий,

целевая функция для всего народнохозяйственного организма.

Какой бы совершенной ни была математическая теория составления плана, неправильный выбор целей может зачеркнуть все успехи. Поэтому центральной проблемой, без решения которой бессмысленно говорить о создании, а тем более внедрении системы оптимального планирования, является проблема целей и критериев.

Не трудности создания эффективных математических методов и даже не отсутствие нормативной базы, а отсутствие стройной системы процедур выработки целей и критериев и их научного обоснования — вот что в первую очередь препятствует успешной реализации идей оптимальности.

Прежде всего любой народнохозяйственный организм — это некоторая очень сложная динамическая система, система, развивающаяся во времени. Ее развитие определяется объективными законами, познание которых жизненно необходимо для человечества.

Познание, изучение этих законов — сложнейшая проблема современной науки. Она осложняется еще и тем, что чисто экономические соотношения связаны с социологией, с особенностями поведения человека. Поэтому раскрытие законов требует комплексных целенаправленных усилий коллективов специалистов самых различных специальностей...

Мы уже подчеркивали в начале главы, что экономический организм — это система нерелефторная. В отличие от систем, которые изучает физика, эволюция этой системы не определяется однозначно (или даже стохастически, но с известным законом распределения) этими законами и начальным состоянием системы. Другими словами, объективные законы определяют не единственную возможную траекторию, а некоторый конус возможных траекторий. Человек имеет возможность влиять на поведение этих траекторий, выбирать внутри этого конуса желаемую траекторию. Вот откуда и возникает понятие оптимума. Именно понятие, а не точное определение!

Предложение о существовании некоторого объективного оптимума — это заблуждение. То, что хорошо одним, может быть плохо другим. И это противоречие не исчезнет даже при исчезновении классов. Противоречия неизбежно будут существовать, так как без них развитие общества просто невозможно! Вот почему столько

внимания в начале главы мы посвятили обсуждению роли доктрин в развитии экономики. Они выражают представление людей, отвечающих за развитие общества, о путях достижения генеральных целей.

Наша цель — построение коммунистического общества, и Коммунистическая партия в своих политических документах формирует доктрины — те рубежи, достижение которых необходимо для успешного поступательного движения.

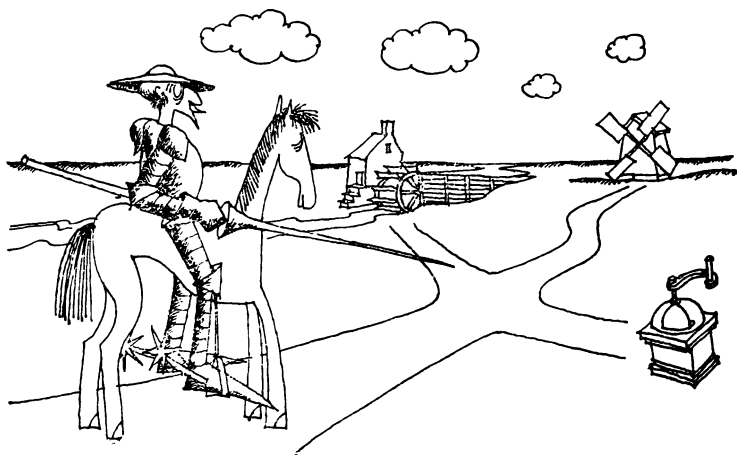
Доктриной был тезис об индустриализации страны; освоение целины было также доктриной; развитие нечерноземной зоны — это тоже доктрина и т. д.

Вот только по отношению к реализации этих доктрин и может формироваться понятие оптимума!

Таким образом, понятие оптимума значительно тоньше и глубже, чем это принято считать. Факт возможности оптимизировать некий критерий при достижении некоторой цели является объективным, если только эта цель (доктрина) доступна, то есть согласна с объективными законами.

### ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ

Все указанные обстоятельства и трудности, которые стоят на пути создания системы оптимального планирования, были поняты советскими специалистами уже в начале 60-х годов. Вот тогда-то и появился термин «программное планирование».



Многие из занимавшихся экономико-математическими методами поняли, что главная трудность экономической науки состоит не в решении задач оптимизации, а в исследовании возможных целей. Для того чтобы разобратся в этой проблеме, они постарались вдуматься в тот естественный ход вещей, который имел место на протяжении всех лет существования Советского государства, и опереться на накопленный опыт.

«Программный метод» исходит из конкретной хозяйственной и политической ситуации, которая сложилась в данный момент, и конкретных целей, которые формируются в директивах партийных съездов.

Для достижения этих целей (условимся называть их генеральными целями) необходимо решить ряд разнообразных народнохозяйственных проблем, требующих создания и затрат ресурсов страны. Такой перечень проблем, необходимых для достижения генеральных целей, часто называют Генеральной, или Общей программой, а отдельные ее составляющие называются частными программами или просто программами, которые решают частные задачи и, следовательно, могут иметь совершенно различный характер. Приведем некоторые примеры этих задач:

1. Программа достижения заданного уровня потребления.

2. Программа достижения заданного уровня обороноспособности страны.

3. Программа социального развития.

4. Крупные научные программы, в том числе программа освоения космоса, изучения океанских глубин и т. д.

5. Программа освоения того или иного региона, например Дальнего Востока или среднеазиатских пустынь и т. д.

6. Программа охраны окружающей среды и т. д.

7. Программа «Учитель» — программа воспитания будущих граждан. Так как эта программа связана с выработкой концепции человека будущего, она должна занимать совершенно исключительное положение среди формирующихся программ, и ей будет посвящена следующая глава.

Приведенный список легко продолжить. Достижение генеральных целей может быть осуществлено не единственным способом: возможны различные наборы про-

грамм. Поэтому составление программы — это не формальная процедура; оно требует совместной деятельности лиц, ответственных за достижение генеральных целей и экспертов самого высокого ранга. Вспомним, что в формировании программы ГОЭЛРО, помимо группы ведущих ученых, непосредственное личное участие принимал В. И. Ленин.

Принято говорить, что Генеральная программа сформулирована (сформирована), если дан не только перечень мероприятий, но и некоторый проект их реализации и, в частности, определено необходимое для этого количество ресурсов.

Участвуя в обсуждениях «программного метода», я неоднократно сталкивался с одним возражением. Его смысл бывал примерно такой. «Ну хорошо, когда мы имеем одну какую-либо программу, то, кажется, все ясно: на нее мы бросаем все силы. А если несколько программ?»

Таким образом, у многих складывается представление о программах как о чем-то исключительном, и в этом их ошибка. «Программный метод» в его современном виде рассматривает формирование программ как первый, догосплановский, или, если угодно, сверхгосплановский этап планирования. Особенность этого этапа состоит в том, что наряду с экономистами из плановых органов и другими специалистами в составлении программ участвуют высшие должностные лица страны. Этот этап построения программ по замыслу должен быть регулярным этапом процедуры планирования. Правда, планирования не детального, а в агрегированных показателях, но планирования, ибо при этом должны быть увязаны все программы и должен быть реализован баланс. А так как этот этап связан с доктриной и с политическими целями и не является формальной процедурой, то и участие лиц, ответственных за судьбы страны, должно быть обязательным, так как на этом этапе должны быть разделены между программами и ресурсы.

Так вот, если Генеральная программа сформирована, то возникает твердая база для использования идей оптимального планирования. Теперь уж под оптимумом, под оптимальным планом, мы можем понимать такой план (выработанный Государственной плановой комиссией), который обеспечивает реализацию Генеральной программы наилучшим образом.

Конечно, с точки зрения математика здесь также еще не все до конца ясно, ибо критерий близости реального течения экономического процесса к программной траектории может быть сформулирован по-разному, в зависимости от той информации, которой будут располагать плановые органы. Но вопрос о критерии в этом смысле уже не носит принципиального характера и его выбор уже становится вопросом прагматики, а не теории. Заметим еще, что этот критерий будет выражен только в терминах конечного продукта, необходимого для реализации программы. Следовательно, плановые органы должны построить план таким образом, чтобы от программы он отклонялся минимально.

Таким образом, «программный метод» преодолевает главную трудность, стоящую на пути внедрения методов оптимального планирования, — он дает методику формирования критерия для народного хозяйства в целом.

Система планирования на базе «программного метода» существенно отличается от планирования на основе достигнутых показателей, и сами эти показатели теряют свою силу. При такой схеме планирования, когда в основу кладутся общие цели, исчезают традиционные вопросы, например: насколько надо увеличить производство нефти, выплавка 150 миллионов тонн стали в год — много это или мало, надо или не надо наращивать производство сырой меди и до каких пределов? И т. д. Программное планирование — это всегда планирование от требуемого объема конечного продукта, а не от показателей предыдущего года.

Кроме того, в программном планировании принципиально нет разрыва между планированием производства и планированием снабжения. Существует баланс! «По одежке протягивай ножки», как мы увидим, — одна из главных особенностей «программного метода» планирования и управления.

Здесь стоит обратить внимание на одну философскую особенность трактовки оптимальности в рамках «программного метода». Оптимум здесь выступает как единство объективного и субъективного. Достижение субъективного — это реализация доктрины среди целей объективно допустимых целей, достижение которых возможно в силу объективных законов общественного развития.

Довольно широко распространено мнение, что «программный метод» требует полной централизации процедур принятия решений и что он дает лишь схему последовательного формирования директив. Эта точка зрения, на мой взгляд, глубоко ошибочна. Конечно, Генеральная программа является выражением целей общества. Но она ставит лишь вехи, то есть определяет общее направление течения экономического процесса. Она не может — да это, вероятно, и не нужно — охватить все детали и частности производственной деятельности.

Возрастающая вместе с научно-техническим прогрессом сложность управления народнохозяйственным организмом страны, необходимость максимального использования конкретной информации, творческих способностей отдельных людей делает необходимым широкое использование в управлении разнообразных экономических механизмов. Без них невозможна реализация программы и плана. Это обстоятельство подчеркивается во многих партийных документах последних лет и прежде всего в решениях съездов КПСС и последующих постановлениях ЦК КПСС по совершенствованию хозяйственной деятельности нашей страны. Целый ряд мероприятий, проводимых у нас, в том числе создание хозрасчетных объединений, является проявлением этой объективной необходимости.

Когда говорят об экономических механизмах, то имеют в виду широкий комплекс процедур и мероприятий, обеспечивающих эффективное функционирование экономики страны и ее отдельных звеньев. Это и уровень децентрализации в принятии решений, и меры прав и ответственности различных должностных лиц и организаций, и, конечно, это система поощрений (и штрафов) за результаты производственной деятельности.

Но система материального стимулирования лишь один из рычагов экономического механизма страны. Существует (и это объективный факт) определенный уровень рыночных отношений, прежде всего в сфере распределения потребительских товаров. И нет оснований думать, что в ближайшие годы появится необходимость от них отказаться. Более того, представляется, что он будет и впредь играть ведущую роль в обеспечении потребности граждан. Значит, необходимо изучать спрос и стремиться его удовлетворять. Таким образом, эти ры-





ночные отношения также должны изучаться и быть включены в общий механизм как его необходимая составная часть. Но в отличие от стихийно складывающегося рыночного механизма в капиталистической экономике с ее неконтролируемой конъюнктурой, централизованное социалистическое государство имеет потенциально много разных способов воздействовать на потребительский рынок, управлять не только ценами, но и многими другими особенностями процесса распределения.

Механизмы должны решать разнообразные проблемы, возникающие в повседневной практике. В одном из предыдущих разделов мы говорили о трудностях, которые возникают иногда в связи с проблемой перевыполнения плана. Предположим, что в процессе производства вскрыты новые резервы, возникшие, например, за счет научно-технического прогресса. Они позволяют предприятию произвести больше продукции, чем это было запланировано. Если на нее существует спрос (со стороны отдельных граждан или предприятий) и если это дополнительное производство не помешает выполнению планов других предприятий, то, разумеется, дополнительная продукция должна быть произведена. Но подобные ситуации не могут быть заранее предусмотрены государственным планом, а тем более программой. Следовательно, экономические механизмы должны быть сконструированы так, чтобы такие вопросы решались автоматически.

Во время многочисленных дискуссий, которые велись с приверженцами классической рыночной экономики, я не раз слышал возражения, что в ситуациях, подобных описанной с перевыполнением плана, механизм планирования справиться не может принципиально. Однако в процессе спора выяснилось, что термин «плановое начало» ими понимается очень узко.

Современное представление о планомерности — это единство программы, плана и экономических механизмов, которые делают внутренне необходимой активность людей. Совокупность механизмов планового хозяйства неизмеримо богаче всего того, чем располагает рыночная экономика. И если рыночная экономика справляется с какой-либо трудностью, то плановая экономика тем более имеет принципиальную возможность с ней справиться. Если же что-то и не делается из того, что может делаться в условиях классического рынка, это означает только одно: механизм еще недостаточно хорошо сконструирован; его надо совершенствовать!

Экономические механизмы требуют определенного уровня децентрализации, то есть распределения прав, ответственности и возможностей между отдельными звеньями экономического механизма. Но эффективность этих механизмов и степень необходимой децентрализации определяются прежде всего их способностью обеспечить выполнение программы. Эту мысль можно пояснить на примере все того же космического аппарата, который должен осуществить стыковку с орбитальной станцией.

Математики заранее по некоторой модели внешней обстановки рассчитывают траекторию аппарата, моменты включения двигателей отдельных ступеней и т. д. Траектория и вся система команд, как мы знаем, называется программой. Реальность — мы тоже об этом уже говорили — значительно сложнее схемы, заложенной в расчет. Чтобы справиться со всеми непредусмотренными обстоятельствами, возникающими в процессе полета, аппарат снабжен сложнейшей системой механизмов стабилизации, навигационным оборудованием, своей вычислительной машиной и многим другим. И вся эта система механизмов проектируется так, чтобы наилучшим образом реализовать цель управления — вывести аппарат с максимальной точностью в точку встречи со станцией. В этой системе механизмов управления также имеется определенная децентрализация: каждое звено системы

контролирует лишь отдельные параметры. Но выбор степени этой децентрализации подчинен единой цели — реализации программы!

Конечно, связи отдельных экономических механизмов и Генеральной программы значительно более сложны и опосредованны, чем это имеет место при управлении космической ракетой. Но в конечном счете именно способность реализовать программу и является критерием качества механизмов управления экономическим организмом.

Обычно в экономико-математических исследованиях при оптимизации той или иной функции цели в качестве управляющих воздействий рассматривают распределения инвестиций, ресурсов и т. д. «Программный метод» позволяет не только строить целевые функции, но и использует для оптимизации более широкий класс параметров. Наряду с традиционными параметрами, которые используются в экономико-математических исследованиях для отыскания максимального значения целевой функции, «программный метод» рассматривает в качестве параметров оптимизации характеристики механизмов, их структуру и меру децентрализации. Конечно, подобный анализ требует уже более развитой системы моделей и более широкого арсенала методов анализа, нежели тот, который используется в традиционных исследованиях.

## **ЕЩЕ РАЗ О ПРОЦЕДУРАХ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ**

Общую систему процедур «программного метода» планирования и управления можно разбить на следующие этапы:

1. Предварительный анализ (прогноз).
2. Формирование программы.
3. Собственно планирование.
4. Реализация плана и программы.

Подобное разделение на этапы весьма условно, ибо они тесно связаны между собой. Тем не менее оно оправдано, так как этапы отличаются друг от друга используемыми методами, структурой и уровнем детализации применяемых моделей. Наконец, их практическая реализация должна, по-видимому, находиться в компетенции разных государственных органов.

Предварительный анализ (прогноз) — это компетен-

ция тех или других научных организаций (НИИ Госплана, АН СССР и т. д.), и его основная задача состоит в подготовке следующего этапа.

Формирование программы и особенно утверждение ее должно производиться уже совсем на другом уровне. Это должен быть уровень, на котором принимаются политические решения, то есть уровень ЦК КПСС, Совета Министров. Специалисты и исследователи здесь могут исполнять роль только консультантов и помощников.

Подчеркнем еще раз, что на этом этапе принимается программа, то есть утверждаются директивы, которые лягут в дальнейшем в основу государственного плана.

Этап собственно планирования, то есть составление Государственного плана — это компетенция еще одного института. Во всех социалистических странах подобные институты существуют и называются государственными плановыми органами (госпланами).

Этап реализации плана и программы осуществляется всеми организациями государства, для которых план является законом. Эта деятельность организуется с помощью народнохозяйственного механизма, который непрерывно совершенствуется.

Таким образом, первые два этапа связаны, если угодно, со стратегией развития государственного народнохозяйственного организма. Вторые два этапа — с тактической реализацией стратегического замысла. Обсудим сначала проблемы выработки стратегического плана.

Задачи первого этапа разнообразны и сложны. Их, по-видимому, целесообразно разделить на два класса. К первому будут относиться задачи анализа внешней информации — факторов, экзогенных по отношению к изучаемому народнохозяйственному организму. Это прежде всего тенденции развития международных отношений, международной торговли и рынка, перспективы технического прогресса, структуры и перспективы развития (или истощения) запасов полезных ископаемых, эволюция биосферы, перспективы развития отдельных регионов планеты и т. д. Информация обо всех этих факторах необходима для формирования целей, а следовательно, и возможных вариантов Генеральной программы.

Весьма важным элементом этой предварительной практической деятельности должно быть изучение на-

ших реальных возможностей воздействовать на эволюцию прогнозируемых факторов, возможностей управлять ими.

По существу, подобные исследования уже проводятся целым рядом научных организаций, таких, например, как ЦЭМИ АН СССР или Институт экономики и организации производства СОАН. Они могут быть связаны с разработкой программы и тем самым превратиться в систему. Я думаю, что такая система должна быть постоянно действующей службой — службой «внешнего мониторинга».

Другая группа вопросов связана с изучением возможностей самого экономического организма. Их решение тоже требует организации еще одной службы прогнозов.

В последние 10 лет получили широкое распространение прогнозы, основанные на экспертных оценках. Это, безусловно, очень важный инструмент познания. Можно привести много примеров, когда апелляция к коллективному опыту была единственным способом получения исходных данных для принятия решений. Однако, мне кажется, довольно часто переоценивается достоверность информации, которая получается с его помощью. Ответы экспертов только тогда достаточно надежны, когда у них есть прецедент, то есть когда речь идет о вещах, действительно хорошо известных эксперту. Как правило, так бывает лишь тогда, когда эксперту ставятся лишь достаточно простые вопросы. С усложнением вопроса степень неопределенности и недостоверности экспертных оценок быстро возрастает. К тому же в основе экспертных оценок лежит гипотеза о том, что коллективное мнение более достоверно, чем мнение отдельного эксперта. Но такая гипотеза далеко не всегда истинна. В действительно трудных проблемах мнение одного талантливого эксперта может оказаться куда более справедливым, чем коллективное суждение группы посредственных чиновников.

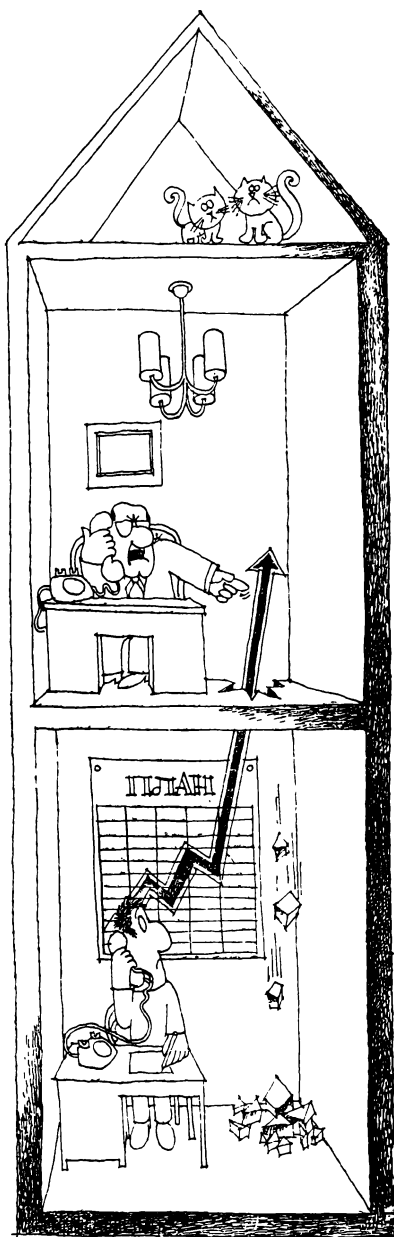
Вот почему автор полагает, что в прогностической деятельности должны значительно шире использоваться математические модели. Объединяя эти модели, описывающие развитие прогнозируемого процесса, с экспертными оценками отдельных параметров, мы получим уже значительно более надежный инструмент прогнозирования, нежели чистая экспертиза. В экономических прогнозах это почти всегда можно сделать,

Прогноз эволюции экономики — это еще не план, даже и не программа. Он всегда имеет дело с проблемами и явлениями достаточно высокого уровня агрегирования, благодаря чему на этапе прогноза мы имеем возможность использовать простые модели экономики.

В отличие от плана, задача которого дать директивную траекторию развития, прогноз — это прежде всего изучение возможностей, это документ, в котором описаны возможные альтернативы развития. Задача науки — а прогноз это наука — и состоит в том, чтобы использовать для этой цели объективные законы, объективную информацию и по возможности уберечь от возможных ошибок лиц, принимающих решения.

Я думаю, что служба прогнозов должна реализовывать некоторый алгоритм, аналогичный методу последовательного анализа.

Этап прогноза сделать совершенно независимым от этапа выбора программы, конечно, нельзя. Структура критериев, характер информации, которую прогноз должен подготовить, конечно, зависит от особенности



программы. Кроме того, этап прогноза определяет исходные позиции для работы над программами.

Ранее мы привели возможный перечень программ, который показывает, насколько широким должен быть круг специалистов, участвующих в составлении программ, и насколько разным может быть их содержание.

В силу этого формирование каждой из программ требует своей системы процедур, своих специфических методов анализа. Рассмотрим некоторые из этих программ.

Достижение заданного уровня потребления. Не так-то просто описать, что значит уровень потребления. На этот счет имеется несколько точек зрения. Наиболее реалистичным мне кажется подход академика А. Аганбегяна. Он предлагает описывать потребление некоторым вектором  $d$ , сумма положительных компонент которого равна единице, и скаляром  $\lambda$ . Вектор  $d$  описывает структуру потребления, а  $\lambda$  — его уровень.

Вектор  $d$  — результат специального социологического анализа. При определении его значения, которое должно быть заложено в программу, необходимо считаться с тем обстоятельством, что спрос может и не быть полностью удовлетворен. В этом случае необходимо учитывать возможные последствия этого факта. Наконец, необходимо предвидеть связь эволюции потребностей с научно-техническим прогрессом — ведь речь идет о программе, рассчитанной на 15—20 лет вперед.

Существует широко распространенное мнение, что для построения программы потребления достаточно создать институт общественного мнения с его развитой системой выборочного контроля потребностей. Сегодня этого, вероятно, уже недостаточно. Система подобных институтов была бы, видимо, идеальной для застывшего общества или общества, возможности и потребности которого изменяются очень медленно. В конце XX века, когда каждый год богат новыми открытиями и новыми знаниями, очень важно знать, какие новые блага они породят и как они деформируют потребности граждан.

Появилась, например, технология синтезирования какого-либо материала, который раньше нигде не употреблялся. Сразу же необходимо предвидеть возможности

использования его для создания новых видов потребительских товаров.

Проблема предвидения спроса на товары, которые могут появиться в связи с научно-техническим прогрессом, сейчас широко обсуждается. Сошлемся здесь на мнение академика В. Глушкова, который считал, что для того, чтобы предвидеть, как новые научные идеи и открытия могут деформировать потребности граждан, недостаточно институтов общественного мнения; необходима специальная служба, специальная группа экспертов — ученых, инженеров, социологов. Автор полностью разделяет это мнение.

Проблема структуры потребностей очень сложна. Более того, она имеет, на мой взгляд, и довольно серьезный философский аспект. Да, наша цель — наиболее полно удовлетворить потребности человека. Но все ли потребности должны удовлетворяться? Какие из них более важны, какие менее?

Ответы на эти вопросы нельзя получить ни с помощью анализа рынка, ни с помощью института общественного мнения. Здесь нужны комплексные исследования проблем человека, его интересов, потребностей, динамики их развития. Нужна некоторая доктрина — «концепция человека»!

Программы социального развития, медицинского обеспечения, образования. По существу, эти программы непрерывно составляются, и в стране уже существуют механизмы их проектирования и анализа. Однако при разработке программ далеко не всегда принимается во внимание их взаимная зависимость.

Изучение программ социального развития упирается в одно важное обстоятельство, анализ которого не может быть охвачен методами точного моделирования. Речь идет о природе обратной связи: как влияет тот или другой вариант программы на общее поступательное движение общества? Конечно, в чисто теоретическом плане такие вопросы уже давно изучаются. Но сейчас настало время придать им определенное практическое звучание, связав эти исследования с разработкой процедур «программного метода». Роль этих программ с каждым годом будет расти. Одной из них мы посвятим следующую главу.

Программа и подготовка специалистов. Эта программа должна решать проблему обеспечения



страны кадрами, обладающими высшим (или среднетехническим) образованием. Трудность ее составления состоит в следующем. Лица, которые в 1985 году поступают в высшие учебные заведения, окончат их лишь в 1990—1991 годах. Еще несколько лет необходимо для их «ввода в строй». Короче говоря, в лучшем случае только в 1993—1994 годах большинство из них сделается полноценными специалистами. Следовательно, их задача лежит уже за пределами не только текущего, но и следующего пятилетнего плана. Таким образом, чтобы служба заказа специалистов могла обеспечить нужды страны, обеспечить подготовку нужной номенклатуры специалистов и в нужном количестве, она должна опираться и на развитую систему моделей, и на службу прогнозов. И тут, конечно, важна доктрина!

Я думаю, что сегодня проектирование системы заказа подготовки специалистов не только необходимо, но и может быть реализовано в относительно небольшие сроки. Отсутствие такой системы и заказ на глазок на основе заявок «снизу», а не «сверху», как этого требует «программный метод», приводит к ряду отрицательных явлений: избыток одних специалистов, дефицит других, явный недостаток среднего звена (техников), неоправданно долгий срок подготовки некоторых специалистов (например, программистов) и т. д. Конечно, система заказа на подготовку специалистов в соединении с принципом планирования от конечной цели позволит избежать многих дефектов в планировании подготовки кадров. Но надо иметь в виду, что ее внедрение не может быть осуществлено без коренной ломки большинства процедур управления высшим образованием. И в то же время создание такой системы — настоятельное веление времени; дальше будет хуже — развитие НТР, появление новых специальностей будет все чаще и чаще ставить перед высшей школой новые, очень трудно решимые задачи.

Энергетические программы. Они занимают совершенно особое место в структуре «программного метода». Подчеркнем еще раз: программное планирование — это планирование от конечных целей, от конечного продукта. Энергия не является конечным продуктом. Разумеется, известная часть ее используется населением как конечный продукт, но ее доля потребления для бытовых нужд ничтожна. Поэтому энергия, подобно другим ресурсам, выступает в производственном про-

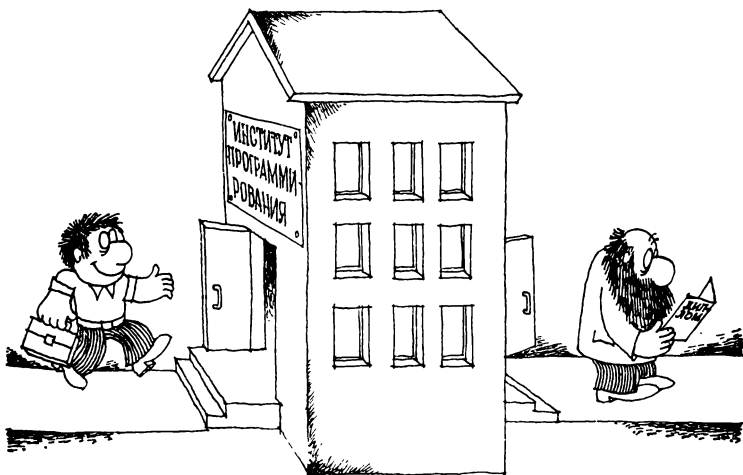
цессе как промежуточный продукт. И тем не менее говорить об энергетических программах не только имеет смысл, но просто необходимо. Именно этим вопросам XXV съезд уделил такое большое внимание.

Создание энергетических комплексов требует многих лет, всегда больших, чем любой среднесрочный план. Значит, создание и развитие энергетической базы — это всегда работа на перспективу и, следовательно, требует такой же технологии анализа, как и другие общегосударственные программы. Современные аналоги ГОЭЛРО остаются необходимыми.

Но вернемся к вопросу о формировании программ. Предположим, что эксперты с их службами, с их системой моделей и информационной базой сформулировали некоторую серию программ. Считать, что они все сделали, нельзя; это лишь начало работы — первый шаг формирования окончательного документа.

В самом деле, все программы для своей реализации требуют ресурсов. А все ресурсы находятся в одном котле. Поэтому следующая и не менее важная проблема — согласование программ, то есть распределение ресурсов по программам.

Очень важно изучение связей между программами. Ряд хозяйственных мероприятий может оказаться нужным двум и более программам, форсирование какой-либо одной из них может и содействовать и тормозить развитие других программ и т. д.



Решение всех подобных задач, конечно, невозможно без использования ЭВМ, а для этого, в свою очередь, необходимо научиться описывать программы на языке математики. Каждая программа — это некий проект, некая совокупность работ, которые надо производить в определенном порядке. Опыт ВЦ АН СССР показывает, что при определении необходимого для выполнения программы ресурса и распределения его во времени очень удобно пользоваться языком теории графов. С его помощью легко формулируются различные задачи диспетчеризации, которые позволяют наглядно представить возможную реализацию программы во времени. Комплекс алгоритмов для решения подобных задач будет важным элементом математического обеспечения процедур формирования программы.

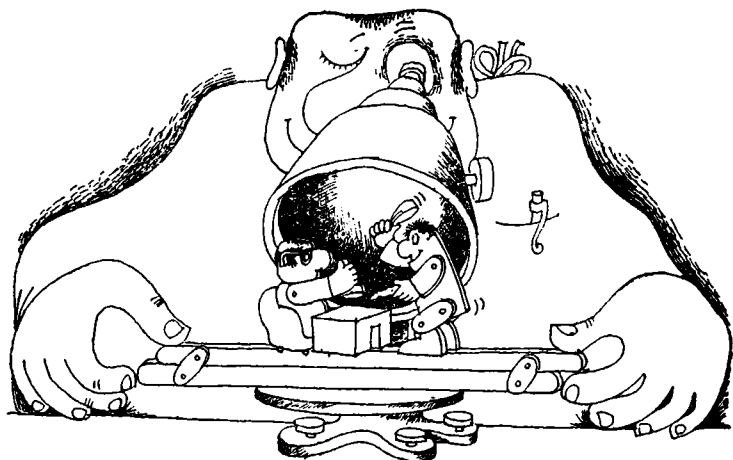
Надо заметить, что значительная часть необходимого математического обеспечения уже создана; во всяком случае, создано гораздо больше, чем, к сожалению, используется при практическом планировании.

В дальнейшем, когда мы будем говорить, что вариант программы (альтернатива) сформулирован, это будет означать, что имеется не только перечень ее составляющих (частных программ), но дано ее описание с временными оценками ее выполнения и указанием требуемых ресурсов. А имея Генеральную программу, мы можем вычислить количество конечного продукта, который необходимо произвести, следовательно, можем ответить на вопрос о реализуемости программы, проверить, принадлежит ли предлагаемая альтернатива к множеству допустимых альтернатив.

Член-корреспондент АН СССР Г. Поспелов вводит понятие «обеспечивающие программы» (программы 2-го рода). В его терминах «задание программы» означает возможность проверить, в частности, будут ли программы развития мощностей (в том числе и энергетики) достаточными для реализации Генеральной программы, то есть обеспечат ли они выполнение (отсюда — «обеспечивающие») плана!

Если анализ покажет нереализуемость программы, то она должна быть пересмотрена и сокращена. Наступает этап новой итерации — этап повторного рассмотрения.

Но предположим обратное: предлагаемая альтернатива (программа) «проходит» по ресурсам и мощностям, и можно приступать к планированию. Однако, прежде



чем превращать ее в закон и переходить к конкретному планированию, необходимо еще один этап «детального анализа».

И вот здесь возникает одна из важнейших задач математического обеспечения метода — задач о «директивном сроке». Этим термином мы будем называть то минимальное время, в течение которого предлагаемая программа может быть реализована.

Зная этот минимальный срок, лица, отвечающие за формирование программы, могут снова ее пересмотреть и либо несколько сократить, если директивный срок окажется чересчур большим, либо увеличить, если он окажется меньше желаемого.

Решение задачи о директивном сроке требует уже более детализированной системы моделей и более подробной информации. Но тем не менее к данному моменту система моделей, отвечающая этим требованиям, система алгоритмов и программ, которые позволили бы проводить этот анализ, уже существуют; отсутствует только «заказчик», то есть служба «Формирования программы».

Кстати говоря, с помощью моделей, которые созданы для решения задач о директивном сроке, можно решать и многие другие важные задачи, возникающие перед экспертами в процессе формирования программ. Например, ответить и на такие вопросы: какие экономические пропорции в данных конкретных условиях обеспечивают

максимальный темп роста? Каков темп роста и каков минимальный срок перестройки экономики страны для того, чтобы в стране были созданы оптимальные пропорции? Как эти пропорции будут изменяться с ростом производительных сил, с развитием научно-технической революции. Одним словом, тот аппарат, который развивается для оценки и формирования программ, оказывается, позволяет внести ясность в ряд коренных проблем политической экономии социализма.

Содержание итераций (последовательных уточнений выбираемого варианта), в результате которых вырабатывается Генеральная программа, можно пояснить еще и следующим образом. Предположим, эксперты по отдельным программам (лица, ответственные за отдельные программы) предлагают программу и расчет ресурса мощностей, необходимых для их реализации. Далее производится грубая оценка суммарных объемов ресурсов и мощностей и решается задача о директивном сроке для всей Генеральной программы, а затем другие эксперты (лица, отвечающие за Генеральную программу) принимают решение о ее сокращении или расширении, а может быть, и о замене отдельных частных программ другими. После этого происходит новый расчет директивного срока и т. д.

Конечно, эта схема дает лишь очень грубое представление о содержании всех процедур формирования и увязки программ. Тем не менее она, по-видимому, качественно правильно отражает их неизбежную последовательность.

Таким образом, система итераций, приводящая к выработке программы, — это некоторый человеко-машинный диалог, поскольку большой объем рутинных расчетов с помощью моделей объединяется с неформальным экспертным анализом и принятием решений. Следовательно, формирование программы требует создания специальной имитационной системы.

Этот вывод имеет целый ряд следствий практического характера. Схема формирования программ будет работать достаточно эффективно только в том случае, когда все процедуры и дискуссии будут четко регламентированы, когда в распоряжении экспертов будет достаточно развитое математическое обеспечение, когда вся информационная база будет специальным образом подготовлена.

Формирование народнохозяйственных программ, о

которых мы говорили, призвано в максимальной степени содействовать достижению тех целей, которые на данный период развития страны ставит партия. Однако отделить назначение целей от формирования программ, видимо, очень трудно.

Цели должны выбираться так, чтобы они были достижимыми, реалистичными. Это, собственно, и означает, что обеспечивающие их достижение народнохозяйственные программы должны быть тоже реалистичными, то есть выполнимыми.

Поэтому механизм, который будет создан для формирования программ, можно, естественно, использовать для анализа, необходимого при назначении генеральных целей. Это будет тем более необходимо и возможно в связи с тем, что он неизбежно должен опираться на целый ряд вспомогательных имитационных систем, которые можно использовать для анализа и прогнозирования ситуаций и следствий нашей активности (имитационная система международных отношений, международной торговли и др.) и на оценку реальности, то есть достижимости выдвинутых целей.

Мне бы не хотелось, чтобы у читателя создалось представление об авторе как о «неоправданном оптимисте». Я вполне отдаю себе отчет о всех сложностях, связанных с созданием подобных механизмов и совсем не связанных с математикой. Будучи профессиональным «машинным математиком», я хочу заверить читателя, что необходимая система математических моделей и всей той «математики», которая нужна, чтобы они «заработали», может быть создана. Это трудно, но эти трудности не носят принципиального характера. Сложнее проблема внедрения, проблема создания необходимой инфраструктуры для реализации «программного метода», переориентации многих плановых органов и особенно изменение традиционного мышления. И тем не менее «программный метод» все активнее внедряется в практику функционирования централизованной социалистической экономики. В условиях дальнейшего развития НТР другой альтернативы просто нет!

## ПОВОРОМ О ПЛАНИРОВАНИИ

Но вот Генеральная программа полностью сформирована. Это значит, что выработана некоторая система показателей, если угодно, контрольные цифры,

и может идти речь о дальнейшем детальном планировании.

Если проблему управления народнохозяйственным организмом рассматривать в кибернетическом аспекте, то каждый этап реализации «программного метода» можно представить себе как некоторую петлю обратной связи. Стратегический анализ, приводящий к формированию программы, — это большая петля обратной связи, с помощью которой мы корректируем общее направление к цели в зависимости от внешних условий функционирования государственного организма. Планирование — это другая петля обратной связи. Она позволяет выбирать тактический вариант использования ресурсов и усилий для того, чтобы в изменяющихся условиях выдерживать траекторию Генеральной программы.

Характерное время реализации Генеральной программы, время, необходимое для выполнения ее наметок, как правило, значительно больше времени, необходимого для реализации плана. Это одно из обстоятельств, позволяющих эффективно использовать механизм обратной связи. Так, программа ГОЭЛРО была рассчитана на 15 лет. А среднесрочные планы, которые регламентируют и регламентируют нашу хозяйственную жизнь, обычно рассчитаны на 5 лет. С их помощью можно было уточнить все особенности, которые вносила жизнь на протяжении этих 15 лет.

Как ни сложны процедуры планирования, они носят в значительной степени технический характер. Кроме того, они могут быть значительно упрощены, если в полной мере использовать возможности экономических механизмов и, в частности, децентрализацию принятия конкретных решений.

Планирование осуществляют органы государства. На основе Генеральной программы и ее системы показателей (документа, имеющего силу закона) они формируют конкретный Государственный план (тоже закон). Государственный план — это документ, регламентирующий тактику осуществления стратегического замысла. Реализуя обратную связь по отклонениям от программы, он одновременно увязывает задания отдельным звеньям народнохозяйственного организма и, таким образом, решает центральную задачу планирования: наложение плана на мощности и распределение плановых заданий следующему уровню иерархии — отраслям, объединениям.

Конечно, в какой-то степени эта задача уже решалась на предыдущем этапе, этапе формирования и согласования программ. Но там оперируют с весьма укрупненными категориями и характеристиками. Детальное же планирование требует других моделей, другой системы моделей, которая должна быть гораздо богаче.

План не тождествен программе. Он является ее дальнейшим развитием, конкретизацией. В процессе планирования могут быть вскрыты новые резервы и, наоборот, обнаружены узкие места. Поэтому плановый срок выполнения программы неизбежно будет несколько отличаться от ранее предлагаемого. Этап планирования — это анализ и разработка уже утвержденной альтернативы, утвержденной программы, являющейся, конечно, некоторым наброском плана, если угодно, его конспектом.

Об алгоритмах планирования написано довольно много книг, и нам вряд ли имеет смысл заниматься их обсуждением. Я хотел бы сделать только три замечания:

1. Система оптимального планирования была объектом усилий большого числа экономистов. С ней были связаны многие надежды и иллюзии. Однако практика не приняла этой системы. И не только практика. Система оптимального планирования была подвергнута критике и с теоретических позиций. Обвинения в схоластичности и ограниченности были, как мы видели выше, совсем не беспочвенными. Теперь, когда идеи «программного метода» во все большей и большей степени внедряются в практику, система оптимального планирования может и должна обрести новую жизнь, поскольку существование программы позволяет сформировать реалистичные критерии, которых как раз и не доставало системе оптимального планирования.

2. Возможность резкого изменения объема выпуска конечного продукта за срок порядка 5 лет не так уж велика (другое дело характер его использования): экономика плохо переносит «большие скачки». Поэтому для упрощения алгоритмов планирования естественно использовать итеративные процедуры, первым приближением в которых — план выпуска предыдущего пятилетия.

3. Более широкое использование экономических механизмов в управлении народным хозяйством неизбежно приведет не только к значительному усовершенство-



ванию аппарата планирования, но и к упрощению процедур планирования. За верхним уровнем (уровнем Госплана) должно будет остаться только директивное планирование в агрегированных показателях.

## УЧЕНИЕ ОБ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМАХ

Деятельность людей, частично стихийная, частично направленная и управляемая, определяет тот или иной характер течения экономического процесса. Особенности развития экономики, состояние данного экономического организма, возникшее в результате этого процесса, приводит, в свою очередь, к определенным реакциям со стороны отдельных людей, группы людей, организаций, меняет характер их деятельности. Возникает устойчивая система обратных связей. Вот эти обратные связи и носят название механизмов — экономических механизмов, если речь идет об экономической деятельности. Разумеется, характер этих механизмов определяется многочисленными факторами и прежде всего теми социальными условиями, в которых функционирует общество. Но без механизмов никогда никакое общество не существовало и существовать не может. Одним из ярких примеров подобных механизмов является рыночный механизм капиталистического общества. В нашей стране создан и реализован на практике механизм планирования, соответствующий социалистическому строю.

До поры до времени экономические механизмы слагались стихийно. После Великой Октябрьской революции впервые в истории человеческого общества возник механизм, созданный интеллектом и волей людей, — механизм планирования.

Развитие производительных сил в эпоху НТР требует дальнейшего расширения системы экономических механизмов, дальнейшего расширения роли планового начала в производственной деятельности людей, в социальной сфере. Возникает проблема не просто совершенствования механизма планирования, а проектирования новых механизмов, необходимых для дальнейшего развития централизованного социалистического государства.

Чтобы траектории развития сложных систем были устойчивыми, при управлении ими, как учит теория управления, необходимо много разнообразных петель обратных связей, и петли эти нужны на всех уровнях иерархии. На верхнем стратегическом уровне эту функ-

цию несет процедура выработки программы. На следующем уровне — государственный план.

Но функционирование государственной народнохозяйственной системы — это производственная деятельность десятков, сотен тысяч предприятий разного масштаба! И всюду должны быть петли обратной связи, так или иначе привязанные к плану. Как мы видели в предыдущей главе, механизм типа классического рынка этому условию не удовлетворяет; он отслеживает другие цели. Следовательно, эффективная реализация программ и плана требует создания хорошо развитой системы экономических механизмов, реализующих сложную систему обратных связей, которая пронизывает все звенья и этажи народнохозяйственного организма.

Последнее утверждение носит характер некоего принципа, но способы его реализации совсем не очевидны. Чтобы этот принцип претворить в жизнь, надо решить целый ряд трудных и не столько организационных, сколько научных проблем.

Перечень нерешенных научных проблем еще очень велик. Изучение возможных типов структур системы управления, выбор оптимального соотношения прав и ответственности звеньев и уровней производственной иерархии, степень децентрализации, создание методов проектирования новых организационных структур и совершенствование существующих — эти и многие другие проблемы — суть объекты научного анализа.

В настоящее время практически единственным инструментом исследований в этой области является эксперимент. Однако, как ни важно эмпирическое начало, его всегда недостаточно в любом исследовании, тем более в исследовании по экономике. Экономический эксперимент не только затрагивает судьбы людей, не только бывает обычно весьма дорогостоящим, самое главное — его результаты нельзя абсолютизировать!

Так, например, результат щёкинского эксперимента вовсе не означает, что принципы работы этого комбината универсальны. В другой отрасли, в другом районе переход на щёкинскую систему может не дать ожидаемого эффекта. И поэтому наряду с экспериментом необходима работа над теорией, интенсивная научная деятельность. Наука должна, в частности, уметь предсказывать возможные исходы опыта, давать рекомендации по его совершенствованию.

Сегодня уже начались интенсивные поиски путей те-

оретического анализа и методов проектирования организационных производственных структур. Эта работа должна вестись в сочетании с развитием «программного метода», поскольку его задача — гармоническое завершение всего грандиозного здания системы программного планирования и управления, создаваемого сейчас усилиями многочисленных коллективов.

Теперь несколько слов стоит сказать о принципах, которые, по мнению автора, можно было бы использовать для построения теории проектирования экономических механизмов. Удивительная вещь — о проектировании технических систем написано огромное число книг, разработаны весьма совершенные методы проектирования, и никому не приходит в голову делать автопилот на глазок! А неизмеримо более сложные системы управления производственной деятельностью, по существу, лишены научных методов проектирования.

Большое внимание заинтересованных лиц сейчас привлекает так называемый информационный подход, который позволяет, в частности, оценить необходимый уровень децентрализации. Поясним кратко его содержание.

Если речь идет об управлении небольшим предприятием, то вся информация, необходимая для принятия решений, легко и своевременно может быть обработана руководством предприятия. Администрации же более крупного предприятия, например тресту совхозов, разбросанных на значительной территории, это сделать труднее. Объем информации и сжатые сроки, за которые она должна быть переработана, уже не позволяют во всех случаях обработать ее качественно централизованным образом; решения будут приниматься руководством треста либо по уже устаревшей информации, либо вовсе без ее учета, то есть с большим уровнем неопределенности знаний об обстановке на местах. Следовательно, риск в принятии ошибочных решений при полностью централизованном управлении может оказаться очень большим.

В подобной ситуации целесообразно часть прав по принятию решений передать нижним звеньям, непосредственно совхозам, чтобы какие-то вопросы они решали сами, а не ожидали указаний треста.

Таким образом, при управлении сложной системой, когда для принятия решения требуется своевременно переработать значительный объем информации, возни-

кает необходимость структуризации — разделения системы на отдельные звенья, которым передается часть прав и обязанностей по принятию решений и их реализации, то есть к известной децентрализации управления, к созданию иерархической структуры принятия решений.

Но, получив часть прав по принятию решений, элемент системы превращается в относительно самостоятельный организм. Как следствие возникает известное противоречие между частью и целым. У каждого социального организма существуют ему присущие интересы. Они определяются его социальной природой, правовыми и социальными условиями общества, экономическим положением и многими другими факторами. Эти интересы объективно существуют, и с ними нельзя не считаться. Структура их во многом и определяет характер механизмов, действующих в обществе. Только их знание и умение на них воздействовать позволяет подойти к проблеме целенаправленного совершенствования механизмов.

Появление у подсистемы определенных прав и возможностей управления позволяет проявиться упомянутым интересам, в общем случае они не будут совпадать с интересами центра, то есть руководства системы. Директор совхоза должен заботиться о многих вопросах, которые совсем не интересуют управляющего трестом совхозов, и наоборот. Он будет не просто выполнять распоряжения своего начальства, одновременно он будет создавать благоприятные условия для работы своего коллектива и т. д.

Эта особенность сложных социально-экономических организаций может быть не только преодолена, но и использована в интересах центра. Для этого должна быть разработана специальная система стимулов, санкций и других мероприятий, учитывающих цели подсистем.

В результате такого исследования конкретной экономической системы мы должны ответить на вопрос о рациональном уровне иерархии. Информационный подход создает принципиальную возможность подобных оценок и дает понять, нуждается ли данный экономический организм в иерархической организации или нет.

Обращаем еще раз внимание читателя на то, что факт появления и существования самостоятельных интересов у подсистем является объективным. Он не зависит

ни от специалистов, проектирующих управляющую структуру, ни от руководства, которое управляет этими подсистемами. Почему-то это обстоятельство вызывает часто возражения и дискуссии, и довольно широко распространено мнение, что эти цели, интересы могут быть заданы сверху. Я называю это мнение «командной иллюзией».

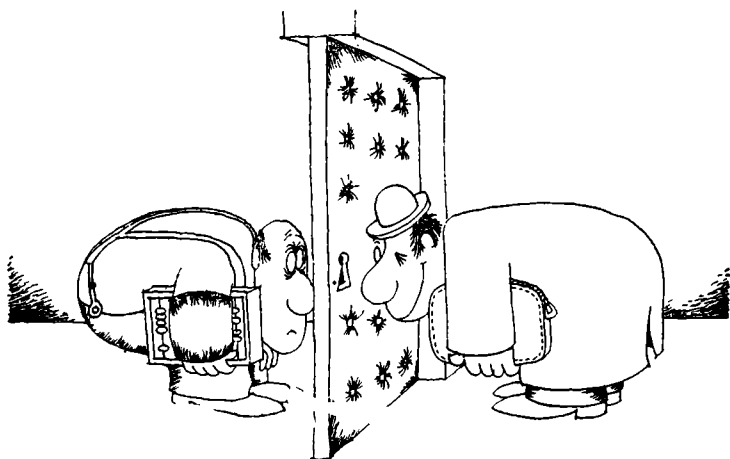
Структура интересов подсистемы — это, если угодно, ее параметры, это ее свойства. Конечно — и я уже об этом говорил — она является, в свою очередь, функцией социальной организации коллектива, традиций, уровня культуры, характера потребностей, социальной природы общества и т. д. Изучение целей коллективов — это самостоятельная и очень важная проблема. Хорошо организованная система управления должна опираться на знание этих целей, на то, каким образом можно на них повлиять. На основе этих знаний руководство сможет выработать рациональную систему мер поощрений (и не только экономических), ввести необходимую систему санкций, правовых норм и использовать в конечном счете эти интересы для хорошего функционирования экономического организма, то есть в интересах системы в целом.

Таким образом, информационный подход к проблемам управления в социалистической экономике позволяет создать надежный научный фундамент и определить основные направления исследований.

Конечно, самая первая и трудная задача — изучение интересов и поведения подсистем (коллективов, организаций); это задача всех социальных наук и прежде всего прикладной социологии. Они еще изучены в меньшей степени, чем это необходимо для проектирования системы управления. В то же время именно знания поведения подсистем окажутся ключом для эффективного решения практических задач проектирования механизмов.

Как ни мало мы знаем о реальных интересах подсистем, некоторые сегодня уже известны и могут быть использованы на практике.

Хорошо изучены проблемы проектирования механизмов в тех случаях, когда цели подсистем известны. Не будет большим преувеличением сказать, что за последние 10 лет теория управления здесь добилась действительно больших успехов. Так, например, установлен факт существования оптимального соотношения централизации и децентрализации. Оказалось, что оно зависит от



многих причин и прежде всего от структуры целей, которые возникают у подсистем (ранее этим фактам особого значения не придавалось). Далее, очень важна структура неопределенности, которая есть в системе. Она, в свою очередь, зависит от технических средств сбора, обработки и передачи информации. В частности, показано, что с развитием техники связи и средств обработки информации уровень централизации неизбежно будет расти. И наконец, что самое главное, мы стали понимать, во всяком случае, в принципе, что рациональную, а иногда и оптимальную меру децентрализации мы можем найти, определить, вычислить! Только совсем недавно специалисты стали понимать, что эта мера такая же вычислимая характеристика, как и другие, например, стоимость, надежность.

Большие усилия многих исследователей направляются на изучение способов управления, которые определяют функционирование экономических механизмов. В частности, сейчас подробно изучается оптимальная структура штрафов и поощрений. Оказалось, что возможных вариантов здесь гораздо меньше, чем это могло казаться, и возникла реальная задача классификации способов управления нерелекторными системами. Надо ли говорить, как этот результат важен для практики!

В экономических механизмах есть еще один важный управляющий фактор — допустимая мера активности отдельных звеньев. Его изучение устанавливает связь

между экономическими процессами и правовыми нормами.

Известные успехи есть и в части создания аппарата исследования. Я убежден, что в решении практических задач особую роль призваны сыграть имитационные системы. Моделирование производственной и управленческой деятельности и проводимое в режиме диалога ее исследование позволяют анализировать различные варианты организационных структур, сравнивать их и находить наилучшее. Последнее замечание касается конкретных задач практики. Прежде чем проводить натурный эксперимент, прежде чем, например, проектировать организационную систему КамАЗа, мы можем с помощью имитационной системы выделить наиболее перспективный вариант организации и уровней прав и ответственности подсистем, а затем проводить эксперимент (строить систему управления КамАЗом), который будет протекать с меньшим риском.

Итак, сегодня уже есть значительный задел не только для создания теории проектирования экономических механизмов и организационных систем управления, но и для ее практического использования. Сегодня уже существует реальная возможность эффективно использовать научные методы для проектирования экономических механизмов управления народным хозяйством и сделать их фундаментом той практической деятельности, которая ведется в нашей стране по созданию крупных, наделенных большими правами производственных объединений.

Крупные объединения, которые тем или иным способом управляются центром, станут, вероятно, организациями, реализующими Генеральную программу. Плановые органы будут определять систему показателей, а система экономических механизмов будет проектироваться так, чтобы объединения были предельно заинтересованы в их выполнении.

Эффективное функционирование всей системы механизмов и служб нуждается в развитой информационной системе. Очевидно, что она должна быть единой для всей страны, то есть общегосударственной службой, хотя и построенной по иерархическому принципу.

Полная централизация информационной службы вовсе не предполагает полной централизации управления. Требование единства информации не связано с организацией управления. Оно вытекает из совсем других соображений — из условия независимости информационной

службы от отдельных ведомств. Только тогда информация будет действительно объективной и в равной степени служить всем звеньям народнохозяйственного организма. Разумеется, любые необходимые сведения отдельным ведомствам для их функционирования должны представляться информационной службой. А это может быть только тогда, когда существует общегосударственная служба информации.

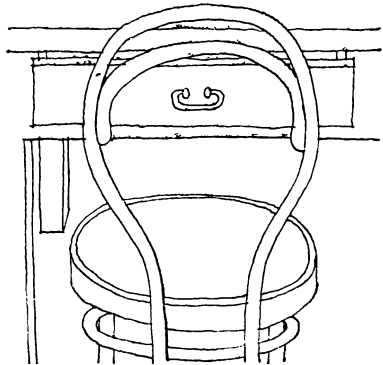
Создание информационной службы ставит перед специалистами ряд трудных задач. Дело в том, что характер информации, требования к ее обработке и форме выдачи существенно зависят от структуры процедур принятия решений. Это значит, что проектирование информационной системы нельзя отрывать от проектирования самих механизмов управления.





III  
глава

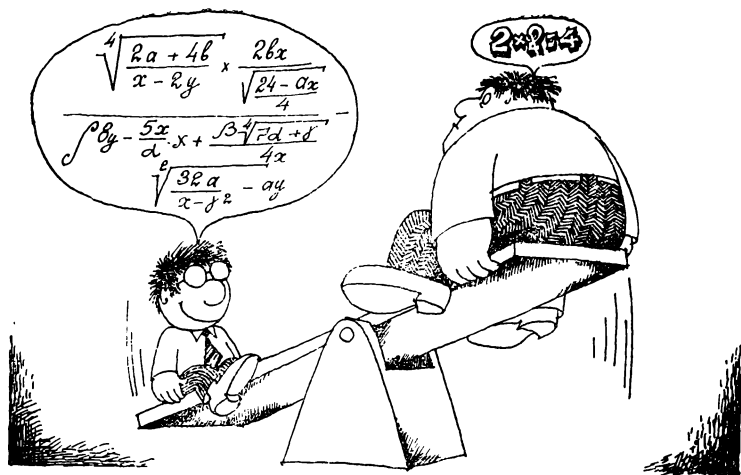
**«Программа  
«Учитель»»**



В предыдущих главах я попытался рассказать о тех качественно новых явлениях нашей жизни, которые вызвала научно-техническая революция; и главное, в чем мне хотелось бы убедить читателя, — это то, что дальнейшее неконтролируемое развитие интенсивного технологического освоения природы неизбежно приведет к катастрофе. Необходима широкая программа международных усилий: программы государственные, программы региональные, программы общепланетарные. Но, чтобы эти программы были эффективными, чтобы они действительно позволили людям найти пути среди всех трудностей, возникающих в связи с развитием НТР, нужны знания и знания. И прежде всего умение рассчитать эти программы, оценить их результаты, избежать иллюзий и не допустить выдвижения недостижимых или ошибочных целей. Ведь самое катастрофичное может случиться именно тогда, когда объединенные усилия людей сосредоточиваются на достижении ложных целей. Вот почему в основе всех программ должны лежать научные программы целенаправленных исследований. Здесь не оценимую помощь общечеловеческим усилиям может оказать опыт социализма в осуществлении больших целенаправленных усилий. Об этом мы уже сказали несколько слов в предыдущей главе, когда рассказывали о концепции «программного метода» применительно к управлению централизованным социалистическим народнохозяйственным организмом.

Сейчас эта точка зрения получает все большее и большее распространение. Уже возникло много организаций и в том числе международных, которые ставят своей целью изучение следствий растущей человеческой активности и организацию необходимых исследований. Более десяти лет назад в Вене был создан первый Международный институт прикладного системного анализа — институт, ориентированный на крупные междисциплинарные исследования. Можно надеяться, что это лишь первый пример той системы коллективных усилий исследователей, без которой любые попытки создания научных программ общепланетарного значения, вероятно, просто невозможны.

Однако сегодня, когда речь заходит о следствиях НТР, о новых программах, обычно имеют в виду прежде всего проблемы технологического и технического характера: проблемы загрязнения окружающей среды, оску-



девания ресурсов, их рационального использования и т. д.

Затем, на втором месте, идут проблемы экологические, устойчивости биосферы, проблемы, связанные с обеспечением удовлетворительных условий существования человека, проблемы медицинские и т. д. Большое место занимают социальные проблемы, проблемы, связанные с дифференциацией народов по степени «богатства» и т. д. О некоторых из этих вопросов мы будем говорить в следующей главе.

Но, как ни важны все эти многочисленные проблемы, они далеко не исчерпывают всего того, о чем необходимо думать сегодня, о чем завтра, может быть, думать уже будет поздно. Прежде всего это проблема самого человека.

Нельзя сказать, что сейчас мало занимаются всем тем, что связано с формированием человека, его воспитанием и образованием. Существует большое количество людей и организаций, в обязанность которых входит думать о том, каков должен быть человек, вступающий в XXI век. Я не говорю здесь о министерствах и других официальных организациях. Они связаны традициями и правилами (неизбежными) функционирования, определяющими бюрократический (в хорошем, нужном смысле слова) характер их деятельности. Существуют и другие организации, типа Академии педагогических наук.

Но есть, например, многочисленные национальные и международные общества, вроде международной ассоциации университетов, различные межправительственные комиссии ЮНЕСКО, ООН и т. д. Одних интересуют практические задачи: сколько и каких специалистов надо готовить в ближайшее время, какие новые специальности должны вводиться в университетах — задачи не только чрезвычайно важные, но и очень трудные, к ним мы также еще вернемся. Другие обсуждают различные варианты преподавания математики и, помня основной завет Козьмы Пруткова — «нельзя объять необъятное», стараются выделить главное и откинуть то, что, загромождая «магнитные диски» человеческой памяти, мешает ему усвоить новые идеи, без которых нельзя дальше развивать человеческие знания. Некоторые международные комиссии обеспокоены, например, тем, чтобы люди, оканчивающие математические факультеты университетов, расположенных в разных частях земного шара, имели бы примерно одинаковый уровень профессиональной подготовки и т. д.

Но центр тяжести их деятельности лежит все-таки в стороне от вопросов, которые я здесь собираюсь обсуждать. Как ни важна вся эта деятельность — ее недостаточно! Необходимо еще посмотреть на всю проблему в целом; постараться понять, какие новые качества понадобятся человеку, вступающему в XXI век, каким он должен быть, постараться выработать концепцию этого человека и ту программу, которая необходима для того, чтобы эта концепция могла быть реализована.

Мы сегодня много говорим и думаем о новых технологиях, о загрязнении среды, о могуществе человека, которое уже оказывает влияние на климат, и т. д. Но, наверное, пришло время более конкретно говорить и о самом человеке, о формировании его потребностей. Я думаю, что надо говорить не просто об удовлетворении потребностей человека, а о целенаправленном изменении их. А это и значит затронуть самые глубокие моральные основы человеческого общества, поставить на повестку дня проблему концепции человека будущего, подумать о его моральном, интеллектуальном и физическом облике. Для решения этих задач нужен комплексный подход, объединение усилий многих специалистов в разработке конкретных механизмов воздействия на формирование новых потребностей человека, его духовного облика.

Эти вопросы куда труднее всех остальных проблем, которые выдвигаются научно-технической революцией.

И, несмотря на все реальные трудности, я думаю, что у нас есть известные основания и предпосылки начать работать над программой, которая позволила бы наметить черты человека будущего и те мероприятия, которые необходимы, чтобы рождающаяся программа могла привести к практическим результатам. Исходные посылки этой работы лежат в теории исторического материализма, которая была создана классиками еще в XIX веке!

### РАЗГОВОР ПРИХОДИТСЯ НАЧИНАТЬ ИЗДАЛЕКА

Рассказывают, что однажды известного в свое время специалиста в области сельского хозяйства спросили: в чем главное отличие живого от неживого? Почти не задумываясь, он ответил: «Все живое хочет жрать!» Конечно, это, вероятно, анекдот. Но если бы этот вопрос задали бы также и автору, то вряд ли он смог бы добавить что-нибудь существенное к словам этого агронома. Как показывает современная наука, указать грань, которая отделяет ту форму существования материи, которую мы называем жизнью, от всего остального, очень трудно! Существует несколько концепций этого понятия, каждая из которых весьма уязвима и с точки зрения философии, и даже фактов. Тем не менее мы должны упомянуть о некоторых из них.

Знаменитый автор знаменитого «уравнения Шредингера» опубликовал в 40-х годах книгу «Что такое жизнь с точки зрения физики?». Эта книга была в свое время переведена на русский язык и вызвала многочисленные дискуссии. Там была высказана одна очень интересная мысль: «Среди огромного количества возможных химических (точнее, физико-химических) процессов есть «более предпочтительные», поскольку вероятность их реализации растет вместе с их энергетической эффективностью». Другими словами, процессы, более экономные с точки зрения затрат энергии, имеют перед другими больше шансов для своей реализации. Этот факт находит разнообразные и многочисленные подтверждения.

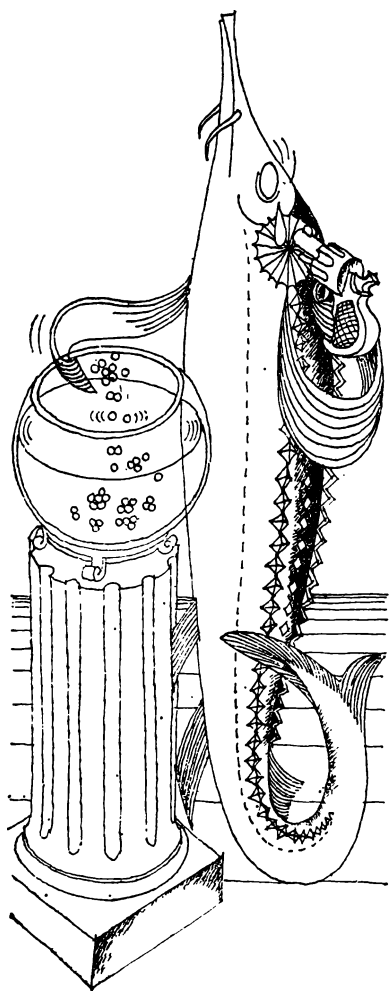
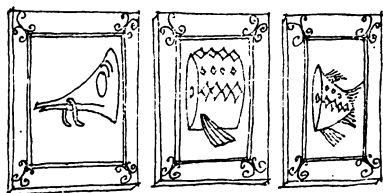
Так вот, с точки зрения энергетики процессы, происходящие в живом мире, совершенно уникальны. По-

этому энергетический подход к изучению процессов, именуемых жизнью, весьма полезен.

Существует, однако, и другой подход, который нам дает кибернетика. Может быть, где-то миллиарды лет назад среди процессов, в которых участвовали углеводороды и нуклеиновые кислоты, возникли такие, которые обладали зачатками обратных связей. Этим квазиуправляемым процессам их обратные связи обеспечили большую стабильность, и они получили больше шансов на существование. Так стала возникать целенаправленная эволюция!

Конечно, на все это можно смотреть как на досужие домыслы, гипотезы. Тем не менее стремление сохранить свою стабильность, как говорят, свой гомеостазис, присуще любой живой материи. Оно проходит сквозь всю толщу эволюционных процессов и доходит до их вершины — человека. Оно возникло вместе с жизнью и закреплено механизмом наследственности. Без этого фундаментального свойства живая материя вряд ли могла сохраниться и совершенствоваться. Оно определяет поведение животных и, вероятно, изменившись надлежащим образом после перехода к общественной жизни и общественному развитию, в значительной степени сохранило свое значение и сейчас в человеческом обществе. Но обо всем по порядку.

Стремление к сохранению гомеостаза нельзя понимать очень примитивно. Это далеко не только инстинкт самосохранения: не просто сохранение данного организма, отдельного индивида, которое уместно называть личным или личностным гомеостазисом. Генетический механизм выработал гораздо более глубокое свойство — стремление сохранять не только личностный гомеостазис, но и гомеостазис отдельных групп, гомеостазис популяции в целом. Личная стабильность индивидуума может часто приходиться в противоречие с гомеостазисом стада и всей популяции, и тогда индивидуум обречен. В животном мире известны многочисленные примеры уничтожения старых, больных, слабых. Уничтожение самцов, оплодотворивших самку и выполнивших тем самым свой долг перед популяцией, тоже довольно типичное явление у насекомых. Стадо копытных не защищает во время погони отставших и слабых, если это не самки и не детеныши. Одним словом, популяция жертвует частью своих индивидуумов в интересах собственного процветания и стабильности.



Внутривидовую борьбу также можно трактовать как стремление популяции сохранить свой гомеостазис. Выживают индивидуумы более сильные, более нужные популяции. Я уже приводил примеры из жизни насекомых «целенаправленного» уничтожения популяцией части своих членов. Но такие же примеры есть и в животном царстве, и даже у человека. В памяти людей еще сохранилось воспоминание о подобных «популяционных» обрядах уничтожения слабых; еще в прошлом веке существовали традиции уничтожения дряхлых стариков у некоторых племен, живущих на севере и в тропическом поясе (например, в Индии). Как бы торжественно ни обставлялся уход из жизни старцев, сделавших свое дело, и каким бы религиозным, мистическим покрывалом ни одевался этот обряд, в его основе лежит все то же стремление — сохранить гомеостазис племени, популяции, сделать ее более жизнестойкой.

Насколько глубоко механизм наследственности закрепил это стремление, показывают многочисленные факты. Олень жертвует собой, набрасываясь на преследующих волков,

чтобы спасти убегающее стадо, свою самку с детенышами; стремление лосося оплодотворить икру всегда кончается его гибелью и т. д. Таких примеров сколько угодно.

Стремление сохранить гомеостазис популяции в целом приводит к появлению у стада, у популяции свойств, присущих организму. У некоторых видов животных этот процесс зашел так далеко, что отдельных особей уже вообще нельзя рассматривать как самостоятельные организмы. Улей, муравейник или термитник можно рассматривать как самостоятельные организмы, а пчелы, муравьи и термиты — их элементы. Здесь противоречие между гомеостазисом отдельного организма и гомеостазисом популяции в целом разрешено окончательно. Но вместе с этим окончился и прогресс популяции. Термиты находятся в эволюционном тупике: 200—300 миллионов лет назад они уже были такими же, какие и сейчас!

В заключение этого экскурса я хотел бы заметить, что все действия живых организмов по обеспечению гомеостазиса происходили на уровне инстинктов, врожденных правил поведения.

## ВЕРНЕМСЯ СНОВА К ЧЕЛОВЕКУ

Внутривидовая борьба была одним из основных механизмов, которые определяли эволюцию стада. Она ранжировала индивидов по степени жизнеспособности, отбраковывала те организмы, которые обладали худшими характеристиками, и содействовала процветанию и развитию стада и популяции в целом. И вот на каком-то этапе антропогенеза стадо палеоантропов начинает постепенно превращаться в общество. Очень важно заметить, что становление общества сопровождалось постепенным прекращением эволюции отдельных индивидуумов, постепенным прекращением действия генетического механизма совершенствования видов. В популяции прачеловека начинают возникать новые механизмы.

Я думаю, что возникновение общества, постепенная замена генетического механизма — механизма совершенствования наследственных признаков — механизмами общественного развития, было обусловлено той же необходимостью сохранения стабильности и дальнейшего развития популяции прачеловека, той же тен-



денцией создания сообществ, более приспособленных к жизни на Земле, как и во всей предшествующей эволюции биоты. В основе этого процесса, самого удивительного и самого значительного из того, что произошло с того момента, как некий набор нуклеиновых кислот и каких-то других неведомых нам сейчас частиц органики сделался живым и начал производить не только себе подобных, но защищать себя от уничтожения, было, вероятно, то же «стремление к стабильности». Да простят меня специалисты-биологи за этот жаргон.

Но, чтобы отказаться от механизма генетического развития, должны были быть могучие аргументы. Возникновение общественных механизмов в стаде дало ему, этому стаду, по-видимому, такие подавляющие преимущества, что предопределило его победу, сделало область его гомеостазиса значительно более широкой и прочной, безгранично расширив ареал его обитания.

О длительном процессе возникновения человеческого общества писалось много. Исторический материализм, археологические открытия последних десятилетий, изучение племен, еще живущих в условиях, близких к позднему каменному веку, создали не только концепцию возникновения общества, но и, насытив ее фактическим материалом, воссоздали многие стороны начального этапа возникновения общества. Здесь я хотел бы обратить внимание лишь на один, если угодно, кибернетический аспект проблемы генезиса человеческого общества.

Животное, которое уже не способно производить себе подобных, не способно добывать пищу в количествах больших, чем необходимо для его собственного пропитания, которое не способно защищать стадо от врагов, уже не нужно стаду. Его жизнь на Земле задерживает развитие популяции. И оно погибает, как правило, насильственной смертью. Средняя жизнь животного в стаде значительно меньше биологической возможности его существования или, например, жизни в заповеднике или зоопарке. Одним словом, как уже говорилось, стадо не защищает слабого, если он не детеныш, который еще должен создать себе подобных.

В обществе, в человеческом обществе все наоборот. Общество защищает слабых, немощных старцев и не только жалеет их, но и зачастую оказывает им разнообразные знаки уважения и симпатии. Откуда же берется этот альтруизм? Почему закон в любом обществе ка-

рает в равной степени и за насилие над старцем, и над молодым, полным сил членом общества?

Я думаю, что это привитое с детства понятие добра, которое, собственно, в первую очередь и отличает общество от стада, такого же материального происхождения, так же связано с понятием гомеостаза, как и все другие свойства, приобретенные человеком. Другими словами, я думаю, что возникновение морали и отказ от эволюции индивида имеют одну и ту же причину. В самом деле, именно этот альтруизм, эта защита слабых, дополнительная, часто весьма обременительная нагрузка, которую взяло на себя общество, прекратили действия механизма естественного отбора.

Еще раз подчеркнем, что с возникновением общества исчезает тот основной механизм, которым располагают сообщества животных в своей борьбе за существование! Homo sapiens отказывается от того самого механизма, которому он обязан своим возникновением! Поистине для этого должны были быть достаточно веские причины! Какие?

В своей знаменитой книге «Происхождение семьи, частной собственности и государства» Ф. Энгельс дал ответ на этот вопрос: причиной был труд. Проанализируем этот тезис с позиций кибернетики, с позиций гомеостаза.

С возникновением трудовой деятельности возникает и новая система обратных связей, возникает как следствие необходимости не только работать, не только учиться тому, как надо работать, не только учиться тому, как это делается, но помнить и обучать других трудовым навыкам.

Обезьяна тоже может использовать палку для того, чтобы достать банан. Она может «собезьянничать», научиться этому приему у других обезьян или у человека. Но этот навык генетически не закрепляется. Его сохранение требует другого механизма — памяти. Для стада палеоантропов стало необходимым на каком-то этапе сохранять не только тех, у кого более сильные мускулы и более быстрые ноги, но и тех, которые обладают необходимой информацией: умеют делать каменные топоры, разводить огонь, растить злаки. И эти члены стада не были самыми сильными и молодыми и даже не всегда были способными к деторождению.

Стадо интуитивно почувствовало, что опыт помогает стаду. Но оно и узнало, что опыт приобретается с воз-

растом. Появилась необходимость в старцах. Появился «Учитель». И если посмотреть глазами кибернетика на заключительную фазу антропогенеза, то мы несильно погрешим против истины, если скажем, что стадо разрушил «Учитель», что общество создал «Учитель», что господство над миром подарил человечеству тот же «Учитель». И дальше вся история человечества в значительной степени связана с той ролью, тем местом в обществе, которое занимает «Учитель». И чем дальше развивается общество, чем больше усложняется процесс трудовой деятельности, тем роль «Учителя» становится все более и более значительной. Уместно вспомнить слова Бисмарка, сказанные им, когда фельдмаршал Мольтке докладывал королю Пруссии Вильгельму Первому о победе прусских войск над австрийцами. Хвастливые реплики победоносного генерала Бисмарк оборвал короткой репликой: «При чем здесь Вы? Это прусский учитель победил австрийского». Вероятно, он был близок к истине.

С момента возникновения человеческого рода его стабильность начала обеспечиваться не только первой сигнальной системой, инстинктами, заложенными генетическим механизмом. Постепенно все более и более важное место стала занимать сознательная деятельность людей. Понимание опасностей, знания всего того, что мы теперь называем границей гомеостаза, возможности использовать знания о мире, который окружает человека, для развития общества сделалось основным гарантом непрерывного прогресса и непрерывного упрочения положения человечества как биологического вида, как составной части биоты.

Итак, на определенной ступени антропогенеза появление и развитие трудовых навыков, накопление и сохранение информации сделались определяющими факторами дальнейшего развития человека. Именно они определили необходимость такой организации популяций неоантропов, которая стала называться обществом. Внутривидовая борьба в той форме, в которой она существовала и существует у животных, постепенно исчезала, уступая место более совершенным видам конкуренции, в которой главным оружием становится культура труда и знания. В первобытном обществе возникает механизм накопления, сохранения и передачи знаний, который мы и будем называть «Учителем».

Однако «Учитель» — это не только хранитель и пе-

редатчик информации о трудовых навыках. «Учитель», однажды возникнув, является носителем всего того, что необходимо для гомеостазиса человечества.

Трудовая деятельность дала такие неоспоримые преимущества человеку, что ей начинают подчиняться все остальные стороны жизни людей. Как следствие ее возникает мораль, и человечество постепенно отказывается от механизма естественного отбора.

То, о чем я рассказываю сейчас и буду говорить ниже, это не научное исследование — это всего лишь некоторая правдоподобная схема, призванная обратить внимание читателя на роль понятия гомеостазиса. Это понятие, кроме того, позволяет развить некоторый специальный язык описания процессов, происходящих в живом мире. Этот язык весьма универсален. Он не противоречит классическим положениям общественных наук и позволяет перебросить мост к трудным проблемам описания биоты в целом.

### **«УЧИТЕЛЬ» МЕНЯЕТ СВОЕ ЛИЦО**

Я уже несколько раз стремился подчеркнуть, что гомеостазис отдельного индивидуума и популяции в целом — это совсем не одно и то же. Это типичный пример диалектического противоречия между целым и его частями. Однако внутри стада палеоантропов и зарождающегося общества существовало не только это противоречие. Помимо внутривидовой борьбы, которая хотя и теряла свое былое значение, но все-таки в известной степени еще сохранялась, происходит выделение целых групп, связанных определенной общностью, позволяющих говорить о групповом гомеостазисе: возрастные группы, группы, объединенные по половому признаку, группы, занимающиеся схожей деятельностью и т. д.

Но вот происходит первое разделение труда, растут производительные силы, возникает возможность создания продукта сверх того необходимого минимума, который гарантировал существование отдельного индивидуума, возникает собственность, появляется возможность присвоения продуктов труда — начинают возникать классы.

С возникновением общества производственная деятельность становится самой главной функцией человека. Средства производства — все то, с помощью чего совер-

шается эта деятельность, становятся главной ценностью общества. Те самые механизмы, которые обеспечивали гомеостазис отдельного организма, гомеостатических групп и популяции в целом, которые определили возникновение общества и сделали человека «царем природы», эти же механизмы разделили людей на тех, кто, используя средства производства, производит материальные ценности, и тех, кто владеет этими средствами производства и присваивает себе созданные с их помощью материальные ценности, то есть разделили людей на классы. Конечно, в возникшем классовом обществе существуют и другие гомеостатические группы, существуют и другие противоречия! Но противоречие между теми, кто работает, и теми, кто присваивает результаты их труда, становится самым ярким, определяющим все основные процессы, происходящие в обществе. «История человечества — это история борьбы классов». Как учит нас исторический материализм, этот тезис лег в основу марксистской концепции анализа истории общества.

Возникшая в классовом обществе поляризация, естественно, изменила и первоначальную роль «Учителя». Теперь его обязанность не просто накопление знаний, необходимых племени для того, чтобы выжить, и не просто передача этой накопленной информации следующему поколению, а прежде всего выделение тех знаний, формирование тех навыков, которые необходимы для устойчивости, для процветания правящего класса, которые обеспечивают гомеостазис правящего класса. Вот почему общественная память начинает нести дополнительную нагрузку.

«Банк данных» общества начинает содержать не только сведения о знаниях, полезных для трудовой деятельности, и традиционном поведении, обеспечивающем гомеостазис популяции и племенной группы. В него начинают заноситься принципы и взгляды, необходимые той гомеостатической группе, которая владеет средствами производства и тем дополнительным продуктом, который необходим, чтобы поддерживать и развивать эту систему накопления и распространения информации, которую мы назвали «Учитель».

Одновременно некоторые массивы информации начинают стираться из этого «банка данных», объявляются архаикой, против них выступает «общественное» мнение и многие другие институты сложившегося общества.

Формируется постепенно классовая мораль. Система «Учитель» приобретает вполне определенный классовый характер. Она уже не служит обеспечению гомеостаза популяции в целом, а начинает обеспечивать локальную устойчивость правящего класса.

Мораль, современная классовая мораль играет огромную роль в формировании и поведении личности. В механизме «Учитель» она несет значительную нагрузку.

Для дальнейшего нам важно сделать одно замечание: информационные процессы, процессы обучения и адаптации обладают большой инерционностью. Требуется значительное время, чтобы разнообразная, вновь добытая информация, которая может с успехом использоваться на благо общества, то есть содействовать его стабильности и прогрессу, действительно начала использоваться людьми. Точно так же очень живучи различные принципы и предрассудки, которые когда-то содействовали в той или иной степени (или казалось, что содействуют) гомеостазису популяции племени или отдельной гомеостатической группы. Та стадия антропогенеза, которую можно было бы назвать периодом формирования общества, та стадия, в течение которой постепенно генетический механизм, обеспечивавший эволюцию отдельных индивидуумов, заменялся механизмом общественного развития и прогрессом в сфере производственной деятельности, продолжалась, вероятно, сотни тысячелетий. Классовое общество существует вряд ли более десяти тысяч лет. Буржуазное общество — около двух веков. И хотя процессы общественного развития идут на много порядков быстрее процессов приобретения наследственных признаков, тем не менее сложившаяся система правил поведения, именуемая буржуазной моралью, образованием и воспитанием, содержит на самом деле воспоминание о многом из того, что уже не является даже историей: это память об информации, полученной людьми задолго до того времени, когда началась писаться история. Здесь не только суеверия и разнообразные запреты, даже представление о добре и зле, которое внушается детям их родителями, содержит, конечно, очень много архаики. И во всем том информационном винограде, который традиционно передается от поколения к поколению, не так-то просто отделить вредную архаику от действительно полезных знаний и принципов.

И наконец, последнее. Механизм формирования системы «Учитель» всегда носил стихийный характер. Это был один из многих механизмов адаптации к непрерывно изменяющимся условиям жизни. С точки зрения кибернетики это был механизм с памятью, но без учета тенденций. Подобно религиозному механизму он отвечал сиюминутным потребностям человеческого общества вообще, а в классовом обществе — прежде всего потребностям господствующего класса.

Это вовсе не значит, что проблемами воспитания, образования, формирования традиций, идеалов не занимались умнейшие, талантливейшие представители своего времени. Но, как правило, эти проблемы изучались скорее в ретроспективном, нежели в перспективном аспекте. Да это и понятно. Эволюция общества происходила столь медленно, и мир еще в XIX веке казался таким стабильным, что проблемы адаптации человека к изменяющимся условиям его жизни на Земле просто не существовало. Вряд ли о ней могли серьезно задумываться мыслители прошлых времен. И трудно было связать те или другие успехи в формировании облика человека с какими-то иными целями, отличными от эгоизма классового или, в крайнем случае, национального.

Попытки целенаправленного формирования личности имели место в истории. Но если система воспитания формировалась только ради достижения узкоэгоистических целей какой-то группы лиц или какого-то класса и мешала сохранению гомеостазиса человека как вида, она неизбежно создавала моральных уродов. И подобно тому, как тупиковые формы палеоантропов (как правило, сильно специализированные) отбраковывались природой в процессе антропогенеза, эти уродливые формы воспитания в определенный момент отбраковывались самим обществом, как мешавшие его развитию. И эта отбраковка порой носила трагический характер. Примеров в истории здесь больше чем достаточно. Спартанец, гордившийся тем, что в 16 лет уже убил беглого илота, остался просто наиболее ярким образчиком. Куда более трагично последнее столетие в истории Германии. Тот самый прусский «Учитель», с помощью которого король Пруссии и курфюрст Бранденбургский сделался императором Германии и положил начало всей той «перестройке умов», без которой не могла бы произойти трагедия фашизма, которую мы недавно пережили. Сначала пресловутая идея «Deutschland, Deutschland über alles», а

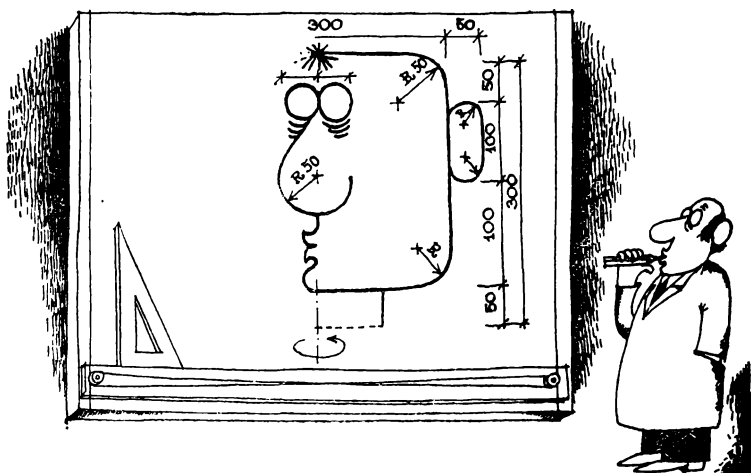
затем доктрина расового господства и человеконенавистничества.

История наглядно продемонстрировала возможности, таящиеся в целенаправленном воспитании, и те трагические следствия, которые возникают тогда, когда его цели противоречат развитию человечества!

В первой главе я старался объяснить, что в условиях НТР всякое неконтролируемое развитие общества может привести только к катастрофе. Но если это так, то целенаправленные усилия должны охватить все стороны функционирования общества, все его механизмы, и в том числе механизм формирования человека как члена общества.

Мир стоит на пороге больших трудностей, а возможно и потрясений. Готов ли человек, который сегодня вступает в жизнь, принять на себя бремя всех последствий НТР и обеспечить дальнейшее процветание рода человеческого? Какими качествами должен обладать этот человек, чтобы встретить возможные изменения климата, восстановить устойчивость биосферы, преодолеть страсть потребительства, экономические трудности и, конечно, изменения социальной организации мира?

Сейчас как никогда необходима четкая концепция человека и программа претворения ее в жизнь. Но пове-





дение человека, характер его мышления, структура воспитания очень консервативная сфера общественной жизни. Нужны поколения, чтобы «Программа «Учитель» дала бы заметные результаты. Вот почему она, «Программа «Учитель», может быть, самая актуальная из всех проблем, поставленных НТР перед человечеством.

## НУ А ДАЛЬШЕ?

До сих пор мы говорили о возникновении механизма «Учитель» и его роли в первобытном и классовом обществах. Но вот в 1917 году начинается новая эра истории человечества. Возникает общество, в котором исчезает собственность на средства производства. Исчезают эксплуататорские классы. Меняется вообще роль собственности в жизни общества. Теряют силу многие управленческие механизмы, и определяющим в экономике становится плановое начало. А «Учитель»?

Изменяются, конечно, и многие функции «Учителя», но, естественно, механизм «Учитель» остается. И его назначение в жизни людей остается старым, ибо общество не может существовать без механизма, с помощью которого накопленная информация передается новым поколениям. По-прежнему только благодаря «Учителю» сохраняется преемственность культуры, традиций. По-прежнему его роль является центральной в сохранении гомеостаза общества. Только теперь исчезает давление на него тех, кто в предшествующие эпохи владел средствами производства и имел возможность отождествлять гомеостазис своей гомеостатической группы, своего класса с гомеостазисом общества в целом. Поэтому теперь (и только теперь!) возникает возможность действительно научного подхода к формированию «Программы «Учитель», к подчинению всей деятельности этого механизма задачам обеспечения гомеостаза общества в целом. Проблема «Учитель» теперь рассматривается на основе тех же концепций, с тех же позиций, что и другие проблемы, возникшие в бесклассовом обществе, в государствах, развитие которых подчинено единым целям, где главенствует плановое начало. В таком государстве все процессы, по идее, управляемы в том широком смысле, какой был придан понятию управления в предыдущей главе. Значит, и все те процессы, которые связаны с формированием человека, будущего

члена общества, должны также рассматриваться как управляемые, то есть подверженные целенаправленному влиянию.

Я уже старался убедить читателя, что в подобной ситуации, по существу, единственный подход, единственная альтернатива неконтролируемому развитию является «программный метод», который представляет собой концепцию определения необходимых управляющих воздействий на основе всестороннего системного анализа ситуации и синтеза целей (доктрины) и средств.

В предыдущей главе я постарался насколько мог подробно рассказать о концептуальной стороне «программного метода». Поэтому здесь я ограничусь только несколькими замечаниями.

В основе этого метода всегда лежит доктрина, суммирующая наше сегодняшнее представление о путях развития общества, о наиболее рациональных формах его существования, об обеспечении его гомеостаза. Значит, эта доктрина должна включать в себя представление о человеке. Значит, мы должны иметь доктрину о человеке, должны не только знать и планировать необходимое количество специалистов, но и представлять себе совокупность тех душевных качеств этих специалистов, тех навыков и традиций общественной жизни, характера воспитания человека, без которых невозможно реализовать намечаемые программы и концепцию будущего общества. И эта доктрина, наверное, должна занимать ведущее место в той иерархии доктрин (если здесь уместно говорить об иерархии), которая все отчетливее и отчетливее формируется по мере нашего движения к коммунизму.

В самом деле, ведь это будущее общество создается в интересах именно этого человека — человека, который несет в себе всю генетическую нагрузку антропогенеза, который физиологически такой же, как кроманьонец ледникового периода, который как биологический вид ничего не приобрел за то мгновение в собственной истории, которая называется историей человеческого общества. Значит, только воспитание, только общественное воздействие, только Программа «Учитель» может сделать его соответствующим тому идеалу, ради которого современным людям имеет смысл жить, трудиться и умирать.

Итак, в основе всех усилий должна лежать концеп-



ция, доктрина. Конечно, эта доктрина никогда не будет чем-то застывшим. Она не догма, даже если для ее названия используются одни и те же слова. Поскольку меняется наше представление о мире, поскольку вместе с новыми знаниями мы лучше видим контуры будущего, лучше представляем наши возможности влиять на собственную судьбу, постольку, конечно, меняется и доктрина, ее конкретное содержание.

В предыдущей главе я попытался объяснить значение доктрины и ее место в адаптации человечества к изменяющимся условиям, в сохранении гомеостаза. Поэтому сегодняшняя «концепция человека» необходимо должна отражать наше сегодняшнее представление о чертах человека коммунистического типа, о тех качествах человека, которые необходимы для обеспечения гомеостаза человечества, и о тех качествах, которые, наоборот, представляют угрозу обществу.

Это все не так просто, как иногда думают. Не имея твердой научной основы для анализа, очень легко скатиться, как это делается в буржуазном обществе, в область сентенций о всеобщем благе и к идеалам мечтанства. Идеалы общества и представление об идеальном человеке неразрывно связаны друг с другом, и я думаю, что любые иллюзии здесь крайне опасны, крайне опасно забывать, что новое общество должно строиться

для тех и руками тех, кто генетически ничем не отличается от охотников на мамонтов.

Все то множество усилий, которые предпринимают люди, чтобы сформировать будущие поколения, должно представлять собой программу, и основная подпрограмма — научные исследования, которые позволили бы представить желаемый и возможный облик человека.

Прежде чем идти дальше, я хотел бы остановиться на одном заблуждении, которое имеет довольно широкое хождение и мешает подлинно научному анализу.

Исчезновение классов вовсе не означает исчезновения противоречий в обществе. Отсутствие антагонистических классов означает только исчезновение классовой гомеостатической общности, классовых противоречий, но сохраняются другие общности: национальные, региональные. Личностный гомеостазис по-прежнему остается не тождественным гомеостазису общества в целом. Большое значение имеют возрастные и профессиональные гомеостазины и т. д. И подлинно научный подход обязательно должен учитывать эти обстоятельства.

В классовом обществе господствующий класс отождествлял себя с обществом; он отождествлял свой гомеостазис с гомеостазином популяции; он присваивал себе это право. В бесклассовом обществе уже не должно существовать какой-либо группы людей, которая обеспечение собственной стабильности отождествляет с гомеостазином общества. Конечно, могут быть всяческие рецидивы. Я думаю, что концепция маоизма с ее тезисом «все люди — солдаты Мао!», в автоматическом режиме выполнявшие любые его указания, это и есть тот самый рецидив.

Научный подход к проблеме означает ясное понимание неизбежности существования различий интересов отдельных групп, стремление к выработке доктрин и программ, обеспечивающих гомеостазис общества в целом, исследование возможностей влиять на гомеостазис (а значит, и на интересы) отдельных групп и личностей и создание системы такого воспитания, которое обеспечивает сознательное ограничение личных интересов и потребностей, подчинение их идее сохранения общего гомеостаза.

## ЧТО МОЖЕТ ПО ЭТОМУ ПОВОДУ СКАЗАТЬ КИБЕРНЕТИК?

Формирование системы «Учитель» требует разнообразных усилий. Это и усилия ученых, и огромная организаторская деятельность государства, и усилия отдельных организаций и т. д. Она связана с большими материальными затратами, и с развитием НТР эти затраты будут расти быстрее, чем что-либо другое. Вот почему я все время говорю о том, что для формирования системы «Учитель» необходима специальная «Программа «Учитель». Она, как и другие программы, должна носить адаптивный характер, не должна быть догмой и могла изменяться по мере расширения наших знаний об окружающем мире, по мере изменения условий существования.

Проблема построения такой программы, конечно, очень сложная. Сложность эта усугубляется тем, что система «Учитель» — это не только подготовка кадров, школа, университет — лишь один из элементов системы. Речь идет о формировании облика человека. И здесь роль внешкольных факторов — влияние семьи, улицы, общей атмосферы на производстве и т. д. — играет зачастую более важную роль, чем преподавательские поучения. Таким образом, речь идет не о локальных педагогических мероприятиях, а о системе, которая пронизывает всю жизнь нашего общества и выдвигает определенные требования перед каждым из его членов!

Сложность этой системы очевидна. Очевидно также, что ее создание потребует усилий всего общества и что ответить на многие вопросы, которые будут возникать при ее создании, мы, может быть, сразу и не сможем. Но важно декларировать неизбежность подобной работы! Сформулировать как принцип необходимость и значение подобной деятельности, мне кажется, сейчас, на нынешнем этапе, более важно, чем дать какие-либо рекомендации по ее реализации. Если возникнет нужное понимание, если внимание людей будет обращено к «Программе «Учитель», если престиж лиц, посвятивших себя этой деятельности, сделается столь же высоким, как и престиж лиц, работающих над проблемой управляемой термоядерной реакции, то найдутся силы и таланты, которые преодолеют все трудности.

Научно-техническая революция замечательна тем, что проблемы дальнейшей эволюции человеческого и,

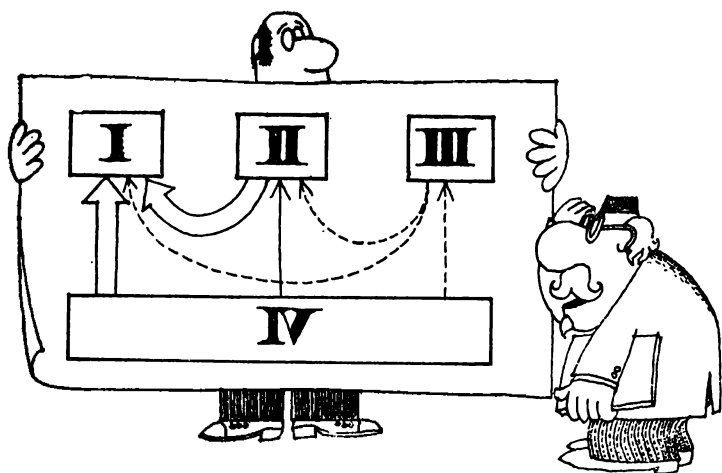
прежде всего социалистического, общества связываются не с проблемами технического развития и дальнейшего наращивания промышленного и научно-технического потенциала, а с проблемами использования того, что уже понято наукой, сделалось доступным человеку. А это проблемы развития общества, его устройства и прежде всего проблемы самого человека. И если бы эта мысль оказалась достоянием широкой общественности, то был бы сделан первый важнейший шаг на пути к созданию «Программы «Учитель»».

Следующий шаг, вероятно, должен быть связан с кибернетическим аспектом проблемы. Именно он может дать ясное представление о всех тех связях, которые возникают, когда человек, личность занимается производственной деятельностью, которые определяют характер функционирования общества в зависимости от душевных и производственных качеств его членов. Кроме того, этот аспект поможет выяснить «области управляемости»: мы должны понять, какие возможности управления есть в нашем распоряжении и насколько сильны могут быть эти целенаправленные воздействия. И наконец, изучение кибернетического аспекта «Программы «Учитель»» поможет выяснить структуру ограничений, определить критические параметры, за которыми происходит разрушение гомеостатического равновесия общества.

Этот кибернетический аспект «Программы «Учитель»» позволит связать доктрину развития человеческого общества с концепцией человека будущего. И эти узы будут реалистичными, ибо они явятся не как плод досужих вымыслов доктринеров, не как мещанские представления о том, что «человек должен быть хорошим», а станут итогом труда исследователей, ясно понимающих суть тех качеств людей, без которых человечество не сможет перешагнуть в коммунистическое общество.

Попробуем начать с того, что выделим основные связи и дадим хотя бы их условную характеристику.

Функционирование «сверхбольшой» системы, именуемой человеческим обществом, — это фантастический хаос, нагромождение разнородных элементов, прямых и обратных связей. И все же, несмотря на всю сложность, эта система допускает, вероятно, одну наглядную схематизацию:



- Блок I —** это производительные силы и весь экономический организм обществ.
- Блок II —** производственные отношения, включая механизмы формирования целей, формирование мероприятий, требующих затраты материальных ресурсов.
- Блок III —** это то, что мы назвали системой «Учитель», то есть те общественные механизмы, которые реализует «память» и формируют все наши представления об обществе, мире, о его идеалах и т. д.
- Блок IV —** блок экзогенных воздействий, влияющих на все блоки схемы. До поры до времени характерное время эволюции блока IV было настолько велико, то есть внешние условия менялись настолько медленно, что, анализируя общественные явления на протяжении нескольких поколений, можно было пренебрегать существованием обратных связей между окружающей средой и обществом.

Приведенная схема нарисована для человечества в целом. Если будет сделана попытка использовать ее для описания ситуации в отдельной стране, тогда блок IV должен учитывать также и взаимодействие с другими странами.

Функционирование любой системы определяется в первую очередь «мощностью управляющих воздействий» и «интенсивностью обратных связей». Эти термины, имеющие четкий смысл в тех случаях, когда речь идет о технических системах (ресурс, мощность, коэффициенты усиления и т. д.), требуют, разумеется, специального пояснения когда мы хотим ими воспользоваться для описания ситуаций, возникающих в общественной сфере.

Однако я этого делать не буду, надеясь, что выражения, которые я употребляю, понятны на интуитивном уровне и у внимательного читателя не возникает сомнений в их смысле.

Связи между блоками I и II, между производительными силами и производственными отношениями, — это предмет традиционных исследований сначала политической экономии, а затем и многочисленных исследований вполне конкретного характера. Марксистская политическая экономия и исторический материализм дали необходимое понимание глубочайшей взаимосвязи между этими двумя сторонами процесса общественного развития, необходимости соответствия между производительными силами и производственными отношениями, неизбежности противоречий, которые приводят к адаптации блока II к блоку I, непрерывному изменению, к смене одной формации другой, к неизбежности в определенных условиях качественного, революционного изменения структуры производственных отношений, приводящих к замене формаций.

Ретроспективный анализ, проведенный марксистской наукой, позволяет представить себе также и направления последующего развития. Конечно, разработка общей принципиальной схемы эволюции человеческого общества не снимает прагматического аспекта исследований.

Хорошо понимая общую философскую схему, мы, решая конкретные вопросы, вынуждены всякий раз решать их по-новому. И это неизбежно. Жизнь, ее эволюция все время будут выдвигать новые задачи, требующие новых и новых интеллектуальных усилий людей. Рецептов, годных на все случаи жизни, нет! Но те великие завоевания мысли, которые совершила марксистская концепция развития общества, надежно служат нам как отправной пункт исследований любых общественных процессов. В частности, говоря о кибернетической схеме, изображенной на странице 146, мы можем утверждать, что, если блок II, то есть производственные отношения, построен надлежащим образом и в соответствии с уровнем развития блока I, то положительная обратная связь, существующая между ними, очень сильная. Это значит, что в этих условиях функционирование блока II, то есть действия людей, резко ускоряет развитие блока I, то есть производительных сил, всего экономического организма. Несоответствие



блоков I и II, наоборот, будет означать уменьшение эффективности обратной связи, если угодно, уменьшение коэффициента усиления.

В досоциалистическую эпоху реализация связей между блоками I и II носила стихийный характер. Роль интеллектуального начала в подобных процессах была ничтожна. Она ограничивалась лишь конкретными акциями. Отдельный человек (и даже группы людей) оказывался беспомощным перед стихийным движением и «характером» того монстра, который назывался экономикой и во власти которого находился практически любой человек.

Переход к плановому началу, который сделался возможным только с появлением на планете социализма, привел прежде всего к возможности концентрации усилий людей и использования существующих ресурсов для достижения общих целей.

Таким образом, с точки зрения кибернетики, то огромное разнообразие управляющих воздействий на экономику, которое в предшествующие эпохи носило хаотический, неконтролируемый характер и приводило к стихийной эволюции общества, в условиях социализма может быть упорядочено и направлено в один канал, в четко фиксированное русло.

Но для этого необходимо также четкое представление об этом канале, о тех целях, во имя которых происходит эта концентрация усилий. И не только о целях. Необходимо еще знать реальные механизмы, которые действуют в обществе, и нашу способность на них влиять.

Обо всем этом мы уже говорили в предыдущей главе. Здесь только зафиксируем одну мысль: такая целенаправленная деятельность требует совершенно иного уровня мышления людей. Уже в первой главе говорилось, что в течение всей истории человечества непрерывно возрастала роль интеллекта человека в судьбе общества, в его развитии. Но только в условиях централизованной плановой социалистической экономики возникают реальные возможности того, чтобы интеллект человека оказал решающее влияние на его будущее. И не только возможность. Это решающее влияние является в условиях НТР необходимым условием стабильности процесса общественного развития. По существу, именно это и означает закон планомерного развития.

Но для превращения возможности в реальность необходимо обеспечить и иной уровень мышления и воспитания людей, их привычку мыслить иными категориями. Им должно быть привито иное, нежели теперь, представление о жизненных идеалах.

Вот теперь мы подошли к обсуждению блока III.

Блок III — система «Учитель» — с точки зрения политической экономии является частью блока II, является надстройкой над реальной системой производственных отношений. Формируется эта надстройка существующей структурой производственных отношений, а через нее — уровнем развития производительных сил, то есть в конечном счете потребителями общества. Но мы выделим блок III из этих связей только для того, чтобы иметь возможность рассмотреть его более внимательно.

Итак, приступая к формированию «Программы «Учитель», кибернетик начал бы с того, что стал бы тщательно изучать связи системы «Учитель» с блоком производственных отношений и другими блоками системы. (Заметим еще раз, что только одно перечисление этих связей имело бы большое значение для изучения проблемы.) Затем он сделал бы попытку изучить влияние поведения людей на гомеостазис общества, постарался бы понять, где кроется опасность и каковы возможности целенаправленного воздействия на личность.

И наверное, первый вопрос, который пришел бы ему в голову, — это вопрос подготовки кадров. Научно-техническая революция здесь ставит перед ним много новых трудных, но, как мне кажется, вполне разрешимых задач.

### **ПОГОВОРИМ О ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ**

Когда-то, в 30-х годах, был очень распространен лозунг «Кадры решают все!». В этом утверждении был глубокий смысл. В период, когда происходит коренная ломка традиционного уклада жизни и быстрый рост производительных сил, решающим является качество специалиста, его культура, и прежде всего профессиональная культура. Чтобы строить новые машины, быстро внедрять эти машины в производство, запускать новые заводы, создавать новые технологии, нужны люди, знающие, смелые специалисты. Недостаток не только талантливых, но и грамотных людей нельзя компен-

сировать никакими экономическими мероприятиями. Можно иметь сверхпроизводительные станки, но, если нет грамотных людей, они все равно не будут использоваться по назначению. Вот почему лозунг, который выдвинула наша партия в годы первых пятилеток, был тогда так актуален.

Лозунг «Кадры решают все!» появился в те времена, когда страна начала интенсивно развивать промышленную базу, переводить на колхозные рельсы сельское хозяйство, создавать не только новые технологии, но и новые производства. По существу, в те годы Советский Союз переживал техническую революцию. Почему я об этом вспомнил теперь?

Потому что сегодня, через пятьдесят лет, мы также живем в период новой технической революции, только более глубокой и более трудной для понимания.

В период первых пятилеток ситуация казалась достаточно очевидной, необходимо было за короткий срок преодолеть вековую отсталость России и создать промышленный потенциал по существующим образцам. И образцы были перед глазами — это потенциал развитых стран.

Теперь удовлетворительных образцов почти нет. Революция состоит в том, что ежегодно, ежедневно возникают новые возможности технического совершенствования машин, новой технологии, возникают новые направления человеческой деятельности. Они рождают невиданный ранее рост общественной производительности труда. В. И. Ленин не раз подчеркивал, что победа останется за той формацией, которая в конечном итоге обеспечит более высокую производительность труда. Значит, сейчас отставание может быть столь же опасным, как и опасным могло быть отставание в создании тяжелой промышленности в предвоенные годы.

Вот почему мне казалось уместным снова обратиться к опыту нашей партии и вспомнить, что в период интенсивного технического строительства партия считала проблему обеспечения кадрами решающей для общего успеха социалистической перестройки нашей промышленности и сельского хозяйства.

Конечно, за годы Советской власти в стране создана могучая система подготовки кадров. Сегодня мы выпускаем ежегодно миллионы специалистов самой разной квалификации. И тем не менее проблема подготовки

кадров сейчас стоит отнюдь не менее остро, чем в период первых пятилеток. Этим утверждением я вовсе не хочу поставить под сомнение значение той грандиозной работы, которая проведена в стране в области образования. Но мы вступили в эпоху НТР, эпоху такого быстрого наращивания технического и научного потенциала, такой быстрой смены технологий и научно-технических концепций, которая выдвигает совсем новые требования перед специалистами.

Естественно, что такое громадное дело, как обеспечение специалистами народного хозяйства СССР, требует известной канонизации и стандартизации. И эти стандарты созданы. Специалист, получивший диплом инженера-металлурга в Сибири, на Украине или на Кавказе, конечно, должен обладать некоторым общим, стандартным набором знаний. Здесь дискуссий быть не может. Но НТР рождает потребность в специалистах, которых раньше вообще не было, и здесь привычные способы решения задачи подготовки кадров могут легко давать сбой.

Классический пример — история с подготовкой специалистов по использованию ЭВМ.

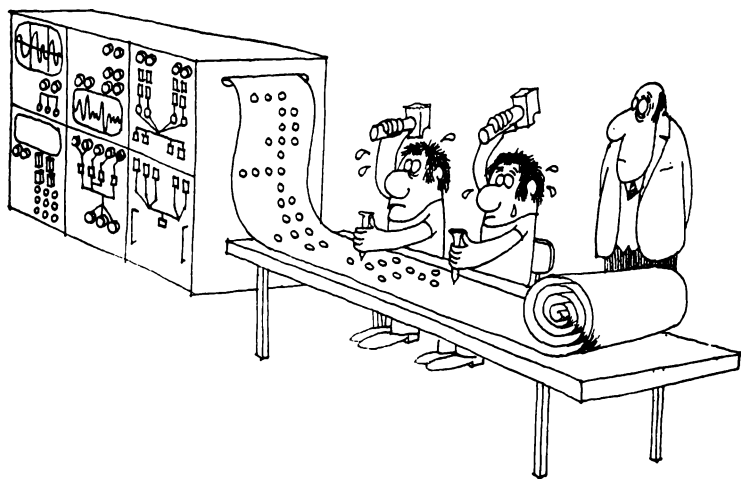
Около 20 лет назад Министерство высшего образования утвердило учебные планы специальностей № 646 и № 647, и все вузы страны, которым была поручена подготовка специалистов по использованию ЭВМ, должны были начать работу по новым единым стандартам. А жизнь оказалась гораздо сложнее тех стандартов, которые выработали администраторы. Оказывается, для правильного использования вычислительной техники нужны не две, а очень много разных специальностей. И на это обращалось внимание еще в 60-е годы. (Автор этой книги был в числе тех, кто активно возражал против введения той системы факультетов прикладной математики, которая сейчас возникла.)

Прежде всего оказалось, что хорошего программиста можно подготовить за 3 года, может быть — за 3,5 и не было никакой необходимости учить его 5 лет. Этот 5-летний курс обучения не просто потеря государственных средств и времени; у многих из окончивших 5-летний курс университета рождается ощущение неиспользованных возможностей. После курсов и семинаров, ориентированных на самостоятельную творческую деятельность в области математики, молодой специалист попадает в проектный институт и начинает программиста

ровать более или менее стандартные задачи. И так всю жизнь!

Надо на все смотреть без иллюзий и ханжества. Лишь ничтожный процент одаренных становятся настоящими «открывателями в математике». Большинство же обречено всю жизнь заниматься более или менее стандартными вещами. Как и в любой другой «обычной» специальности, с появлением ЭВМ математика стала «обычной» массовой специальностью. Значит, студентов надо настраивать на это! И прежде всего — я в этом глубоко убежден — необходимо значительно сократить сроки обучения, но, конечно, не в ущерб узкопрофессиональной подготовке. Человек, который проведет 3,5 года на факультете прикладной математики университета, должен получать полноценный университетский диплом. Здесь не должно быть никакой дискриминации. Опыт западных стран, и прежде всего США, показывает целесообразность такого подхода. Давая большую экономию средств, он создает одновременно правильную психологическую ориентацию у будущих специалистов.

Программисты, специалисты по математическому обеспечению ЭВМ, — это большой, но отнюдь не единственный отряд пользователей вычислительных машин. ЭВМ сейчас используются для исследований в различных областях физики, биологии, медицины. В последние годы все большее распространение получают междисциплинарные исследования, создаются большие имми-



тационные системы, с помощью которых автоматизируют проектирование самолетов и кораблей, планируют развитие регионов и т. д.

Специалисты, которые способны вести подобные исследования, уже совсем не программисты. Нет слов, они должны обладать «машинным профессионализмом», ЭВМ для них — это не тайна за семью печатями, а привычный инструмент исследования. Но одновременно они должны быть физиками, биологами, медиками и т. д. Правда, эти люди не заменяют ни физиков, ни биологов, ни медиков, но они и не просто программисты, перекладывающие на язык машины чужие алгоритмы и схемы. Они равноправные участники работы — партнеры, а не помощники. Только в этом случае, как показывает опыт, работа будет спориться. Значит, надо уметь готовить именно таких специалистов, и очень и очень разных, а не просто специалистов по специальностям № 646 и № 647!

Восемнадцать лет назад мы начали готовить подобных специалистов в Московском физико-техническом институте. И это, пожалуй, единственный вуз, где готовят «системщиков», способных вести междисциплинарные исследования. Но ни один университет, к сожалению, нашим опытом не воспользовался. А потребность в подобных кадрах очень велика, и, конечно, МФТИ не может ее удовлетворить в одиночестве. И вот начинается переучивание, доучивание, натаскивание. Во что это обходится государству!

Я рассказал о подготовке специалистов в области использования ЭВМ только в качестве примера. Похожая ситуация может возникнуть во всех тех областях, где техника развивается быстро и непрерывно происходит смена технологий. Традиционный опыт аппарата Министерства высшего образования здесь явно недостаточен.

Дело усугубляется еще одним обстоятельством. Мы, старые и, позвольте сказать, опытные педагоги высшей школы, часто сами не владеем теми навыками, которые будут необходимы нашим питомцам через 10—15 лет. И даже не всегда можем сказать, какие знания им потребуются. И тем не менее мы обязаны учить наших студентов. Значит, мы их должны учить так, чтобы им было легко в будущем приобретать новые знания самостоятельно.

Я учился в Московском университете в довоенные

годы. Моим учителем, у которого я несколько лет работал в семинаре, был замечательный математик и педагог, член-корреспондент Академии наук СССР Дмитрий Евгеньевич Меньшов — специалист в области теории функций действительного переменного. После окончания МГУ я никогда больше не занимался теорией функций. Но главное, что мне оказалось нужным в будущем, я все-таки получил от Д. Меньшова.

Прежде всего я научился читать серьезные научные работы.

Во-вторых, со студенческой скамьи я усвоил горькую истину, что ничего не дается даром. Даже мизерный научный успех — это гора работы и отказ от многого, что кажется таким желанным в молодости.

Однажды, читая книгу академика Н. Лузина, я встретил фразу, которая после слов «совершенно очевидно, что...» содержала утверждение, которое мне было совершенно непонятно. Я обратился к Д. Меньшову. Он долго размышлял над фразой, а потом сказал примерно следующее: «Наверное, Николаю Николаевичу пришлось исписать рулон бумаги, чтобы получить этот результат. Но извлечь этот рулон из мусорной корзины вам не удастся. Придется повторить вычисления». Позднее, после нескольких месяцев работы, оказалось, что совершенно очевидное утверждение не только не очевидно, но и, строго говоря, неверно. Оно требовало уточнений.

Этот урок, который я получил, оказался очень важным этапом моего воспитания. Я понял, что ошибаются и академики, что ничто нельзя брать на веру.

Вот об этом я и толкую. Чтобы быть способным легко усваивать новые идеи, должен быть определенный критицизм мышления.

И еще одно. Наука должна преподноситься студентам не как застывшая сумма знаний и рецептов, не как догма, а как набор методов, позволяющий преодолеть любые трудности, — вот что, я думаю, должно быть главным в преподавании. Этот, казалось бы, почти очевидный тезис имеет целый ряд совсем не очевидных следствий.

И первое из них — значение фундаментальных наук. Именно в фундаментальных науках создана наиболее совершенная система методов исследования и научного мышления. Знаменитый польский математик Г. Штейнхауз сказал однажды: математик все может

сделать лучше. Он имел в виду следующее. Если человек сначала получит фундаментальное математическое образование, то дальше он уже освоит все остальное гораздо легче, чем тот, кто не имеет базы математических знаний. Я думаю, что профессор Г. Штейнхауз почти прав. Только к математике надо добавить еще физику. Я работаю на физтехе уже более 30 лет, и все эти годы девизом нашим является формула: «математика + физика!»

Но, сказав А, надо говорить и Б. Фундаментальные науки также следует преподносить не в форме суммы знаний, надо показывать «душу науки» — логику ее развития. Понимание логики развития науки позволяет больше чем что-либо другое развивать науку.

Если речь идет о математике, то особых трудностей этот тезис не вызывает. Математика обычно так и преподается. Только ее преподавание необходимо модернизировать в соответствии с новыми задачами. Эта операция, как показывает опыт нашего факультета (автор в течение многих лет был деканом факультета управления и прикладной математики МФТИ), почти безболезненна. Одновременно с «непрерывной математикой» Ньютона — Лейбница — Эйлера мы начинаем читать логику, современную алгебру и другие разделы математики, необходимые будущему «машиннику». В домашних заданиях переплетаются классические вопросы анализа и «вычислительные методы». Благодаря этому наши студенты воспринимают математику как единое целое.

С физикой дело сложнее. Физику традиционно читают как набор фактов. Отдельные ее главы, как правило, читаются разными лекторами, и эти главы обычно плохо связаны между собой. Построить «единый курс физики» — курс как систему моделей — нам еще предстоит.

Объявив приоритет фундаментальных наук, мы неизбежно ущемляем науки специальные и делаем это сознательно. Напомню, уважаемый читатель, что речь идет о подготовке специалистов в тех областях, где уровень знаний быстро прогрессирует: сегодняшняя новинка завтра становится архаикой. Стоит ли перегружать студентов информацией, которая, может быть, через 10 лет окажется ненужной?

В новых развивающихся областях часто появляется много новых научных дисциплин. «Теория систем» (или

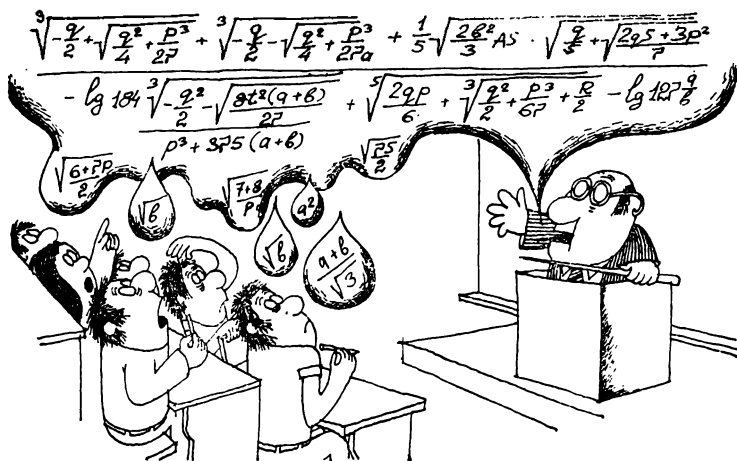


даже «Общая теория систем») и еще много других «теорий» часто носят спекулятивный характер. Всем этим вряд ли стоит увлекаться на факультетах, готовящих специалистов, которые будут работать в быстро развивающихся областях.

На примере подготовки специалистов в области использования ЭВМ я попытался объяснить трудности в планировании и организации подготовки кадров в областях, рожденных НТР. Читатель уже, наверное, понял, что автору очень хочется сказать: нужно качественно изменить некоторые традиционные приемы управления высшим образованием.

Прежде всего я считаю, что необходимы экспериментальные кафедры, факультеты, вузы. Опыт МФТИ, на который я уже не раз ссылался, полностью подтверждает эту мысль.

Далее, за конкретное содержание ряда специальностей ответственность следует возложить на определенные вузы, которые можно назвать головными. Я уверен, что появление головных вузов, факультетов, кафедр будет очень полезно для всей системы высшего образования. Методическое руководство должно быть прерогативой самих ученых и преподавателей. Именно они и должны быть ответственны за создание новых, модернизацию старых программ и учебных планов. У министерства достаточно своих забот — определение пер-



спектив развития образования, финансы, планы набора, распределение, контроль за качеством выпускаемых специалистов и т. д. и т. п.

Говоря о «Программе «Учитель», я хотел бы обратить внимание на то, что целый ряд вопросов лежит на поверхности. Ими можно начинать заниматься сегодня, не дожидаясь разработки общей концепции. Подготовка специалистов по новым направлениям науки и техники и относится к числу подобных проблем. К ним относится также и проблема связи науки и образования — исследований и обучения.

### **ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА — ЕДИНСТВО ИЛИ ПРОТИВОПОЛОЖНОСТЬ?**

В нашей стране сложилась вполне определенная система, где расположились вузы отдельно, НИИ — отдельно. Исследованиями заняты преимущественно отраслевые и академические институты, обучением — высшие учебные заведения. Хорошо это или плохо?

Ответить однозначно нельзя. В свое время не только обучение, но и основные исследования проводились в стенах высших учебных заведений. Эта традиция до сих пор очень сильна на Западе. Но в последние 30—40 лет там тоже возникло много исследовательских организаций, не связанных непосредственно с вузами. Их создают крупные корпорации и государство. Возникают и коммерческие исследовательские центры. В этом есть определенный резон. И первым, кто начал создавать такую систему специальных НИИ, был Советский Союз. На заре Советской власти по инициативе Н. Жуковского был создан знаменитый ЦАГИ — сердце советской авиационной промышленности и науки. Созданы были и другие исследовательские центры, обеспечившие прогресс отечественной промышленности.

Однако в той системе, которая у нас сложилась, не одни плюсы. Обратим внимание на тот факт, что значительнейшая часть лиц, имеющих ученые степени и звания, работают в вузах, а основные исследования делаются вне вузов. И еще одна тенденция — наиболее талантливые молодые ученые стремятся из вуза в НИИ, и все меньший и меньший процент крупных исследователей, проектировщиков занимаются преподаванием. Студента, которому предстоит заниматься исследованиями, как правило, учит не исследователь, а «штатный

преподаватель». Значит, в результате сложившейся системы студентов учат «не самые лучшие».

Эти обстоятельства, тревожные сами по себе, превращаются в реальную опасность, когда речь заходит о подготовке кадров по «горячим» направлениям, рожденным научно-технической революцией.

Если преподаватель начертательной геометрии или сопромата не ведет интенсивной научной работы, то беды от этого большой не будет. Уже по меньшей мере сто лет назад эти нужные инженеру знания вполне канонизировались. Но вот если дипломной работой специалиста по лазерной технике или автоматизированной системе проектирования самолета руководит человек, сам непосредственно не участвующий в подобной деятельности, то это по-настоящему опасно.

В предыдущем разделе я подробно говорил о необходимости предвидеть пути развития науки. Преподавание должно легко адаптироваться к новым тенденциям. Но это можно сделать лишь тогда, когда учит студента человек, который сам находится на переднем крае науки. НТР требует тесной связи науки и преподавания; но между ними возникли барьеры! Как их преодолеть?

Об этом уже много писалось. Я уверен, что сегодня та схема, которая принята в МФТИ, является вполне удовлетворительным решением вопроса в рамках сложившейся системы разделения науки и образования. Смысл нашей физтеховской схемы очень прост. Существует определенное количество базовых НИИ, которые отвечают за подготовку специалиста так же, как и сам МФТИ. Начиная с третьего курса, студенты проводят часть своего времени в этих базовых НИИ — от 3 до 5 дней в неделю. В исследовательских институтах им читают лекции по специальным дисциплинам, они работают в лабораториях, тех самых лабораториях, где создается наука и техника завтрашнего дня, они участвуют в плановых работах НИИ.

Исследовательским институтам это очень выгодно. Они имеют не только дополнительный научный персонал: им дано право первоочередного отбора специалистов. Базовые НИИ получают не только лучших выпускников физтеха, но и готовых исследователей, ибо четыре года студенты уже работали по тематике НИИ «Пусковой период» молодого специалиста, который обычно занимает около трех лет, сведен системой МФТИ к нулю.

Говорят, что наша система очень дорога. С точки зрения финансового управления Министерства высшего образования — безусловно. Дело в том, что наша система ориентирована на индивидуальную подготовку студента и, значит, требует большего количества преподавателей, чем обычная поточная подготовка. Один из работников министерства мне сказал, что за те деньги, которые тратятся на одного физтеховца, можно было бы в энском университете подготовить трех прикладных математиков.

Я не знаю, каких математиков там готовят. Я знаю только, что в энском университете нет никакой машинной базы и он полностью оторван от всяких исследований в этой области. И может быть, подготовив одного физтеховца, мы оказали услугу государству хотя бы тем, что энский университет не подготовил трех прикладных математиков.

Я думаю, что в подобных финансовых расчетах надо рассуждать по-иному. Можно подсчитать, во что обходится «пусковой период» молодого специалиста, обученного не тому, что нужно для работы в НИИ, и не так, как это нужно. И вычесть эту сумму из тех денег, которые тратятся на физтеховца. Вот тогда-то мы и получим те реальные рубли, которые на него тратятся. И они будут совсем другие, чем те, которые насчитали в финансовом управлении министерства.

Но физтеховская схема не единственная и, я думаю, не универсальная альтернатива. Существует система контрактов (хозяйственных договоров) с промышленностью. Она дает возможность привлекать студентов и преподавателей к активной исследовательской или проектной деятельности. За эту работу заказчик платит вузу деньги, в том числе и заработную плату. Но вот трудность — эта заработная плата строго лимитирована. Каждый вуз имеет право взять объем работы на сумму, не превышающую некоторого предела. А сейчас появилась тенденция и этот предел уменьшить.

Существует много причин, заставляющих это делать. Но давайте задумаемся в политэкономический смысл подобных акций. Ведь они означают сознательное уменьшение общественной производительности труда. Я уж не говорю о том, что студенты и преподаватели лишаются возможности приобщаться к исследованиям.

Конечно, можно понять и аргументы, которые выдвигают

гают финансовые работники, ограничивая работы по хозяйственным договорам. Такая работа по контрактам увеличивает реальную зарплату, которую получают преподаватели. Но ведь отказ от нее означает уменьшение количества труда, производимого гражданами нашей страны. Надо, по-видимому, искать способы товарной компенсации этой дополнительной зарплаты, а не уменьшать в административном порядке объем общественно полезного труда!

Замечу, что на Западе система контрактов очень распространена. Она-то и является тем основным средством, которое позволяет преподавателям оставаться на уровне современных знаний и приобщать к исследовательской деятельности будущих специалистов со студенческих лет. А то, что успешное выполнение контракта гарантирует преподавателю зарплату, значительно превосходящую обычное университетское жалование, никого не волнует. Было бы дело!

Собственно, такая же ситуация складывается и с совместительством. Об этом тоже много говорилось в нашей печати. И опять те, кто возражает против совместительства, почему-то прежде всего беспокоятся о том, что известная часть специалистов будет получать большую зарплату. И даже подсчитывают дополнительные затраты. Но я думаю, что расчеты, которые обычно приводятся, не выдерживают никакой критики. Ведь сейчас мы должны иметь двойной комплект квалифицированных научных работников, один — в вузах, а другой — в НИИ! Какой стране это под силу?

И не только это. Почти во всех столицах союзных республик и других городах, где мало НИИ, профессора заведуют отделами НИИ, а ассистенты вместо них читают лекции.

Такова реальность, и ее надо учитывать, прежде чем начинать считать. Да и считать надо по-другому. Заметим только, что ставки профессора и шофера автобуса примерно одинаковы. И совсем немного потребовалось бы шоферских ставок для того, чтобы квалифицированные специалисты, работающие в исследовательских и проектных институтах, снова стали учить студентов.

Требование единства исследований и обучения — это настоятельное требование НТР!

Я думаю, что комплекс вопросов, которые мы здесь

обсуждаем, не под силу решать Министерству высшего образования. И не потому, что министерство хорошо или плохо работает. Здесь, как мне кажется, все обстоит сложнее. В структуре, реализующей подготовку кадров, практически отсутствует обратная связь. В самом деле, система подготовки кадров готовит специалистов, а используют их другие системы: народное хозяйство, администрация, наука и т. д. И должны пройти годы, прежде чем станет возможно оценить качество этих специалистов. А что значит в этой ситуации слово «качество»? Что такое здесь хорошо и что такое плохо?

Мне кажется, что подход к оценке может быть только один: насколько специалист способен удовлетворить требования общества к упрочению своего гомеостаза. А это выясняется отнюдь не сразу! Не случайно авторитет, репутация, престиж высшего учебного заведения, научной школы или кафедры создается десятилетиями.

Поэтому, встречая те или иные трудности, управленческий аппарат министерства может легко поддаться соблазну «сделать попроще». И он мирится с тем, что основные лекции читают ассистенты, хотя рядом в том же городе работают квалифицированные профессора. Ему это сделать легче, чем входить в тяжелые и длительные дискуссии с Министерством финансов о прибавке «шоферских ставок». Но что из этого получается, становится ясно лишь через несколько лет, когда выпускники приступают к практической работе.

Мне кажется, что здесь необходимы надведомственные экспертизы — постоянно действующие коллегии, группы советчиков, подчиняющиеся только высшим органам власти. Решение этих коллегий должно иметь после их утверждения силу закона. Другого пути, я думаю, просто нет.

Эти коллегии и должны, вероятно, быть основными органами, формирующими программу подготовки кадров и обеспечивающими ее межведомственный характер.

Я не хотел бы вдаваться в дальнейшие подробности. Свою задачу я видел в том, чтобы показать, какие новые проблемы выдвигает НТР в области подготовки кадров, и высказать уверенность, что при определенном изменении существующих процедур принятия решений

эти проблемы могут быть решены. Настоящих препятствий здесь нет!

Значительно сложнее обстоит дело с общим образованием и прежде всего с проблемой средней школы.

## А ТЕПЕРЬ ПОГОВОРИМ О ШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Перед вузом — школа. И именно здесь закладывается фундамент будущего профессионализма. Средняя школа, состояние вопроса школьной молодежи волнует нас, преподавателей высшей школы, ничуть не меньше, чем наше «собственное» дело. Научно-техническая революция затронула школьные проблемы ничуть не меньше, чем вузовские. Они должны занять в «Программе «Учитель» важнейшее место.

Я их много обсуждал и с профессорами университетов, с врачами, педагогами столичных школ и школ, затерянных в лесах Бурятии или Якутии. Ежегодно в течение многих лет я участвую в беседах с молодыми людьми, желающими поступить в наш институт, с их родителями. С экзаменаторами мы подробно обсуждаем все трудные ситуации конкурсных экзаменов, стараемся понять причины многих неудач.

Разрыв между уровнями школьной подготовки и нашими требованиями, к сожалению, не сокращается. Как следствие развивается институт репетиторства. И не только чисто учебная подготовка студентов вызывает наше беспокойство. Нас тревожит также моральная, общеобразовательная, если угодно, культурная неподготовленность многих наших юношей и девушек к тому пути, на который они собираются ступить.

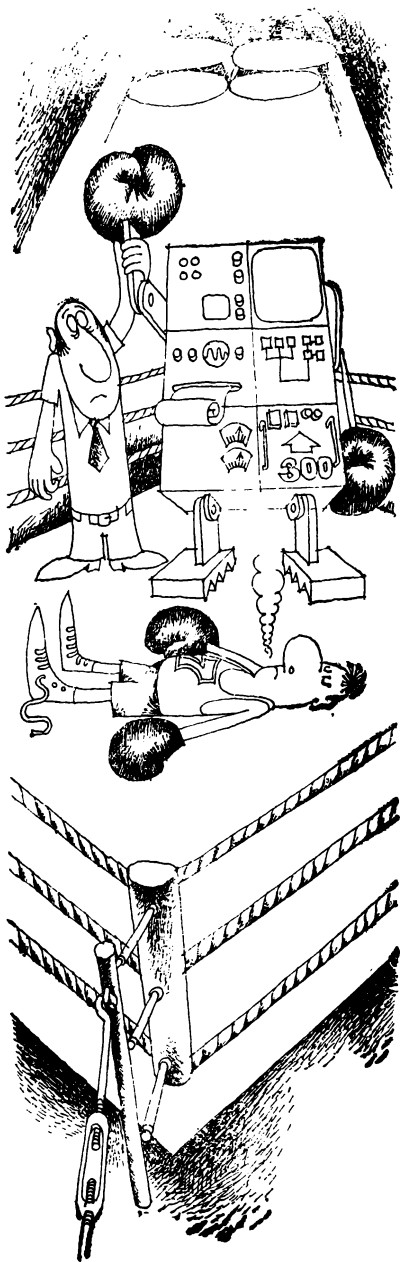
Я вижу, что ощущение неудовлетворенности и озабоченности состоянием дел с молодежью — это не только наше личное ощущение. Оно охватило довольно широкие круги общественности и рождает многочисленные дискуссии. Люди хотят понять причины трудностей и найти способы их преодоления. Одним словом, обсуждают все ту же «Программу «Учитель».

Вполне закономерно, что проблемами молодежи сегодня заняты прежде всего промышленно развитые страны. Социологам предстоит еще многое понять и выяснить в этом феномене. Но бесспорно одно. Одна из причин, рождающих проблемы молодежи, — быстрое изменение стандартов жизни, которому противоречит консерватизм воспитательных и учебных традиций.

Сегодня эта проблема наряду с инфляцией и энергетическим кризисом занимает одно из ведущих мест среди проблем, которые волнуют индустриальный Запад и интенсивно им обсуждаются. Высказывается много различных идей, и делаются отдельные попытки изменить характер образования и воспитания в школе. Но я думаю, что эта проблема под силу только социалистическим странам с их огромной потенциальной возможностью организации целенаправленных усилий; ибо для ее решения нужны не отдельные случайные мероприятия, а широкая всенародная программа.

Чтобы начать над ней работать, требуется прежде всего признать необходимость создания такой программы, признать факт существования проблемы, привлечь к ней широкое внимание.

Я убежден в том, что «Программа «Учитель» должна стать центральной программой нашей сегодняшней жизни. Это основная программа, обеспечивающая возможность дальнейшего развития общества в условиях НТР. Конечно, этот тезис дискуссионный, но я уверен, что пришло время





снова вспомнить лозунг 30-х годов «Кадры решают все!» и переделать его на современный лад: «Система «Учитель» решает все!»

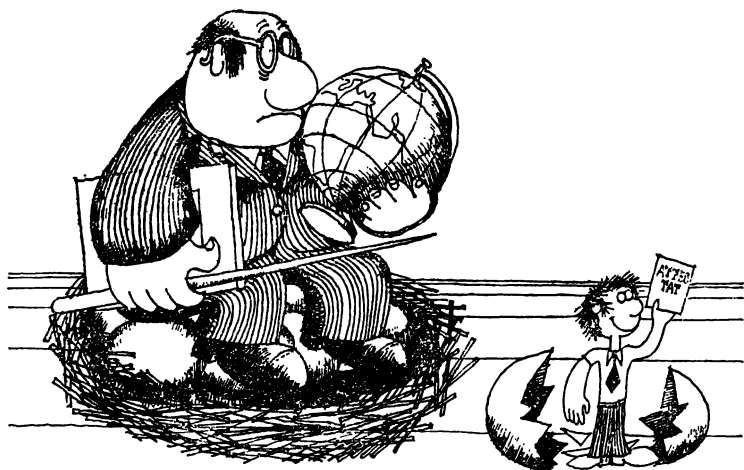
И тогда следующим шагом должна стать, по моему мнению, всеобъемлющая научная подпрограмма научных исследований в области системы «Учитель».

Я прошу, читатель, извинить меня. Может показаться, что я без конца повторяюсь! Вы ждете конкретных советов человека, который несколько десятков лет занимается воспитанием и обучением молодежи, а я заладил одно и то же — необходимы научные исследования. И я все же хочу оправдаться.

Прежде всего проблема «Учитель» действительно сложна, и НТР еще больше усложняет ее, и об этом я тоже говорил. Но есть еще один аргумент. Сегодня в сфере обучения и воспитания работает огромная армия людей. Выработаны многочисленные концепции, возникли традиции, в которых много ценного. Накоплен богатейший опыт. И в то же время видно, сколь многого этот опыт не учитывает, насколько традиционное мышление не подготовлено ко многим новым проблемам, порождаемым НТР. И находятся горячие головы, готовые снова начать коренную ломку всей системы.

Автор этой книги относится к поколению людей, которые пошли в школу в начале 20-х годов. Тогда происходила полная ломка основ преподавания. Педология, Дальтон-план, бригадный метод и т. д. — вся система обучения полетела кувырком. В результате — да поверит мне читатель — за все школьные годы я не написал ни одного диктанта и никогда, поверьте, никогда не сдавал экзамена по своему родному русскому языку! Зато за всю бригаду я сдавал физкультуру и математику. И мой пример не единичный случай. Через подобные эксперименты прошло целое поколение людей.

Я стою совсем на других позициях. Мыслить можно и нужно сколь угодно свободно, никакие ограничения не должны сковывать мысль. Но когда дело касается действий — здесь необходим определенный консерватизм; здесь нельзя забывать старую русскую поговорку — семь раз отмерь и один раз отрежь! И наука, строгий научный анализ — единственный гарант против скороспелых решений (и против традиционной ограниченности одновременно!). Вот почему надо сначала ра-



зобратся в вопросе средней школы, вот почему нужна научная «Программа «Учитель»!

Но даже сейчас, пока еще нет программы, целый ряд мероприятий достаточно очевиден. И первое из них — необходимо поднять престиж профессии учителя! И делать это надо немедленно.

Встречи с абитуриентами и без социологических опросов показывают, «кто есть кто». Жизнь, те механизмы, которые сложились в обществе, сами ранжируют профессии, создают определенную установку молодежи; да и научно-техническая революция делает свое дело. Атомная энергия, покорение космоса, физика, математика, химия и, наконец, биология — вот сияющие дали, манящие молодежь! Ну а проблема воспитания, педагогика?

Эти специальности уже давно перестали быть престижными. Сиюминутные нужды выдвигают все новые и новые профессии, а учитель постепенно отходит в тень. Вместе с престижем падает его квалификация, талант, культура. Школьный учитель — разве всегда это носитель интеллигентности и образованности? Разве профессия школьного учителя привлекает сейчас наиболее умных и талантливых?

Школьный учитель всей жизнью поставлен в такие условия, что ему подчас очень трудно выполнять свою высокую просветительскую миссию. Он прежде всего

труженик, он белка в колесе огромной машины, которая регламентирует его каждый шаг, и нередко запрещает ставить двойки, и требует от него канцелярского благополучия. О каком престиже профессии в этих условиях может идти речь?

Престиж профессии — это прежде всего та атмосфера, которая создана вокруг нее. Декларация ее значимости — это, конечно, уже очень много. Но должна быть еще обеспечена свобода поиска, возможность творческих исканий! Только тогда можно надеяться привлечь к этой профессии симпатии и интересы молодежи. А о какой свободе поиска можно говорить, если учитель скован огромным объемом строго регламентированной деятельности?

И поневоле возникает ситуация, когда человек с творческой жилкой не только не стремится в школу, но оказывается и ненужным школе. Оригинальность его питомцев, их попытки самостоятельного мышления воспринимаются подчас как дополнительная обуза, а любое отступление от трафарета вызывает досаду.

Много лет назад, когда моя дочурка начинала осваивать элементы алгебры, я застал ее в слезах: у нее что-то не клеилось с уроками. Оказалось, она не могла понять рецепта решения некоторых задач, который им продиктовала учительница. Честно говоря, я тоже его не понял. Подробная инструкция занимала целую страницу: первый шаг, второй шаг и т. д. Но сама задачка была очень простенькая.

Я сказал дочери: «Не печалься, и без рецепта мы все решим. Это ты знаешь?» — «Да!» — «А это?» — «Тоже знаю!..» — «Ну а уж отсюда сразу следует ответ...» Маленький приступ восторга — и начинающий алгебраист станцевал от радости на одной ножке. А на следующий день снова слезы. Дочурку вызвали к доске и заставили решать похожую задачу. Помня вчерашнюю беседу, она быстро справилась с ней. Реакция учительницы была однозначна: «Что это еще за отсебятина? Зря я вам вчера битый час втолковывала!» Нужны ли комментарии! Разве можно в век НТР мириться с подобной схоластикой?

Еще более удручающий пример канцеляризма связан с одним эпизодом моей педагогической деятельности. В начале 50-х годов я некоторое время заведовал

кафедрой в университете в Ростове-на-Дону. По своей инициативе мы устроили городской семинар учителей физики и математики и в течение нескольких дней рассказывали им о новых технических достижениях, научных открытиях, о перспективных исследованиях и т. д. Потом устроили обсуждение, так как нам важно было понять, насколько наши лекции были новы и интересны слушателям, стоит ли организовывать подобные семинары в будущем.

Сначала шло все хорошо. Нас благодарили за инициативу и труд, высказывали пожелания. Но вдруг методистка одного из районов города, зло поджав губы и указывая на меня пальцем — я сидел в президиуме и вел собрание, — начала говорить примерно так: «Теперь понятно, откуда у них это все берется, если вот даже он пишет синус с большой буквы!» Я не утрирую. Все было именно так. Оказывается, выписывая на доске формулы, я нарушил какие-то инструкции. Затем выступили еще несколько человек, может быть, уже в более примирительном тоне, но говорили: «Вы уж учите их — тех, которые после окончания пойдут в школу, — как следует, пожалуйста! А то приходит выпускник университета, а его переучивать приходится! Очень уж они о себе много думают, ваши из университета». «Они все у вас почемучки», — сказал один из директоров школы. Так и сказал — «почемучки».

И он прав, ибо мы действительно старались готовить из студента человека, который умел бы задавать вопросы, который нуждался бы в логическом обосновании любого действия, любого тезиса. А это, оказывается, далеко не всегда любят в школе.

Вот здесь и кроется реальная опасность. Прогресс человечества связан прежде всего с тем, что человек умеет не брать ничего на веру и стремится понять, почему надо делать так, а не иначе. В этом не только его сила, но и гарантия того, что он найдет проходы между подводными рифами НТР. Учитель — современный школьный учитель — стремится, к сожалению, прежде всего научить, как надо делать.

Я не хочу бросать упрека всему учительству. Я знаю прекрасные школы и прекрасных учителей. Но в среднем дух схемы, трафарета очень силен.

Вот эта коллизия между тем, как надо и почему надо, должна быть преодолена. Как же это сделать?

Это не так просто. Циркуляр здесь не поможет. Я думаю, что прежде всего необходимо изменить дух преподавания в педагогических вузах. Хорошим учителем по математике, биологии, истории и т. д. могут быть только хорошие математики, биологи, историки. Учитель должен быть интеллигентен и широко образован. Я убежден, что только хорошее знание собственного предмета плюс широкая эрудиция в гуманитарной области в сочетании с настоящим интересом к делу, подкрепленное изучением векового опыта учительства, может формировать настоящего педагога.

Поэтому изменения, перестройка учебных планов педагогических институтов, по моему глубокому убеждению, вопрос давно назревший. Я думаю, что надо начинать именно с этого.

Стоит обратить внимание и на такой факт — учителю нужна самостоятельность. Только тогда у него будут хорошие ученики. У него есть программа — перечень фактов, которым он должен обучить учеников, и надо дать ему возможность самому подумать, как он будет это делать. Методические указания должны быть, они и есть, но они только советы, а из них часто делают директивы.

В газетах много говорилось о вреде учета успеваемости, и я не буду повторять сказанное. Я присоединяюсь к тем, кто считает, что судить о силе преподавателя по оценкам, которые он ставит своим ученикам, нельзя в принципе. Я присоединяюсь к тем, кто считает, что любые попытки формальных оценок преподавателя только вредны. Учитель познается ретроспективно. Кого он выучил и как он выучил, становится ясно только с годами. И оценка учителю дается не директором школы или заведующим районо. Хороших учителей в школе обычно знают! Очень часто их знают и в округе, и родители стремятся именно к ним определять своих детей. Разве такая оценка не выше любого официального отзыва или мнения «вышестоящих»?

И наконец, последнее замечание. Престиж профессии — это и материальные блага, которые он получает за свою работу. Профессия школьного учителя значительно труднее и ответственнее, требует значительно большей общей культуры, чем многие инженерные профессии и другие престижные профессии. Но специалист, окончивший авиационный институт, наверное, получает

зарплату минимум в два раза больше, чем учитель, не говоря уже о квалифицированных рабочих специальностях. Конечно, уже многое сделано в исправление этого положения, однако это традиционное несоответствие еще существует, а сейчас, в век научно-технической революции, оно становится нелепостью! Ни одна сфера человеческой деятельности так не нуждается в талантливых, свежих умах, как школа — обычная средняя школа!

## ОДНА СТРАНИЦА СОБСТВЕННОГО ОПЫТА

Недолгая работа в школе оказала большое влияние на мою жизнь, ей я обязан многим, и мой опыт, как мне кажется, достаточно поучителен.

Мне довелось около трех лет вести занятия в школе № 7 Сокольнического района Москвы, что расположена в Скорняжном переулке прямо за бывшими Спаскими казармами. Шел конец 30-х годов. Я был тогда студентом мехмата МГУ. За несколько лет до этого я сам окончил эту хорошую школу. Она не только располагала прекрасным зданием, построенным специально для нее еще в начале века, но, главное, там подобрался великолепный, как я сейчас понимаю, педагогический коллектив. Большинство учителей были с университетским образованием. Среди них особо выделялась (или мне так казалось) учительница математики Ульяна Ивановна Логинова. Она-то мне и предложила потрудиться в школе.

Я должен был вести кружок по математике, или, как сейчас говорят, факультатив, и, кроме того, подменять всех заболевших физиков и математиков.

В школе я бывал два вечерних «полдня» в неделю и проводил весьма нестандартные занятия: рассказывал о некоторых элементах высшей математики, делал экскурс в ее историю, в которой довольно много поучительных страниц, но, главное, мы решали задачи, многие из которых я придумывал сам или брал у моих коллег. Ульяна Ивановна руководила мной тактично, неназойливо, замечания делала редко, а на занятиях кружка появлялась довольно часто. Мои питомцы успешно участвовали в математических олимпиадах и без особых трудностей поступали в наиболее престижные московские вузы.

К сожалению, скоро началась война и развела наши

дороги. После войны я пытался хоть кого-нибудь найти из моих кружковцев, но безуспешно. Может статься, что уцелел лишь я один и остался в живых во время войны, вероятно, не только благодаря счастливому стечению обстоятельств, но и потому, что занимался спортом и работал в школе. Спорт мне помог переносить подчас непреодолимые нагрузки. А вот о роли школы надо сказать подробнее.

Начал я свою фронтową службу в качестве старшего техника по вооружению эскадрильи бомбардировщиков 14-й воздушной армии на Волховском фронте. Моя команда — человек пятнадцать молодых ребят из Днепропетровска и Тулы — были отличными мастерами: токарями, слесарями, механиками. Но ни один из них даже понятия не имел о том, что такое вооружение современного самолета, а тем более как его эксплуатировать. И всему этому я их должен был научить.

Вот когда я вспомнил добрым словом мою 7-ю школу. Я не имел опыта военачальника, но у меня была практика общения с 17—18-летними ребятами, где я твердо усвоил простую истину: если хочешь сделать настоящее дело, не создавай барьеров! (Кстати, и теперь, спустя полвека, я придерживаюсь этого же принципа.) Я быстро убедился, что мои сослуживцы из Тулы и Днепропетровска — это рабочие с золотыми руками, способные все сделать и все преодолеть, им стоит лишь понять, что надо сделать и поверить в то, что именно это надо делать.

У нашей небольшой команды военная судьба была не из простых. Не все ее члены дожили до Дня Победы. Но у нас не было срывов, и свой скромный воинский долг мы выполнили с честью. И этому во многом я обязан моей работе в школе.

После войны я преподавал в вузах. Это уже совсем другой коленкор, так как, чего греха таить, работа в высшей школе легче, чем в средней. В конце 50-х годов, будучи профессором кафедры математики Московского физико-технического института, я сделал попытку снова начать заниматься со школьниками; но не тут-то было. То, что мне удавалось в 20 лет, в 40 уже перестало получаться. Казалось, и знаний больше и разного опыта. Но был утерян главный секрет — как не создавать барьеры во взаимоотношениях с учащимися. Вот почему я убежден, что с молодыми должны рабо-

тать не только опытные, но и молодые! И еще одно — Ульяна Ивановна не раз говорила: «Хорошо бы, чтобы среди учителей математики и физики было побольше мужчин». Что верно, то верно! И не случайно при обсуждении проекта ЦК КПСС «Об основных направлениях реформы общеобразовательной и профессиональной школы» эта мысль не раз высказывалась по радио, телевидению и в газетах.

Я вел факультатив (теперь уже не кружок, а факультатив!) бесплатно, так как мой интерес состоял лишь в том, чтобы отобрать хороших абитуриентов на свой факультет. И вот тогда-то я по-настоящему и оценил слова Ульяны Ивановны. Я был окружен одними математичками, и все они пытались меня учить. Но главное даже не в этом: за мой факультатив отвечала некая серьезная дама, и каждый раз, когда я приходил в школу, она спрашивала: «Вы, конечно, опять без конспекта?» Я, смущаясь, вытаскивал из кармана скомканную бумажку и говорил: «Посмотрите, какую интересную задачу я им придумал!» Но математическую даму это несколько не волновало, и она сурово произносила: «Никита Николаевич, стыдно! Вы позорите нашу школу! Что я скажу инспектору или завучу?..»

В конце концов через несколько месяцев мы расстались, к обоюдному удовольствию, и мне пришлось искать другие способы обеспечения факультета сильными абитуриентами.

А теперь давайте заглянем в будущее, ну, скажем, на полвека вперед и немного пофантазируем. Значение системы «Учитель» будет все время возрастать — это, конечно, аксиома, — и, я думаю, престиж педагога также будет расти. Наверное, эта профессия снова в значительной степени станет мужской, и мальчишки наконец-то снова начнут получать «мужское» воспитание в школе, как в былое время. Кроме того, работа учителя в школе не только станет почетной и к ней будут многие стремиться, но она будет играть роль своеобразного теста: человек, показавший себя хорошим педагогом, умеющим находить путь к молодым душам, наверняка может быть отличным руководителем; я думаю, что именно из молодых и талантливых преподавателей будут комплектоваться партийные, советские, хозяйственные руководители, а также военачальники (если



такие останутся к тому времени). Я уверен, что в грядущем коммунистическом обществе центральной фигурой будет именно УЧИТЕЛЬ. А главной задачей цивилизации сделается воспитание людей, способных обеспечивать ее развитие на оскудевающей планете.

## И НЕ ТОЛЬКО ШКОЛА

НТР так сильно изменяет стандарты нашего существования, что никакое школьное воспитание одно, само по себе, решить всех возникающих проблем не сможет. В системе «Учитель» должно найтись место и для вопросов целенаправленного воздействия на семейное и производственное воспитание, а также на многие другие стороны человеческой жизни, формирующие человека, его поведение. В качестве примера я остановлюсь только на двух проблемах, порожденных НТР, которые должны быть решены в рамках системы «Учитель».

Невиданный рост производительности труда обгоняет рост материальных потребностей человека. Чтобы быть сытым, одетым, обутым, чтоб иметь над головой крышу, человек, конечно, должен трудиться. Но количество труда, которое для этого необходимо, уменьшается с каждым десятилетием, каждым годом. У людей появляется свободное время; много свободного времени. Уже сейчас 2 дня в неделю люди освобождены от работы на производстве. А дальше свободного времени будет еще больше, что ставит перед обществом новые проблемы.

Когда-то К. Маркс писал об истинном царстве свободы, в котором изнурительный труд, необходимый для обеспечения жизни человека, не отнимает всего времени, всех сил. Мы сейчас уже приближаемся к этой эпохе. Но надо отдавать себе отчет в том, что человек должен уметь хорошо использовать свое свободное время. В противном случае это свободное время может оказаться опасным для общества и станет разрушать его стабильность, его гомеостазис. Обществу совершенно безразлично, чем люди занимаются в свое свободное время.

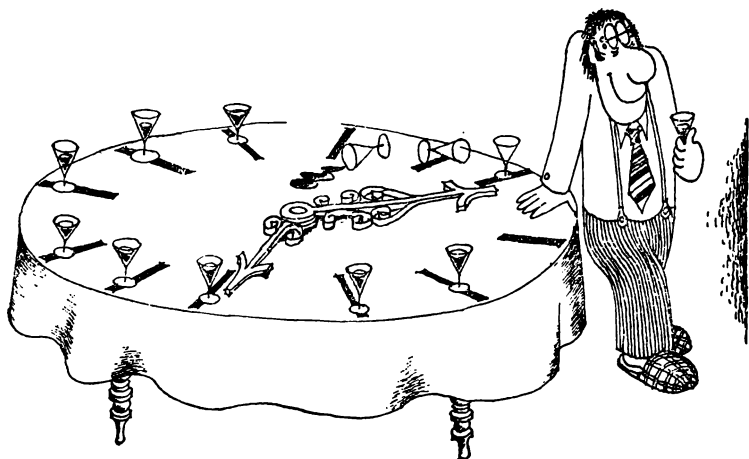
Существует много практически безвредных занятий. таких, как домино, кроссворды, шахматы... Карты, бильярд, бега уже потенциально опасны. Они будят инстинк-

ты, которые могут, если их не контролировать и не сдерживать, вредить человеческому обществу.

Я ставлю социологам этот объект дискуссий, заметив только, что я не понимаю страсти тех моралистов, которые обрушиваются на любителей «забить козла». Большой резерв свободного времени опасен не этими увлечениями. Он, как это ни печально, содействует распространению пьянства. Однажды в подмосковной электричке я слышал буквально следующее: «Ну и хорошо мы вчера с Иваном отдохнули. Каждый по пол-литра выпил». Вот так! Свободное время, отдых часто ассоциируются с возможностью выпить. Тем более что деньги на это есть!

Корни пьянства, конечно, не в свободном времени. Стремление человека использовать те или другие наркотические средства, по-видимому, определяется совокупностью различных причин — психологических, биологических, социальных. Я не знаю их и не готов их обсуждать. Только сам я глубоко убежден, что если у человека есть настоящие интересы (если они ему привиты!), если он видит перспективу использования тех сил, тех способностей, которые в нем заложены природой, то пьяницей он никогда не станет. Свободное время к этому отношения не имеет.

Но свободное время содействует распространению пьянства. Люди часто не знают, как использовать свободное время, не ведают, что значит настоящий отдых, и отождествляют его с бутылкой.



Пьянство — это громадная опасность обществу. Это не просто растраниживание ценностей, которые создаются трудом людей, это не просто огромные потери рабочего времени. Пьянство — это прямая опасность роду человеческому, это источник вредных мутаций, быстро разрушающих генетический фонд человечества, это главная причина рождения неполноценных детей. Пьянство — это источник коррупции, это ржа, которая разъедает моральные устои общества. И вместе с повышением благосостояния, с ростом производительности труда и количеством свободного времени — этими замечательными следствиями НТР — пьянство растет тоже.

Итак, неумение распорядиться своим свободным временем стимулирует один из злейших пороков человечества — пьянство. И не только пьянство.

Как правило, у людей, я имею в виду среднего человека, свободного времени практически не было. Время, не занятое работой, шло на сон и отдых, то есть на подготовку к очередной работе. И проблемы свободного времени не было. Она типичное порождение НТР.

Я думаю, что в «Программе «Учитель» проблеме свободного времени должно быть уделено достаточно большое место. Раз материальные потребности в основном удовлетворены, то наше свободное время должно помочь нам удовлетворить наши духовные потребности. Но духовные потребности — это не потребность в пище. Они не появляются просто так, вместе с рождением человека: это продукт длительного воспитания. Человеку должно быть интересно жить в эти свободные дни. И не просто интересно: его деятельность — я подчеркиваю, деятельность — в эти свободные дни должна содействовать развитию общества и совершенствованию отдельных индивидуумов. Как это сделать?

Здесь нет единой панацеи. Решение требует комплекса мероприятий, затрагивающих самые начальные стадии воспитания. Это и спорт, и книги, и активное творчество, и любая другая внешкольная деятельность. Это и привычка к интересным разговорам, и, может быть, труд (но не во имя существования, хотя за него, может быть, и будут платить деньги), но труд интересный, и многое другое.

Реализация мероприятий, которые для всего этого нужны, потребует больших усилий и капиталовложений.

Но одних капиталовложений мало. Необходимо правильно воспитать армию тех, кто будет реализовывать эту внешкольную программу.

Я думаю, что в основе всех внешкольных мероприятий должно лежать воспитание инициативы детей, всемерное воспитание самостоятельности, уважения к человеку, даже если он совсем маленький!

Сколько хороших начинаний погибало из-за неумения их организовать, из-за канцелярской регламентации, из-за боязни выпустить инициативу молодежи из-под контроля. И наоборот, какой воспитательный эффект давало право быть самостоятельными! И этот эффект перекрывал все возможные при этом ошибки.

Вот одно наблюдение, которое мне кажется важным.

По своему служебному долгу мне приходилось вникать в деятельность наших студенческих стройотрядов. Я горячий сторонник этих мероприятий, хотя и знаю, сколько в этих отрядах бывает ЧП. И не потому, что эти стройотряды делают много полезной работы. Главное я вижу в другом: в их огромной воспитательной роли. Я вижу, как благотворно действует на молодежь эта самая самостоятельность, как из маминых сынков вырастают работяги. Ханжи часто шипят — они, мол, там деньги зашибают! Верно, они там зарабатывают деньги, и немалые. Но это-то как раз и хорошо. Ведь деньги они получают за работу, за полезную работу. Они приучаются работать и быть предприимчивыми в работе. А нам ох как не хватает этого качества — предприимчивости!

И еще одно — я вижу, как благотворно действует на юношество ощущение своей полезности, общественной полезности. Он сам, понимаете, сам построил дом!

И всяческие трудовые самостоятельные действия молодежи надо всемерно поощрять. Поддерживать рождение и развитие всех этих студенческих НИИ и КБ. И не понимают те, кто с ними борется, что одновременно они борются против труда юноши, труда по его собственной инициативе, труда, ему интересного, к которому душа стремится. И чем дальше будет развиваться НТР, чем больше у людей будет свободного времени, тем больше они будут нуждаться в самостоятельном, нерегламентированном труде. Ну а деньги?

Пока что в нашем обществе за труд платят деньги. И я не понимаю, почему некоторые боятся платить деньги за труд, за общественно полезный труд! Говорят, что в каноны, какие-то, кем-то придуманные, не влезает эта работа! Верно, не влезает. Так давайте изменим каноны. Это же ведь на благо обществу! Я завел разговор о пьянстве, а вышел на проблемы, куда более широкие. Такова логика жизни. Она связывает все воедино.

Вторая проблема, порожденная НТР, на которую мне хотелось бы обратить внимание читателя, — это воспитание правильного, бережного отношения к природе. Вопрос, мне кажется, совершенно ясный. Варварское отношение к природе всегда считалось преступлением. Но сейчас это уже грозная опасность — опасность для всего человеческого рода.

Мощь человечества такова, что любое непродуманное действие, любая небрежность наносят природе незаживающие раны. Даже если все те четыре миллиарда людей, живущих на планете, начнут еженедельно топтать траву, рубить ели для новогодних елок и разводить костры, как это делают Homo sapiens'ы, именующие себя туристами, то за несколько десятилетий они затопчут всю планету и превратят ее в пустыню.

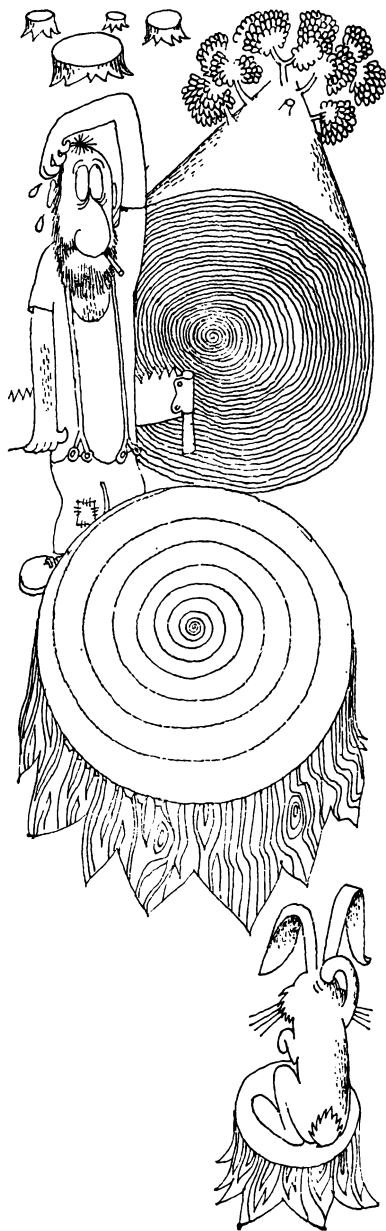
Люди сегодня должны знать, как обращаться с природой. Поэтому природоведческий аспект воспитания и обучения делается одним из важнейших элементов «Программы «Учитель». И не сусальное ханжеское воспитание типа дореволюционных дамских книжек — Ах, зайчик! Ах, белочка! Ах, елочка! — должно быть привито нашим людям, а рачительное, умное отношение к природе, ясное понимание опасностей, которые нам грозят, если мы не будем заботиться о будущем.

И еще одно необходимое условие. Чисто рационального отношения к природе мало. Общение с природой должно доставлять радость, служить источником вдохновения, отдыхом. Необходимо воспитывать эстетическое отношение к природе.

Я думаю, что человек, воспитанный на подобных принципах, будет совершенно по-иному относиться к необходимости вмешиваться в природные процессы. Вместо того чтобы стремиться, несмотря ни на что, осушить побольше болот, уничтожая замечательные угол-

ки Белоруссии, или гордиться разрезом, который проникает в глубину Земли на сотни метров и нарушает естественный гидрологический режим, он постарается решать свои обязательные инженерные задачи так, чтобы как можно меньше влиять на сложившийся ход вещей. А отправляясь в туристский поход, он не будет разбрасывать консервные банки и делать вокруг своего лагеря пустыню.

Дорогой читатель, на этом я хочу закончить обсуждение того, что относится к системе «Учитель». Мне хотелось рассказать о том, что судьба человечества как вида, сохранение собственного гомеостазиса потребует от людей действительно всесторонних усилий.



**IV**  
глава

**Человек,  
окружающая  
среда  
и НТР**

В двух предыдущих главах мы говорили главным образом о программах национального масштаба. Однако наша эпоха — эпоха научно-технической революции — настоятельно требует формирования и реализации также и ряда международных программ.

Развитие производительных сил и рост населения земного шара в послевоенные годы резко ускорились. Эти факты, вызванные научно-технической революцией, имеют многочисленные последствия, существенно меняющие условия обитания человека на Земле, его традиционное представление не только о технической, но и о социальной и духовной эволюции общества. Среди проблем, вызывающих тревогу и пристальное внимание общественности, особое место занимают вопросы влияния человека на биосферу — проблема оскудения природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, предельные возможности повышения продуктивности естественных ценозов и т. д. И для решения этих проблем уже одних национальных программ наверняка недостаточно.

Мы все живем на одной Земле, и взаимное влияние стран друг на друга гораздо сильнее, чем это думают многие. Мы используем кислород из одного и того же воздуха. Углекислота, которая выбрасывается в воздух какой-либо страной, через некоторое время равномерно распределяется по всей планете, в результате чего состав воздуха над Антарктидой мало чем отличается от воздуха над Америкой. Нас омывают одни и те же океаны, и течения переносят грязь, не считаясь с границами. Исчерпание рыбных, лесных и минеральных богатств касается всех нас, где бы мы ни жили: в Европе, Америке, Азии или Африке. Антропогенное влияние на климат, которое вызывается национальными проектами, касается всей планеты и т. д.

Проблема взаимодействия Человека и Биосферы в эпоху, когда его энергетические возможности становятся сравнимыми с энергией процессов естественного происхождения, требует не просто изучения различных аспектов влияния человека на окружающую среду — она требует создания системы, позволяющей учесть все то сложнейшее переплетение взаимовлияющих факторов, которое и определяет сложность возникших задач. Действительно, труднейшие сами по себе проблемы экономики, социального развития, политической структуры



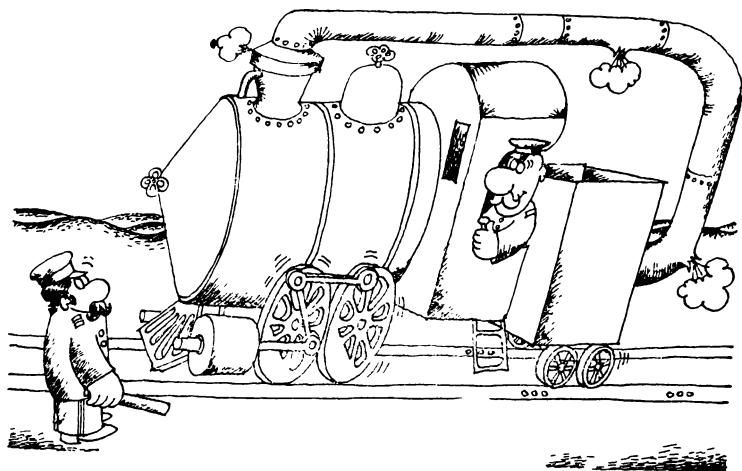
мира оказались связанными в единое целое с проблемой стабильности биоты, эволюцией климата, загрязнением среды, изучением новой сырьевой базы, созданием специальных технологий и т. д. и т. п. Одним словом, изучение этих проблем требует, как сегодня говорят, системного подхода и использования методов анализа систем, или системного анализа.

Термин «системный анализ» я стараюсь трактовать очень прагматически. Мне кажется, что единственный смысл, который целесообразно ассоциировать с этим термином, состоит в следующем. Системный анализ — это совокупность методов решения междисциплинарных задач, основанных на использовании электронной вычислительной техники и современных методах обработки информации. В основе этих методов лежит представление о необходимости математического моделирования, то есть описания на формальных языках тех процессов, изучению которых мы посвящаем наши усилия.

Таким образом, вопросы математического моделирования — построения системы взаимосвязанных моделей — оказываются центральным пунктом всей той беспрецедентной по масштабам деятельности, которая разворачивается во всех развитых странах мира. При этом математик — точнее, машинный математик — оказывается не просто вовлеченным в эту деятельность. Если можно так сказать, он начинает играть роль архитектора или конструктора, поскольку все конкретные исследования в области биологии, экономики, демографии, геохимии и т. д. — это лишь отдельные блоки в том здании, которое начинает строиться. Они должны быть еще скреплены каркасом — единством замысла. Вот машинные математики строят этот каркас.

Сегодня еще далеко не все начатые исследования достаточно согласованы между собой. Из-за этого многие работы дублируют друг друга, а целый ряд важных направлений исследований до сих пор вообще не обеспечен какими-либо усилиями. Необходимость же создания системы моделей, позволяющей оценить перспективы развития человеческого общества и служить фундаментом международных программ, с каждым годом становится все более очевидной.

В послевоенные годы возник ряд новых направлений научных исследований, цель которых — оценить воздействие человеческой активности на окружающую среду. Большое значение имеют исследования и созда-



ние замкнутых технологий, исследования естественной и искусственной очистки вод, загрязненных человеком, повышение устойчивости и продуктивности искусственных ценозов и создание наиболее рациональных способов эксплуатации естественных биоценозов: лесных, луговых. Во всем мире ведется интенсивное изучение допустимых норм токсичности и т. д. Этот гигантский фронт исследований, рожденных НТР, имеет огромное значение для будущего человечества. Но в этой главе я хотел бы говорить немного о другом.

Наряду с этими очень конкретными исследованиями в последние годы возникли и другие. Оказалось, что необходим некоторый общий взгляд на проблему и объединение всех этих исследований в единую систему, необходимо построение иерархии моделей. И особый интерес вызвали исследования на базе очень агрегированных моделей высшего уровня, описывающие процессы планетарного масштаба.

Настоящая глава как раз и посвящена проблеме построения системы моделей, описывающих глобальный уровень, системы, которую условно будем называть «минимальной моделью». В ней обсуждаются основные принципы построения и использования этой системы и тот минимальный уровень схематизации, который необходим для описания планетарных процессов.

Сегодня уже довольно много работ посвящено аналогичным проблемам. Размеры нашей книги не позво-

ляют сделать сколько-нибудь подробного обзора. В то же время она пишется не на пустом месте и в ней выдержана определенная преемственность. Поскольку в гносеологическом плане большинство работ имеют много общего, то здесь обсуждаются только работы Д. Форрестера и Д. Медоуза — первые труды этого направления. Их критический разбор позволит автору высказать свою концепцию о том комплексе вопросов, который мы объединяем термином «минимальная модель».

### **О РИМСКОМ КЛУБЕ, Д. ФОРРЕСТЕРЕ И ЧТО ИЗ ЭТОГО ВСЕГО ВЫШЛО**

Несколько лет назад появилась книга профессора Массачусетского технологического института (MIT) Джея Форрестера «Мировая динамика». В ней сделана попытка агрегированного описания демографии, мирового производства и исчерпания природных ресурсов. Ее появление совпало с началом функционирования Римского клуба — организации, объединившей большую группу лиц, которых волновали проблемы будущего развития. В эту группу вошли адвокаты, бизнесмены, представители гуманитарной интеллигенции. Ее работа опиралась на финансовую поддержку ряда организаций, в том числе и фонда «Фольксваген».

Необходимость системного подхода к анализу мировых проблем — аксиома, которая была принята Римским клубом. Он предложил MIT провести по контракту исследования, которые содержали бы оценки некоторых общих характеристик современного этапа эволюции человечества и возможного развития процесса в будущем. Эта работа была выполнена группой учеников Д. Форрестера, которую возглавлял Деннис Медоуз.

Группой Д. Медоуза был построен вариант мировой модели, позволивший получить целый ряд важных количественных оценок. На основании исследований они написали книгу «Пределы роста». Книга Д. Форрестера «Мировая динамика» прошла, как и другие его книги, по «системной динамике», не вызвав особенных эмоций и откликов. Книга же Д. Медоуза имела совершенно иную судьбу — она сделалась бестселлером. Будучи переведенной на многие языки, она издавалась фантастическими тиражами; вокруг нее возникли бесчисленные дискуссии. В то же время и в смысле методов ана-

лиза, и в части выводов она была сочинением эпигонским. В отличие от книги Д. Форрестера, который стремился придать своей работе характер академического исследования, Д. Медоуз подает материал в форме сенсации. Это и определило, как мне кажется, шумный успех книги, поскольку главным в обоих исследованиях было одно и то же — «пределы роста».

Близкий и, самое главное, неизбежный конец традиционной цивилизации — такое утверждение, конечно, не могло не подействовать на читателей. Несмотря на успех, книга Д. Медоуза сразу вызвала многочисленные возражения. В работе были видны поспешность и поверхностность. Римский клуб вскоре заказал новое исследование. Оно было выполнено профессором Месаровичем (США) и профессором Пестелем (ФРГ). Затем появились исследования группы аргентинских ученых, весьма интересные данные были опубликованы японцами, появились работы голландцев, англичан и т. д.

Несмотря на различие методов и характера исходной информации, все они фиксировали один и тот же факт: развитие техники, индустриальной мощи и рост населения имеют вполне определенный предел, и этот предел не за горами!

Вот вокруг этих «пределов роста» и разгорелись споры.

### ПОВОРОМ О «ПРЕДЕЛАХ РОСТА»

Дискуссии, вызванные инициативой Римского клуба, охватили, по существу, все развитые страны. У нас также появилось несколько публикаций, комментирующих книгу Д. Медоуза. Авторы этих публикаций, не обсуждая, как правило, существо модели, резко отрицательно отнеслись к ее выводам.

Пределы роста, пределы благосостояния, рост населения, падение национального дохода на душу населения — ведь об этом еще задолго до Д. Медоуза говорил Т. Мальтус; тот самый монах Мальтус, который 200 лет назад утверждал неизбежность падения жизненного уровня и грядущего обнищания людей; тот самый Мальтус, который бедность и нищету объяснял не столько изъянами социального строя, сколько более быстрым ростом населения по сравнению с ростом тех благ, которые Земля способна давать людям. Вот этого фразеологического сходства книг Д. Медоуза и более

ранней книги Д. Форрестера с мальтузианским лексиконом для авторов большинства статей оказалось достаточным, чтобы отвергнуть эти книги, отнеся их к апологетике ошибочных и отброшенных наукой концепций. И даже не просто отвергнуть, а считать их недостойными серьезного разговора.

Я хотел бы заметить, что вина Т. Мальтуса не в «пределах роста». Ресурсы Земли, конечно, ограничены, и не в этом его ошибка. Т. Мальтус пишет (перевод автора): «Если низшие классы будут, погрязая в невежестве и пороках, размножаться так же быстро, то просвещенные классы, несмотря на всю их христианскую любовь к ближнему, ничего поделать не смогут». И через несколько страниц: «Какое право на жизнь имеет человек, родители которого не имеют капитала, необходимого для обеспечения его существования? Такой человек может рассчитывать только на милость». Вот это отвратительное оправдание социальной несправедливости и есть главный порок мальтузианства! А не «пределы роста».

Но вернемся снова к книге Д. Медоуза.

Я также считаю, что эту книгу нельзя рассматривать в качестве серьезного, хорошо аргументированного научного исследования. Ей, конечно, присущ элемент спекуляции на озабоченности людей своим будущим, озабоченности, — может быть, в первый раз в истории человечества — будущим своей планеты.

И тем не менее книга Д. Медоуза заслуживает внимания и дает повод для серьезного разговора.

Дефекты, а может быть, и пороки книги Д. Медоуза не в терминологической близости к мальтузианству. И вообще эта книга по своим идеям очень далека от Мальтуса. Более того, Д. Медоуз неоднократно подчеркивает, что многие беды, происходящие сегодня, — это еще не результаты достижения «пределов роста», а следствие социальной несправедливости.

«...Социальные условия: мир и социальная стабильность, образование и занятость, постоянный технический прогресс, — они решающим образом воздействуют на рост при данных физических возможностях...» И немного далее: «...многие из этих 10—20 миллионов умерли в результате скорее социальных, нежели физических ограничений нашего мира...»

В книгах Д. Форрестера и Д. Медоуза вполне четко прослеживается следующая мысль, которую нельзя не

принять: ресурсы Земли ограничены, население и темпы использования земных ресурсов растут, и если человеческая деятельность будет развиваться по тем канонам, которые создало капиталистическое общество потребления, то катастрофа неминуема! Но ресурсов Земли не изменить, значит, надо менять каноны! Разве против этого можно спорить?

Я сейчас не буду заниматься подробным разбором этих книг. Мое отношение к взглядам Римского клуба будет изложено в следующих разделах. Здесь я хочу обратить внимание читателя на то, что мне кажется действительно новаторским и замечательным в обсуждаемых работах.

Д. Форрестера и его последователей обвиняют часто не только в мальтузианстве. Технократизм, игнорирование социальных проблем, борьба с техническим прогрессом — вот эти и другие грехи, в которых обвиняются Д. Форрестер и его соратники. Я думаю, что эти обвинения — следствие недоразумения и невнимательного анализа текста. Приведем типичные примеры их рассуждений (Медоуз Д. Пределы роста).

«...Зеленая революция, улучшая положение с обеспечением пищей, способствовала дальнейшему углублению классового расслоения, в результате которого условия жизни отдельных классов ухудшались. Техника меняется быстро, а политические и социальные институты медленно, причем не в предвиденье социальной проблемы, а всегда как реакция на нее». И далее: «...не слепая оппозиция прогрессу, а оппозиция слепому прогрессу». Трудно не согласиться с этими утверждениями!

Авторы, и первый из них, конечно, Д. Форрестер, имели смелость сказать не только о том, что видимому благополучию, которого достиг западный мир, грозит смертельная опасность, не только о том, что эта опасность кроется именно в самом благополучии, в непрерывном росте потребления земных благ: об этом говорили и до Д. Форрестера и его последователей. Смелость их состояла в том, что они продемонстрировали возможность — во всяком случае, принципиальную возможность — использования современных методов анализа систем для оценки возможных вариантов развития, для оценки пределов допустимого потребления.

Д. Форрестер был первым, кто разработал вариант общей глобальной модели процессов планетарного масштаба. И эта модель позволила в наглядной форме уви-

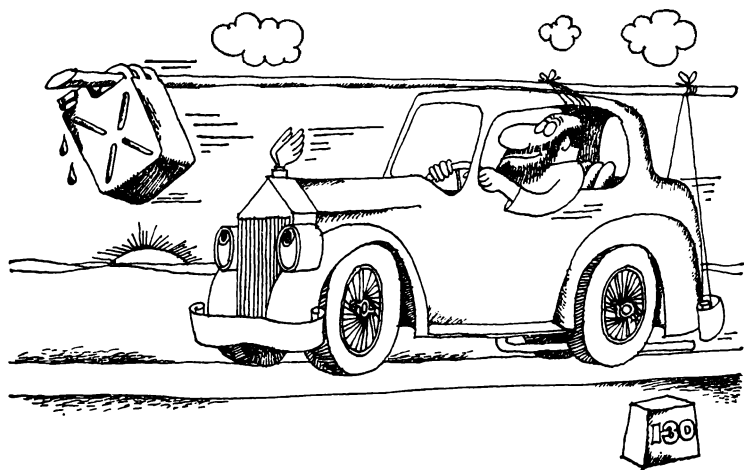
деть некоторые общие тенденции развития нашей цивилизации. Что бы мы потом ни говорили о работах Д. Форрестера, какие бы альтернативы его концепциям ни возникали у ученых, с его именем навсегда будет связано новое направление научных исследований. Вокруг него будут споры, его будут отвергать или принимать. Но новые направления научных исследований уже возникли и будут развиваться, как всякое новое знание, жизненно необходимое людям.

И оно действительно необходимо. Необходимо не только снова говорить об ограниченности; надо с цифрами в руках показать всем, что это значит. Что количество пресной воды, чистого воздуха, плодородной земли не только ограничено, но и непрерывно уменьшается. А население растет. Уже давно горит красная лампочка, показывающая, что бензина в баках автомобиля человечества не так уж много.

Вот главный итог. Возникла новая трудность — ее надо разумно оценить. Чтобы бороться с опасностью, надо прежде всего ее оценить, узнать противника и искать способы его победить. Вот вывод из безусловной, аксиоматической ограниченности. И никакого отношения к Т. Мальтусу все это не имеет!

Может быть, сами авторы «системной динамики» и не делают этого вывода в явной форме. Но объективно он следует из их работ.

Таким образом, задачи поставлены, цели сформули-



рованы. И в полный голос об этом сказали Д. Форрестер и его последователи. И здесь, как мне кажется, не должно быть двух мнений.

Но способы достижения этих целей, конкретные данные и возможные рекомендации — все это требует обсуждения, критики, дискуссий!

### **«СИСТЕМНАЯ ДИНАМИКА» Д. ФОРРЕСТЕРА — СМЕЛОЕ ОТКРЫТИЕ ИЛИ СМЕЛОСТЬ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ?**

В статьях на русском языке, которые были посвящены книгам Д. Форрестера и Д. Медоуза, обсуждались главным образом окончательные результаты — цифры, графики. Мне же кажется, гораздо важнее обсудить исходные посылы исследований и инструмент, с помощью которого эти результаты получены. В самом деле, когда математическая модель написана, когда исходные данные в нее заложены, то окончательный результат носит характер теоремы, если, конечно, все рассуждения и вычисления проделаны правильно. Окончательный результат можно комментировать, но его нельзя критиковать, как делают некоторые авторы. Он следствие структуры модели и исходных данных. Это и есть настоящий объект анализа и критики. Вот о нем мы и поговорим.

Д. Форрестер, как он сам это утверждает и как утверждают его последователи, создал новую науку, новый метод, именуемый «системной динамикой». Им также разработан специальный язык, названный «динамо», позволяющий легко проводить машинные эксперименты. Использование языка «динамо» и методов «системной динамики» не требует, по существу, никакой специальной квалификации. Разберемся в этом подробнее.

В основе формализованного описания любого динамического процесса всегда лежит выбор основных переменных, характеризующих состояние системы. Эти переменные обычно называются фазовыми переменными, или фазовыми координатами. Выбор фазовых переменных — один из важнейших этапов анализа. История физики дает много примеров, когда неправильный выбор фазовых переменных надолго задерживал открытие закона. Наверное, наиболее яркий пример — это история открытия второго закона Ньютона. На протяжении столетий пытались сопоставить силу и скорость. Однако



только И. Ньютон понял, что сила определяет не скорость, а ускорение. По существу, именно в этом и состояло замечательное открытие И. Ньютона — открытие, которое ознаменовало собой рождение точного естествознания.

Посмотрим, как этот основной вопрос решают Д. Форрестер, Д. Медоуз и их последователи.

В книге Д. Медоуза, например, в качестве фазовых переменных принято пять величин: население, капитал (фонды), производство пищи, истощение природных ресурсов и загрязнение окружающей среды. Такой выбор весьма дискуссионен и должен быть убедительно аргументирован. Авторы этого не делают. Да и вообще какое-либо обсуждение выбора фазовых переменных в этих работах отсутствует.

Поскольку любые агрегированные характеристики при их правильном использовании несут определенную полезную информацию, то мы не будем подвергать обсуждению выбор этих величин и обсуждать возможность (или достаточность) характеризовать одним числом каждый из взятых факторов, например загрязнение окружающей среды. Посмотрим, как конструируется математическая модель, оперирующая этими величинами.

В основе тех моделей, которые создаются Д. Форрестером, Д. Медоузом и их последователями, лежит, как уже говорилось, техника так называемой «системной динамики», развиваемой Д. Форрестером в течение последних 20 лет.

Пояснить ее смысл очень несложно. Изменение фазовых координат, которые называются уровнями, равно разности плюс- и минус-факторов. Первые увеличивают значения фазовых переменных, вторые их уменьшают. Поскольку эти факторы зависят, в свою очередь, от фазовых переменных, то мы получаем петли обратной связи. Подобная схема рассуждений допускает простую графическую интерпретацию, которая дает наглядное представление о содержании изучаемых процессов. А поскольку та графическая иллюстрация, которая предлагается технологией анализа «системной динамики», уже, по существу, является некоторой схемой машинной программы, то она удобна для программирования.

Надо заметить, что подобное описание отнюдь не ново. Еще в 20-х годах оно начало широко использоваться в радиотехнике при изучении процессов, происходящих

в системах связанных между собой колебательных контуров. Новым является использование этой техники для описания процессов, происходящих в социальной сфере.

Сейчас много спорят об удобстве того или иного описания, обсуждают различные языковые альтернативы. Но вряд ли это стоит делать в данной книге, тем более что все это лишь техническое оформление и не связано с основными трудностями анализа.

Трудности моделирования не в языках описания. Они возникают прежде всего на содержательном и гносеологическом уровне. Если исходные параметры (фазовые переменные) достаточно полно (с точки зрения целей исследования) характеризуют процесс, если все необходимые связи, введенные в модель, достаточно точно отражают реальность, если модель верифицирована, то есть проверена на достаточно надежном экспериментальном материале, и, если, наконец, имеется достаточно надежная информационная база, то проблема «ввода» модели в машину и ее анализ — дело техники. Даже математическое обеспечение, необходимое для ее анализа, не представляет собой сложной проблемы. Все трудности построения алгоритмов в конечном счете преодолимы средствами современной математики. А вот содержательный уровень модели, ее верификация, формирование исходной информации — все это проблемы по-настоящему трудные. И именно здесь методы «системной динамики» оказываются очень уязвимыми.

Поговорим прежде всего о самой структуре моделей. В основе любой модели лежит изучение феномена, лежат опытные факты. Но совсем не безразлично, в какой форме они представлены. От этого зависит эвристическая ценность модели, ее способность не только воспроизвести явление, изучение которого дало нам исходный материал для ее формирования, но и предсказать новые факты.

Приведем всем известный пример — модель солнечной системы Птолемея. Античный ученый дал великолепный способ расчета положения тех четырех планет, которые были известны в его время, — Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна. К. Птолемей исходил из гипотезы, что видимое движение планеты на небесной сфере — это сложная комбинация круговых движений. Пользуясь современной терминологией, для движения планет он предложил некоторую специальную аппроксимацию. Для того чтобы, следуя схеме К. Птолемея, опи-

сать траекторию планеты, необходим огромный экспериментальный материал, практически вся траектория. Заметим, что модель Птолемея не была верифицирована, то есть не была проверена на материале, который не служил источником ее формирования. Прошло более тысячи лет, и И. Ньютон открыл свои законы механики и закон всемирного тяготения. Согласно И. Ньютону видимое движение планет — прямое следствие закона сохранения импульса. Чтобы предсказать движение планеты, причем любой, а не только тех, которые изучал К. Птолемей, достаточно знать только начальные положение и скорость. Значит, уже не нужна огромная статистика, не нужны временные ряды. Для исследования достаточно мгновенной фотографии. Вот в чем различие методов К. Птолемея и И. Ньютона.

Если бы К. Птолемей неожиданно узнал, что существует еще планета Уран, он не только не смог бы дать прогноз ее движения, но ему пришлось бы перестраивать и всю свою теорию.

Таким образом, чтобы построить модель, обладающую широкими возможностями прогноза, необходимо прежде всего использовать общие законы. Они позволяют максимально уменьшить использование статистических методов, которые в современных условиях быстрого изменения характеристик изучаемых процессов бывают часто не очень надежны.

В физике такими законами являются законы сохранения массы, импульса и т. д. В общественных науках также существуют их аналоги. Это прежде всего балансовые соотношения. Простейший пример:  $P = u + w + v$ . Здесь конечный продукт  $P$  равен сумме инвестиций  $u$ , потребления  $w$  и изменения объема запасов  $v$ . Другой пример — аналог закона сохранения импульса:  $\Delta\Phi = u - k\Phi$ , где изменение уровня фондов  $\Delta\Phi$  равно инвестициям  $u$  минус амортизация  $k\Phi$ .

Эти равенства нельзя игнорировать, ибо модель может оказаться внутренне противоречивой. Например, в системе моделей Д. Медоуза рост капитала, то есть инвестиции, при определенных условиях может оказаться больше конечного продукта (если его подсчитать, а в моделях Д. Медоуза он не подсчитывается).

Конечно, одних законов сохранения недостаточно для математического описания сложных явлений. Поэтому приходится использовать правдоподобные функциональные зависимости между основными переменными, зави-

симости, которые являются экстрактом опытного, экспериментального исследования. Но привлечение эмпирических формул — это уже заключительный этап моделирования, после того, когда законы сохранения уже использованы. Такова логика составления моделей, которая выработана физикой за последние 200 лет!

Но принятие «физической» концепции составления экономических моделей неизбежно приводит к появлению производственной функции, которая связывает конечный продукт с фазовыми переменными. Это, в свою очередь, совершенно меняет структуру исходного банка информации и т. д.

Модели «системной динамики» во многом напоминают модели К. Птолемея и практически не связаны с законами сохранения. Эклектичность моделей Д. Медоуза является первым и, может быть, самым существенным дефектом всей его системы. Поэтому и результаты его расчетов нельзя считать обоснованными.

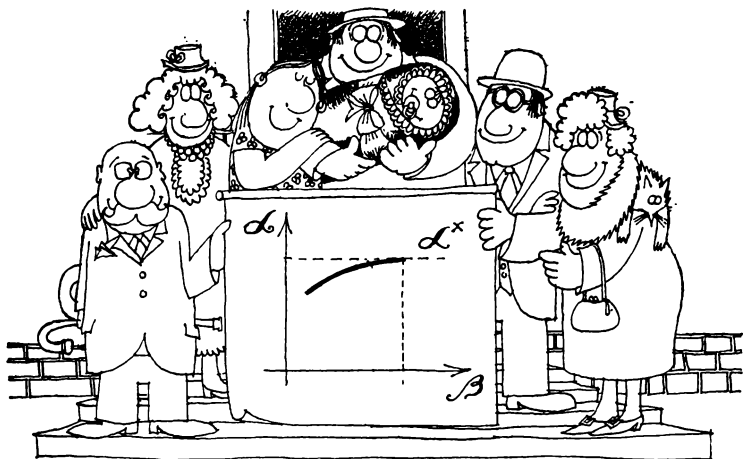
Второй упрек, относящийся к методике построения моделей, — это гипотеза о структуре демографического процесса. В отличие от экономики здесь трудно составить какие-либо «законы сохранения», кроме тривиального, которым все пользуются для приближенных оценок:  $\Delta A = (\alpha - \beta)A$ , где  $\Delta A$  — годовой прирост народонаселения,  $\alpha$  — коэффициент рождаемости,  $\beta$  — коэффициент смертности.

Эта формула используется также и Д. Медоузом, и против нее возразить трудно. Значительно более дискуссионными являются предлагаемые зависимости коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$  от тех или других социальных и физических факторов. Мы более или менее представляем себе зависимость коэффициента смертности  $\beta$ , например, от уровня жизни или от капиталовложений в здравоохранение. Что же касается коэффициента рождаемости  $\alpha$ , то каких-либо надежных зависимостей здесь просто нет, и этот вопрос требует еще очень тщательного анализа. Существующие механизмы здесь не только сложны, но и малопонятны. Конечно, определенную роль играют и социальные условия и меры, направленные на регламентацию рождаемости, традиции, в частности — религиозные, национальные и т. д. Но есть также еще и факты, не очень понятные демографам. Скажем, вспышки рождаемости в развивающихся странах (например, в Индии) приходились на годы, когда страна подвергалась стихийным бедствиям, голоду, эпидемиям.

С другой стороны, при изучении демографических процессов в развитых странах отмечается следующий удивительный факт. Увеличение средней продолжительности жизни на один год уменьшает коэффициент рождаемости на единицу (на тысячу человек населения).

Еще целый ряд других фактов говорит о существовании определенной корреляции между коэффициентами рождаемости и смертности. Как будто бы популяция в целом реагирует на внешние условия обитания. Грозит популяции опасность, то есть увеличивается смертность, — популяция отвечает на это увеличением рождаемости. Все обстоит благополучно — смертность падает, и вслед за ней падает рождаемость.

Но вся существующая информация не дает еще, к сожалению, однозначной связи между этими коэффициентами. Можно думать, что для больших значений коэффициента смертности связь эта характеризуется графиком, изображенным на рисунке на этой странице. Здесь  $\alpha^x$  — коэффициент предельной биологической рождаемости. Эта зависимость многое объясняет. В случае большой смертности ( $\beta \cong \alpha$ ) разность  $\alpha - \beta$  близка к нулю и прирост незначителен. Но как только появляется медицинская помощь, как только хотя бы незначительно улучшаются условия жизни, коэффициент смертности резко уменьшается, а коэффи-



Гипотетическая зависимость рождаемости от смертности

циент рождаемости остается на некоторое время практически тем же самым, разность  $\alpha - \beta$  оказывается большой, и возникает демографический взрыв — явление, которое мы наблюдаем сегодня во всех развивающихся странах.

Значительно сложнее обстоит дело в случае малых коэффициентов смертности. Здесь, наверное, необходимы дополнительные гипотезы. Впрочем, возможно, что и вообще универсальных зависимостей здесь обнаружить не удастся.

Итак, я думаю, что ни предположения об экспоненциальном росте населения как об экзогенном факторе, ни та схема обратных связей, которая обсуждается Д. Медоузом, не представляется достаточно надежным фундаментом для оценки возможных траекторий развития человечества на более или менее значительный период.

Таким образом, метод, именуемый «системной динамикой», — это, по существу, дальнейшее развитие тех приемов исследования сложных систем, которыми пользовались инженеры-радиотехники еще в довоенные годы. Развитие это полезное. Оно дает инструмент для исследования действительно сложных систем. Но использовать созданный инструмент надо с большой осторожностью, помня о всей той культуре моделирования, которая создана в естественных науках.

В чем истинное новаторство Д. Форрестера, так это в применении подобного инструмента к анализу процессов, происходящих в человеческом обществе. И еще одно. Нужно было иметь настоящую смелость исследователя, чтобы отважиться глобальные процессы описывать с помощью столь простых моделей.

### **ПРИНИМАТЬ ВО ВНИМАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС НЕОБХОДИМО**

Если мы хотим оценить будущую реальность, то должны хорошо представить себе возможности научно-технического прогресса. Но в моделях мировой динамики Форрестера — Медоуза он как раз и не учитывается. Их модели ориентированы на тот уровень технологии, который достигнут сегодня в развитых странах. А научно-технический прогресс — это одна из основных причин, которая сегодня заставляет людей думать

о завтрашнем дне. К сожалению, все подобные проблемы не только не находят отражения в системах моделей Д. Форрестера и Д. Медоуза, но они даже не обсуждаются авторами.

Историю человеческого общества можно рассматривать в разных ракурсах. Один из них — это эволюция технологий. Человек всегда стремится не просто к достижению цели, а к ее достижению с наименьшими затратами усилий. Выполняя ту или иную работу, человек всегда старается усовершенствовать процесс своего труда, сделать эту работу полегче.

Научно-технический прогресс начался, вероятно, с простейших машин — блока, рычага. Затем на службу человеку была поставлена энергия: сначала естественная: ветра, воды; позже искусственная: уголь, нефть, атомное ядро. Стремление облегчить свой труд рождает тягу к знаниям, к необходимости получения новых знаний, ибо только они открывают новые возможности облегчить достижение своих целей. Новые возможности рождают новые цели и т. д.

Итак, существует бесконечная диалектическая цепочка: появление новых знаний — рождение новых возможностей, смена целей, появление новых трудностей и совершенно неожиданное разрешение «неразрешимых противоречий», рожденное талантом человека, открывшего новую технологию или новый источник ресурса. Куда эта цепочка приведет? Кто знает. Я не хочу призывать в помощники оракула. Но игнорировать влияние и роль науки, знаний в анализе возможных траекторий развития производительных сил и эволюции окружающей среды нельзя!

Любые модели, не содержащие прогноза научно-технического прогресса, нельзя использовать для оценок эволюции общества на сколько-нибудь продолжительный отрезок времени. В самом деле, мы много говорим об истощении земных ресурсов, и не без основания! Если принятые темпы уничтожения, например, легкодоступных запасов нефти сохранятся, то где-то в середине следующего столетия действительно все запасы будут исчерпаны. Но существуют еще нефтеносные сланцы, породы, пропитанные нефтью, как губка. И запасов этой нефти во много раз больше той, которая добывается нашей сегодняшней технологией. А если завтра эта нефть сделается доступной? А если мы найдем способы извлечения из воды урана и дове-

дем до совершенства реакторы-размножители и т. д. и т. п.? Картина совершенно изменится, и в результате совершенно иной станет стратегия поведения человечества.

Но как, не будучи оракулом, тем не менее ввести в модель этот столь малопонятный фактор, именуемый новыми знаниями? Конечно, дать ответ на этот вопрос не так-то просто, и для этого потребуются значительные усилия исследователей. И не только усилия, но и затраты!

И тем не менее эта проблема не так уж безнадежна, как кажется на первый взгляд. Есть два обстоятельства, отправляясь от которых, можно построить разумную систему моделей.

Первое — это то, о чем уже говорилось выше: в результате научно-технического прогресса человек легче достигает своих целей. Если говорить о производственной деятельности, а это главная преобразующая деятельность человека, то научно-технический прогресс означает повышение эффективности производства, и прежде всего повышение эффективности фондов. Анализ эффективности фондов — это традиционная деятельность экономиста, и она может дать очень важную информацию.

Второе обстоятельство имеет более сложную природу. Сегодня очень трудно планировать научные открытия. Ни сегодня, ни завтра и вообще никогда, вероятно, нельзя будет предсказывать появление новых принципов. Нельзя было планировать появление теории относительности. Нельзя сегодня планировать сроки создания принципов и реализации процесса стабилизации высокотемпературной плазмы или создание единой теории поля. Но интегральные характеристики научно-технического прогресса значительно доступнее анализу. Сегодня мы знаем, что эффективность научного поиска в среднем (а это и нужно для оценок) прямо зависит от инвестиций в науку. Они поддаются статистическому анализу, и их можно считать оценками, связывающими долю конечного продукта, выделяемого на научные исследования, на развитие технологий, с ростом эффективности фондов.

Таким образом, эффективность фондов неизбежно должна выступать в форме одной из важнейших фазовых переменных. Следовательно, в модель необходимо в явной форме ввести долю конечного продукта, выде-



ляемую на научные исследования и развитие технологий. Для этого, в свою очередь, необходимо определить зависимость объема конечного продукта от объема фондов, их эффективности и других производственных факторов, то есть ввести производственные функции специального типа.

Значит, устранение методических дефектов моделей «системной динамики» (и Д. Форрестера, и Д. Медоуза) потребует разработки, по существу, совершенно новой системы моделей, основанной на иных методологических принципах.

Итак, для получения реалистических оценок необходимо существенно изменить структуру моделей. Но не следует думать, что работа, проделанная Д. Форрестером и его последователями, бесполезна. В самом деле, о чем говорят его результаты?

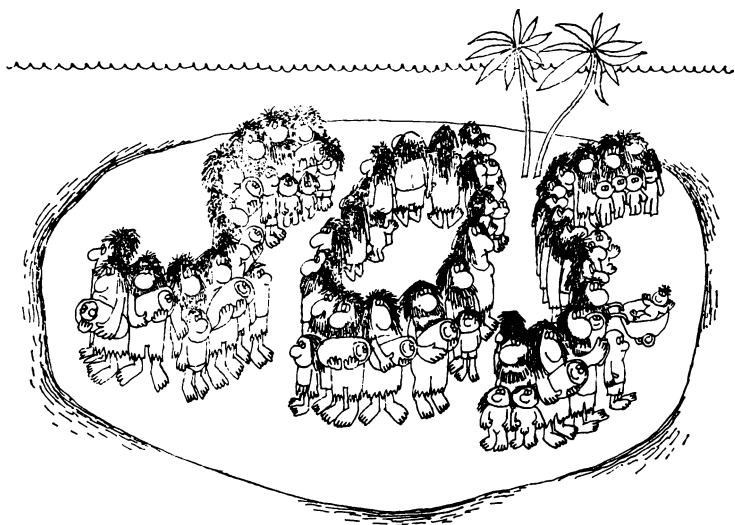
Они означают, что если все останется по-старому: если население будет расти старыми темпами, если по-прежнему мы будем загрязнять окружающую среду так, как это делаем сегодня, если так же быстро будет расти расход ресурсов, а технология и техника будут топтаться на месте, то катастрофа неизбежна. Более того, в этом случае окажется, что своего максимального уровня жизни человечество уже достигло. Через 20—30 лет он снизится уже заметным образом, а еще через 20—30 лет начнет уменьшаться и население за счет быстро возрастающей смертности!

Эти выводы следуют из анализа модели, и с ними нельзя не считаться.

Из него вытекает еще один важный вывод: если и существует выход из того тупика, в котором человечество оказалось из-за НТР, то он может быть обеспечен только в рамках НТР, только благодаря научно-техническому прогрессу.

Это условие необходимое. Само собой разумеется, что оно отнюдь не является достаточным. Не научно-технический прогресс сам по себе, а только управляемое (или направляемое) развитие производительных сил, технологий, науки может дать нам возможность преодолеть трудности, которые стали перед человеком.

Игнорирование управлением последствий развития производительных сил и последствий НТР может только усугубить возникающую кризисную ситуацию.



## КАКОЙ ИЗ УЖАСОВ УЖАСНЕЙ? КОЕ-ЧТО О КРИТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЯХ

Исследования, проведенные по инициативе Римского клуба, книги Д. Форрестера, Д. Медоуза и ряда других авторов предупреждают человечество о возможности катастрофических последствий современного процесса развития человеческого общества. И главную опасность они видят в неограниченном росте населения и капитала. Действительно, неограниченный рост населения и неконтролируемый рост основного капитала несут большие опасности будущему человечеству. Более того, если темпы роста и характер развития человеческого общества сохранятся, то связанные с ними трудности встанут перед людьми в самом недалеком будущем. Речь идет буквально о ближайших двух-трех десятилетиях! Конечно, это еще не будет апокалипсический финал, но трудности возникнут беспрецедентные!

Однако я уже обратил внимание читателя на то, что экспоненциальный рост населения — это, может быть, и не фатальная неизбежность. Рост общей культуры и обеспеченности, наверное, резко снизит темпы рождаемости, а более совершенное социальное устройство сможет привести и к контролю над демографическими

процессами. Кое-какие тенденции такого рода, кажется, уже начинают проявляться.

Что же касается основного капитала, то, может быть, его рост, обеспеченный соответствующими научными исследованиями, будет изменять общую структуру капитала и технологии в нужном направлении. Их рост — это не только не катастрофа, а единственный мыслимый исход из той трудной ситуации, с которой человечество начинает сталкиваться и которая его ждет уже в конце нашего века.

Другими словами, я считаю, что основные акценты в книгах Д. Форрестера и Д. Медоуза смещены и не могут служить отправными пунктами для планирования тех коллективных усилий, которые, по моему мнению, должны появиться уже сегодня.

Я думаю, что среди всех «кризисов»: энергетического, водного, кислородного и т. д. и т. п. — есть действительно два кризиса, возможность которых в первую очередь должна быть изучена людьми.

Прежде всего это возможность нарушения экологического равновесия.

Деятельность человека на протяжении всей его истории имела и негативную сторону: определенная часть ее последствий была направлена против биоты. Уничтожение сложившихся биоценозов началось еще в доисторические времена, причем изменения, внесенные человеком в структуры биоты, имеют геологические масштабы. Превращение в пустыню обширных и плодородных районов Северной Африки и Ближнего Востока произошло уже «на глазах» истории! И это следствие не каких-либо резких климатических изменений, а неразумной деятельности людей. Выпас скота сверх всякой нормы, бездумное распахивание всех тех земель, которые в данный момент в принципе пригодны для хлебопашества, вырубка лесов, и прежде всего пойменных, и многие другие действия людей уже приводили и приводят к необратимым последствиям. Северная Африка и Ближний Восток тому яркий свидетель!

В последние десятилетия вредная активность людей многократно усилилась. Ко всем перечисленным факторам добавились загрязнение, широкое использование пестицидов, локальные изменения климата, нарушение водных балансов и т. д.

Я хотел бы сказать еще несколько слов об одном обстоятельстве, на которое обычно не обращают внима-

ния. Устойчивость живых сообществ тесно связана с разнообразием видов. Обеднение биоценозов, естественных или искусственных, постепенно уменьшает их устойчивость, и незначительные, казалось бы, случайные обстоятельства могут оказаться началом необратимых процессов. Объективно и селекционная деятельность, и выведение высокоурожайных культур, и изменение геохимических циклов, и многие другие действия агротехники могут ухудшать устойчивость биосферы.

Я бы не хотел, чтобы у читателя создалось впечатление, что автор этой книги ратует за возвращение к тем временам, когда человек, как и другие животные, вписывался бы естественным образом в биогеоценозы, сложившиеся в местах его обитания, и не нарушал их устойчивости. Я только разделяю мнение тех, кто считает, что проблема устойчивости биосферы чересчур серьезна для будущего человечества, чтобы дальнейшие взаимодействия биосферы и человека, современного человека, имеющего в своем распоряжении все технические возможности конца XX века, основывались бы лишь на интуиции и локальном опыте. Только четкие знания о содержании всех этих процессов могут быть гарантом выбора таких действий людей, которые не приведут к разрушению биосферы, а следовательно, к гибели человека как биологического вида.

Человек — часть биоты, ее составная и неотъемлемая часть, и я убежден, что человечество как вид существовать вне биоты не может. Я полагаю беспочвенными, и не только легкомысленными, но и крайне опасными все рассуждения об искусственной среде обитания. Так же как искусственный интеллект человека, искусственная окружающая среда в обозримом будущем — это фантазия и опасное заблуждение. Конечно, и над тем и над другим люди будут работать, они будут создаваться и, может быть, будут созданы. Но, наверно, в искусственной среде сможет жить лишь человек, снабженный искусственным интеллектом, с искусственными чувствами, искусственно воспринимающий искусственную среду!

Вторая опасность, которая подстерегает человечество, — это изменение климата вследствие производства искусственной энергии, вследствие разогрева Земли. Практически вся та энергия, которая создается человеком, рассеивается, и в связанном виде остается ее ничтожная доля. В этом качественное отличие процессов

производства от процессов фотосинтеза. Образно говоря, человек непрерывно нагревает атмосферу. Сейчас пока еще искусственная энергия составляет всего лишь около 0,1 процента той энергии, которую Земля получает от Солнца. Но если это количество увеличится в 40 раз, то, по-видимому, средняя температура Земли поднимется на 2 градуса. А этого, вероятно, достаточно для начала необратимых процессов и, в частности, таяния ледников и т. п. Можно спорить о величинах. Академик Н. Семенов говорит не о 2 градусах, а о 4. Но поскольку период удвоения производства искусственной энергии примерно равен 12—15 годам, то ошибка в начале отсчета с точки зрения истории человечества окажется практически пренебрежимой.

Конечно, реальный ход вещей гораздо сложнее, чем здесь говорится. Точная оценка термического состояния атмосферы и гидросферы требует учета геохимических циклов и прежде всего накопления в атмосфере окислов углерода, изменения запыленности атмосферы, альбедо Земли и т. д. Таяние ледников и последствия разогревания Земли начнутся далеко не сразу. Будут ли ощутимы эти последствия в середине XXI или начале XXII века, об этом вряд ли стоит спорить сейчас. Важно другое. Если будет происходить рост производства энергии, то последствия этого должны быть внимательно изучены.

Значит, обсуждаемые проблемы превращаются в «сверхпроблемы», значит, стратегия развития человеческой цивилизации должна ориентироваться на такие кризисы, которые позволят выйти из этого «теплого» кризиса. Я оставляю писателям-фантастам обсуждение проблемы о том, как будут вынесены в космос энергоемкие производства, требующие «большой» энергии, и будут ли найдены пути преодоления второго закона термодинамики. Но среди всех проблем, на которые сегодня должны быть направлены усилия исследователей, проблема нарушения теплового равновесия Земли должна быть одной из центральных; и система моделей должна это учитывать.

Итак, к числу всех тех трудностей, которые ожидают человечество и о которых говорит Д. Медоуз, необходимо добавить еще проблему устойчивости биосферы и проблему потери теплового равновесия Земли.

Конечно, ни о каком моделировании этих процессов в мировых моделях Форрестера — Медоуза и более позд-

них работах Месаровича и компании речь и не идет! А начинать-то, наверное, нужно именно с этого.

Достоянием широкой общественности стали прежде всего экономические оценки: оценки загрязнения среды и истощения ресурсов. Я уже сказал свое мнение об этих работах. Опубликованные оценки очень важны, они имеют огромное воспитательное значение, они привлекают к проблемам внимание людей, но они почти ничего не дают для создания основы практических действий. Удар может прийти с другой стороны. Я думаю — и мое мнение разделяют многие специалисты различных стран, — что главные усилия должны быть сосредоточены не на построении мировых моделей, а на накоплении сведений о границах гомеостатического равновесия, на исследованиях критических характеристик окружающей среды, за которыми жизнь людей в нашем привычном понимании развиваться не может. Работы экологов, гигиенистов, климатологов, географов и многих других вместе с экономистами и машинными математиками должны составить единый фронт, цель которого — изучение границ гомеостаза.

Ниже я попробую рассказать, каким мне представляется этот фронт и как его надо организовать.

## **ДИСКУССИИ УЖЕ НАЧАЛИСЬ — ПРОДОЛЖИМ ДИСКУССИИ**

Когда специалисты создают систему моделей, то имеют в виду не только прогноз: система моделей должна позволить оценить варианты решений. Вполне оправдан взгляд на моделирование как на специальный способ подготовки информации для принятия решений. Но любые решения принимаются на основе определенных принципов, стратегических доктрин. Поэтому, обсуждая проблемы моделирования, одновременно мы должны обсуждать и принципы принятия решений. Таким образом, обсуждая опасные последствия научно-технического прогресса и развития производительных сил, естественно говорить также и о «рецептах спасения», если они существуют. Может быть, лучше говорить даже не о рецептах, а о стратегии человеческого общества в расходовании тех ресурсов, которые сейчас еще находятся в его распоряжении.

Сегодня, по-видимому, есть две довольно четко сформулированные концепции. Одна из них представлена в работах, которые связаны с Римским клубом. Она

использует понятие равновесия. Посмотрим, что оно означает в изложении Д. Медоуза: «Мы определяем минимальный набор требований к состоянию равновесия: во-первых, численность населения и объем капитала постоянны... норма накопления равна норме амортизации».

Довольно! Что такое равновесие в смысле Д. Медоуза, в смысле Римского клуба, достаточно очевидно. Позднее мы еще вернемся к обсуждению этой концепции «постоянства». Здесь же я хотел бы только заметить, что 2 миллиарда людей, живущих в странах «третьего мира», вряд ли согласятся прекратить развитие производительных сил, эту единственную нить Ариадны, которая способна вывести их на дорогу элементарного человеческого благополучия. Точно так же мне кажется совершенно утопичной мысль, которая тоже инициируется работами Римского клуба, будто развитые страны передадут в распоряжение развивающихся стран основную часть своего промышленного капитала.

Другая точка зрения представлена традиционными экономистами, свято верящими во всемогущество его величества Рынка. Вот несколько утрированная схема этой концепции.

По их мнению, ничего исключительного современная ситуация не имеет. Собственно говоря, недостаток какого-либо ресурса — вещь более или менее обычная. Станет мало нефти, например, цена на Рынке на нее поднимется. Ее станут меньше употреблять. Станут выгодны другие технологии. Именно потому, что они станут выгодными, их обязательно создадут и т. д. И вообще контроль, регламентация любой человеческой инициативы никогда ни к чему хорошему не приводили и привести не могут! Энергичная инициатива частного предпринимателя, действующего согласно незыблемым и вечным законам Рынка, найдет нужный путь развития. Вот так! Я, может быть, несколько утрирую, но мне много раз приходилось слышать нечто подобное.

Ни равновесие в смысле Д. Медоуза, ни бесконтрольное развитие производства и энергетики, по моему глубокому убеждению, не позволяют провести корабль человеческой цивилизации в узком проходе между Сциллой и Харибдой. И в то же время проход существует. Это отнюдь не аксиома. Это скорее вера в безграничное могущество человеческого интеллекта. Его только

надо начинать искать. И это надо делать незамедлительно. Я думаю, что этот проход следует также назвать равновесием, точнее — равновесным развитием, обеспечивающим гомеостазис человечества как биологического вида.

## ЕЩЕ РАЗ О ГОМЕОСТАЗИСЕ И ГОМЕОСТАТИЧЕСКОЙ ГРАНИЦЕ

Сегодня, когда трудности, стоящие перед человеком, перед человечеством в целом, стали обнажаться, когда они сделались достоянием не только отдельных ученых, а превратились в одну из наиболее популярных тем, которые обсуждаются широкой публикой, все чаще и чаще возникает вопрос: а что же делать?

Настоящая наука не спешит с ответами. Она ищет способы преодоления возможных кризисов. Сейчас мы переживаем интересный этап — происходит постепенная цементация этих усилий, их объединение вокруг некоторых общих принципов. И я думаю, что главный из них — это исследование критических характеристик биосферы, той грани, того края пропасти, сделать шаг за который человечеству уже не дано! Эту грань мы условились называть границей гомеостаза.

Мы уже подробно обсуждали понятие гомеостаза в предыдущей главе. Оно не случайно все чаще начинает появляться на страницах научных журналов и книг и широко используется при изучении процессов, протекающих в биоте и человеческом обществе. Понятие гомеостаза очень широкое и, помимо свойств стабильности, включает в себя целый ряд особенностей процессов развития отдельных организмов, сообществ, общественных групп и т. д. И главное, оно позволяет говорить об общей, глобальной стабильности, о возможности самого существования человечества на планете.

Конечно, гомеостазис — понятие не формализованное. Его часто отождествляют с понятием устойчивости. Но устойчивость — это математический термин, имеющий четкий однозначный смысл. А формализация гомеостаза как устойчивости в смысле Ляпунова или в другом строгом смысле очень обедняет его содержание. По-видимому, имеет смысл отождествлять гомеостазис с понятием устойчивости только тогда, когда речь идет лишь об очень простых моделях.

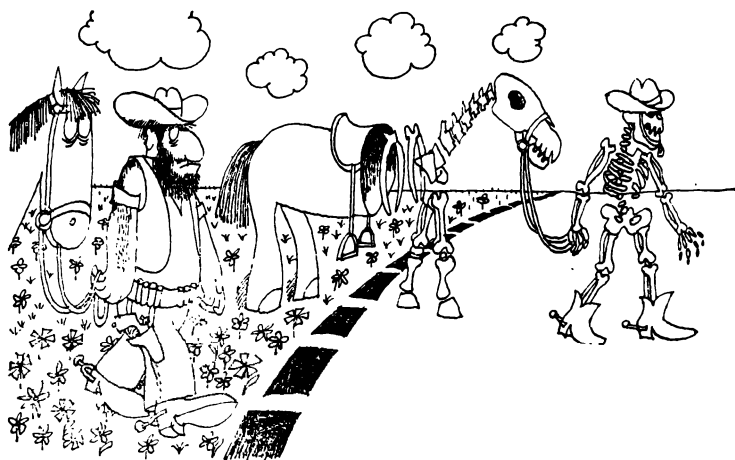


Я думаю, что наиболее удобно говорить даже не о гомеостазисе, а о границе гомеостазиса, понимая под этим границу области существования, за которой существование организма невозможно.

Естественное стремление к гомеостатическому равновесию — это стремление организма, популяции так изменить свое состояние, свои параметры, характеристики, а если речь идет о человеке, то и параметры окружающей среды, чтобы быть возможно дальше от границы гомеостазиса.

Как мы уже говорили, гомеостазис отдельного индивидуума, отдельной группы индивидуумов не тождествен гомеостазису популяции. Однако в процессе эволюции выработались, по-видимому, некоторые механизмы, заставляющие отдельных индивидуумов учитывать в своем поведении интересы популяции в целом. Примеров тому более чем достаточно, и мы о них уже говорили.

Таким образом, изучение гомеостатического равновесия живых организмов, популяций и биосферы в целом приводит, по существу, к анализу своеобразных компромиссов, причем эти компромиссы, разумеется, определяются внешней средой, объективными условиями существования отдельных индивидуумов, популяций, видов



и т. д. Но внешние условия непрерывно меняются. Как же в этом случае поддерживается гомеостазис?

Если анализировать поведение живых организмов и популяций отдельных видов, мы легко обнаружим существование механизмов адаптации. Они могут быть самой разной природы. Некоторые из них нам сейчас уже хорошо известны. Примером тому является механизм естественного отбора. Сообщество живых организмов платит огромную цену, иногда жизнь большинства особей данной популяции за то, чтобы поддержать гомеостазис сообщества в целом. Некоторые механизмы нам непонятны и по сей день. Известно, например, что взрыв рождаемости саранчи бывает после нескольких засушливых лет, когда над всей популяцией нависла смертельная опасность. И какая-то неизвестная нам реакция дает вспышку биологической активности популяции в целом, компенсируя урон, нанесенный внешними обстоятельствами.

В человеческом обществе также можно говорить о гомеостатическом равновесии отдельных его членов, отдельных групп, объединенных по тому или другому признаку, о гомеостазисе классов, национальных государств и т. д. И существование этого большого спектра различных гомеостазисов, к сохранению которых стремятся их носители, превращает существование человеческого общества в непрерывную диалектическую цепочку конфликтов, противоречий, компромиссов, в единстве которых и существует человечество. Производственная деятельность — это основа существования человеческого общества, она же и порождает самые острые конфликты. Наиболее ярким конфликтом человеческой истории стал конфликт, возникший в силу стремления эксплуататорских классов сохранить свой классовый гомеостазис. «История человечества — это история борьбы классов».

Я уже обращал внимание на то, что в животном мире существуют механизмы, которые заставляют отдельных индивидуумов жертвовать своей стабильностью, а иногда идти на смерть во имя сохранения гомеостазиса популяции в целом. Еще чаще мы сталкиваемся с подобными явлениями в человеческом обществе. Но между этими проявлениями есть, конечно, большая разница. В животном мире все подобные действия носят рефлекторный характер. Мы плохо понимаем характер механизмов, передающих подобные правила поведения от

одного поколения животных другому. Тем не менее поведение оленя, защищающего свою самку и детеныша от волка, было каким-то образом закодировано. У человека эти «поведенческие инстинкты» уже не столько инстинкты, сколько результат воспитания и его собственной разумной деятельности, уклада и правил функционирования общества в целом. Героическое поведение миллионов советских граждан во время Великой Отечественной войны тому яркий пример. Гомеостазис, устойчивость государства в целом сделалась на том этапе жизни людей более значимой, чем личное благополучие.

В последнее время вследствие бурного роста производительных сил, особенно их технологических элементов, произошло нарушение равновесия в механизме человек — природа. А рост вооружения в его самой опасной форме — термоядерные, нейтронные бомбы и т. д. — поставил под угрозу существование человеческой цивилизации. Вот почему обеспечение общечеловеческого гомеостаза объективно направлено на развитие международного сотрудничества, и изучение этой проблемы дает дополнительную аргументацию в пользу той качественно новой структуры международных отношений, которая необходима для сохранения человечества и которая сейчас возникает прежде всего благодаря усилиям Советского Союза.

Еще много лет назад академик В. Вернадский сказал: «Ни один живой организм не может существовать в среде, созданной из его отбросов». Определенный минимум пищи также, наверное, необходим. В предыдущем разделе мы говорили о возможной потере равновесия биосферы и нарушении термического равновесия Земли, способных создать условия, при которых человечество существовать не может. Хоть граница гомеостаза нам сейчас еще не известна, целый ряд авторов, в том числе и Д. Форрестер, настойчиво говорит, что, по существу, человечество уже находится в ее опасной близости. Конечно, это лишь предположение. Но когда речь идет о существовании всего человечества, любое предположение требует проверки. Ибо это один из тех вопросов, легкомысленное отношение к которому недопустимо!

Первая реакция на все эти факты — сохранить *status quo*; во всяком случае, в области народонаселения и объема производства. Прекращение роста насе-

ления, прекращение роста капитала и т. д. Д. Медоуз называет равновесием. Такое понимание равновесия отражает, точнее отражало, точку зрения, в частности, Римского клуба. Правда, последние публикации показывают известную эволюцию его концепций: статус-кво заменяется представлением о допустимости «ограниченного развития». Но может ли это равновесие решить проблему? Предположим, что оно возникло. Ну а что тогда? Ведь, по существу, предлагается прекратить развитие производительных сил. Но это значит прекращение развития человеческого общества, ибо развитие производства, производительных сил — это и есть основа активной деятельности людей. И этому учит история. Великие цивилизации прошлого погибли не только от тех или иных внешних сил. Рим был разбит германцами, а Китай монголами не потому, что германцы и монголы были сверхсильными врагами. Древние Рим и Китай погибли от собственной слабости. А эта слабость и разложение общества были следствием прекращения развития производительных сил. Вмороженность общества в жесткую и устаревшую структуру производственных отношений прекратила рост производительных сил. В этом и состояла причина, породившая апатию, слабость и безволие ничтожных тиранов, не способных защитить даже те крохи былого величия, которые у них еще оставались.

Гомеостазис человечества как вида необходимо требует определенных темпов развития общества, и прежде всего развития производительных сил. Об этом говорит весь исторический опыт! Прекращение роста капитала (фондов), по-видимому, не менее опасно для общества, чем превращение Мирового океана в свалку человеческих отбросов. Итак, гомеостатическое равновесие предполагает определенный темп развития производительных сил. Возможен ли он?

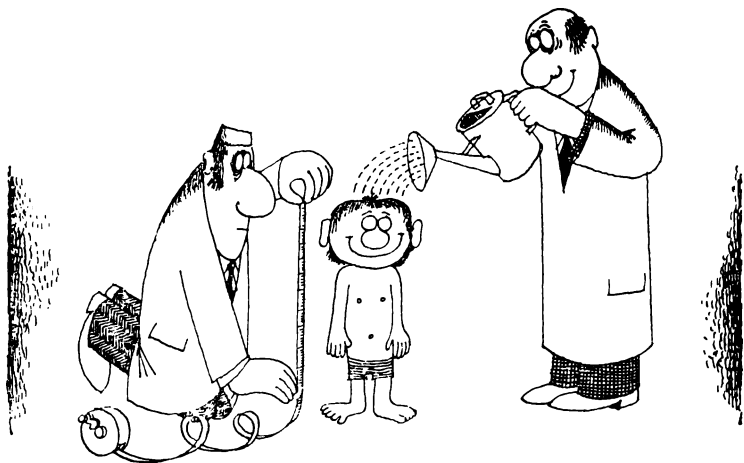
Вот здесь и должна сказать свое слово наука. Здесь нужны коллективные усилия не только ученых разных специальностей, но и разных стран. Сам собой этот проход между Сциллой и Харибдой, между гибелью человечества от его непланируемой активности и его гибелью от прекращения прогресса найден быть не сможет!

К сожалению, есть и другие точки зрения. Сделаем еще несколько замечаний о концепции «рыночников».

## ОТ МЕХАНИЗМА РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ К МЕХАНИЗМУ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРОГРАММ

В сентябре 1974 года в Париже проходил международный конгресс «План действий ради человечества». Этот конгресс был создан очень интересной международной неправительственной организацией — Институтом жизни, основателем и нынешним президентом которого является известный французский медик, профессор Парижского университета Маруа. Институт поставил своей целью объединение усилий ученых различных стран вокруг любых проблем, угрожающих жизни — существованию человека на Земле. Он систематически проводит международные научные конгрессы, посвященные различным аспектам человеческой деятельности, которые могут быть опасными для будущего. На них обсуждались вредные последствия, которые могут быть вызваны развитием ядерной энергетики, проблемы, угрожающие генетическому фонду человечества, возможные последствия компьютеризации и т. д.

На этот раз в центре внимания конгресса были такие проблемы, как оскудевание земных ресурсов, энергетический кризис, защита окружающей среды, проблема развития стран «третьего мира» и т. д. Этот форум собрал видных представителей экономической мысли, специалистов в области моделирования, экологов и других специалистов, мнение которых небезынтересно в определении перспектив и стратегии развития челове-



ского общества. Содержательная дискуссия показала озабоченность участников конгресса сложившейся ситуацией и стремление отыскать наиболее рациональные способы использования ресурсов и направление человеческих усилий. Но одновременно в целом ряде докладов, выступлений и кулуарных дискуссий очень четко прозвучала та мысль, о которой мы уже говорили: «А нужен ли вообще план действий ради человечества?»

Да, конечно, ресурсы Земли оскудевают. Становится меньше нефти. Уже ощущается дефицит серебра, цинка и некоторых других металлов. Но ведь есть механизм, который столько лет работал «самым безотказным образом». Это Всеобщий Рынок. Станет меньше нефти?! На нее автоматически поднимутся цены. Это заставит предпринимателей изыскать способы использования менее дефицитных видов топлива. То же самое с серебром. Рынок заставит найти его заменитель. И т. д.

Итак, вера в рыночный механизм! Вера в то, что все обойдется: обратные связи, рожденные Рынком, автоматически выработают ту единственную, самую совершенную форму человеческих действий, которые необходимы людям!

Я не случайно в этой книге столько слов посвящаю борьбе с «рыночной идеологией». Я убежден в том, что это заблуждение, заблуждение очень распространенное и, безусловно, самое трагическое в истории человечества. Заблуждение, которое ведет людей к апатии в тот период, когда на пути своего развития они встретили опасность, общую для всей цивилизации, требующую концентрации энергии и таланта всех людей независимо от цвета кожи, религии, национальности и т. д.

Уважаемый читатель, не подумайте, что я дремучий ретроград, который отвергает рыночный способ распределения потребительских товаров. Этот механизм, конечно, полезен и может быть широко использован и в плановом хозяйстве. Он позволяет при известных условиях лучше, чем какой-либо другой механизм, выявить потребности общества и преодолеть многие трудности в плановой экономике. Не об этом рынке я говорю. Я говорю о том Всеобщем Рынке, который не только соизмеряет различные ценности, но и, по мнению моих оппонентов, в сочетании с частной инициативой является единственным механизмом, обеспечивающим развитие общества.

Рыночный механизм породил на Западе уверенность в том, что он в конце концов выводит экономику из любых трудностей и тупиков.

Вот это заблуждение и есть самое опасное в наследстве, которое осталось от рыночной эпохи. Оно обезоруживает людей перед лицом действительно большой опасности.

Мне приходилось много спорить с теми, кто видит в классическом рыночном механизме основной инструмент дальнейшего развития экономики. И я убедился в том, что вера в этот механизм основывается на двух, как правило, явно неформулируемых предположениях. Их выдают обычные контрвопросы: «А что взамен? Разве можно полагаться на разум?»

Значит, первое предположение — это трансцендентность проблемы, ее недоступность для тех средств анализа, которыми располагает человек сегодня.

Конечно, может быть, наши знания сегодня и недостаточны, но завтра возможно иное. Для того и пишется эта книга, чтобы показать необходимость интенсификации научных исследований и объяснить, в каких направлениях следует вести поиск. Правда, иногда и к этому добавляют: «Ну хорошо, мы поймем, что надо делать, а где гарантия, что это будут делать?!»

Трудно быть во всех случаях жизни оптимистом. Еще труднее давать какие-либо гарантии. Но я думаю, что ясно понятая необходимость определенных действий, без которых разрушится устойчивость жизни, будет тем аргументом, который заставит людей действовать! Я полагаюсь при этом не только на разум людей. Я считаю, что ощущение опасности, нависшей над популяцией в целом, заставит сработать те защитные механизмы, которые существуют в живом мире! Значит, надо их понять и объяснить!

Если следовать идеям сторонников рыночной, а не плановой экономики и постулировать неспособность людей правильно оценить ситуацию и принять правильное решение, то действительно остается одно — уповать на Рынок, который якобы срабатывает автоматически.

«Не давая никому никаких предпочтений, он действует в интересах всех людей одновременно — он служит человечеству в целом» — вот второй их аргумент.

Я думаю, что и он несостоятелен. Во-первых, идеальный Рынок, без предпочтений, вообще никогда не суще-

ствовал. Имперские преференции колониальных держав, национальные суверенитеты, различные пережитки меркантилизма существовали всегда. И чем дальше, тем хуже! Началась концентрация капитала, стали создаваться корпорации сначала национальные, а затем и международные, что постепенно ликвидировало даже то квазиравенство, которое, казалось, существовало в XIX веке. Создалась база для предпочтений, исключавшая возможность отображения в мировых ценах истинных потребностей человеческого общества.

В последние десятилетия огромное значение приобрели международные монополии, которые, собственно говоря, и сделались хозяевами мирового Рынка. Поэтому полагаться на «общие законы рынка» — это практически то же самое, что и вера западных экономистов в добрые желания международных монополий устроить счастливую жизнь на Земле! Какая же может быть альтернатива рыночным механизмам?

Для ответа на этот вопрос прежде всего следует обратиться к опыту Советского Союза. После окончания гражданской войны Советское правительство столкнулось с принципиально новой для тех времен проблемой управления народным хозяйством страны в отсутствие какого-либо рыночного механизма. Он был начисто разрушен революцией и гражданской войной. Речь тогда шла о гомеостази́се только что возникшего социалистического государства, о том, как подняться на ноги и выжить. И тогда возник «программный метод» с его четкой связью: политическая доктрина → программа (промежуточные цели) → план (способ рационального распределения усилий) → механизмы реализации.

Здесь нет необходимости подробно говорить о «программном методе»: ему мы посвятили специальную главу. Заметим лишь, что «программный метод» — широкая, всеобъемлющая международная программа рационального использования природных ресурсов и развития производительных сил — вот та естественная альтернатива рыночным механизмам! Но войдут ли усилия людей в русло международных программ?

Это зависит от многих причин, и от исследователей в частности, которые могут продемонстрировать бесперспективность других альтернатив. Тем более что они существуют, и существуют опасные тенденции их реализации!



Наряду с созданием крупных программ, которые откроют перспективы целенаправленной деятельности человечества, вполне реально и возрождение тенденций меркантилизма. Конечно, это возрождение торгашества будет происходить на совершенно иной основе, нежели в XVIII веке. В течение последних 200 лет монархи исчезли, но появились могущественные корпорации, и прежде всего корпорации международные. Произошло и много других изменений. Но содержание этого явления остается старым.

Только в XVII веке меркантилизм содействовал становлению абсолютизма, ограничивал власть церкви, содействовал становлению прогрессивных по тем временам производственных отношений — одним словом, в то время он был прогрессивным явлением. Идеологи меркантилизма — Макнавелли на Западе, Посошков в России — каждый по-своему содействовали разрушению тех пут, наложенных феодализмом, которые тормозили развитие человеческого общества. Возврат к меркантилизму сейчас, в конце XX века, был бы трагедией, которая могла бы поставить человечество на край пропасти. И все же тенденции возрождения меркантилизма на основе международных корпораций налицо.

Это особенно ярко показал последний нефтяной кризис. Его острота была обусловлена не столько реальной нехваткой топлива, сколько торгашескими, меркантильными интересами нефтяных монополий. Конечно, деньги, любые деньги: доллары, марки, иены — не играют уже такой роли, как в период золотого стандарта. Но зато запасы ресурсов — например, нефти — это нечто по-настоящему реальное, обладание когорым обеспечивает престиж, власть и все то, что может дать власть и престиж. А что реального в программах?! Что они могут дать монополиям, государствам, простым людям?!

Это еще надо понять! К тому же реальность любой международной программы — это в конечном итоге изъятие части национального дохода (или дохода корпорации) для выполнения работ, нужных для всего человечества. И должны быть достаточно веские аргументы, чтобы этой частью дохода жертвовать!

В последние годы в рамках научной дисциплины, именуемой «Теория исследования операций», подробно

изучалась та ситуация, которая может возникнуть, когда речь пойдет об утверждении международных программ и содержании тех процедур и аргументов, которые окажутся при этом необходимыми. В результате этих исследований выяснились удивительные факты. Попробуем о них рассказать, не вдаваясь в математические подробности.

Каждая страна является суверенной и обладает, во всяком случае юридически, полными правами и возможностями распоряжаться своими ресурсами и доходами. Примем это как аксиому. Ее национальные интересы определяются, если исключить субъективные и случайные обстоятельства, соотношением ее состояния и границей ее локального гомеостазиса. Но, кроме того, любое из государств находится на Земле и, следовательно, для него необходимо глобальное гомеостатическое равновесие.

Таким образом, та ситуация, которая сейчас разыгрывается на нашей планете, относится к числу своеобразных конфликтов, когда все его участники, каждый из которых имеет свои собственные интересы, связаны между собой, кроме того, одним общим интересом.

Принятие любой международной программы — это всегда выработка некоторого коллективного решения в условиях, когда каждый из партнеров имеет свои собственные интересы, не всегда противоположные, но всегда несовпадающие.

Теория коллективных решений — это большая и важная глава исследования операций. Тем не менее она не богата результатами. По существу, участникам конфликта, если у каждого из них свои собственные интересы, отличные от интересов других участников, не так-то просто договориться. Математическая теория здесь не может быть богатой!

Сегодня существуют только два принципа выбора компромисса: принцип эффективности (принцип Порето) и принцип устойчивости (равновесие по Нэшу).

Если существует такой вариант решения, который по сравнению с другими вариантами выгоднее одновременно всем партнерам, то подобный выбор мы называем эффективным. Если вариант компромисса является эффективным, то у него уже довольно много шансов быть принятым: ведь он же выгоден всем! Но, оказывается, одной эффективности еще недостаточно! Компромисс должен быть устойчивым.

Решение мы называем устойчивым, если оно обла-

дает следующим замечательным свойством. Предположим, что кто-то из партнеров не выполнил своих обязательств, то есть распорядился своими ресурсами не так, как было обусловлено выбором и коллективной договоренностью. Если выбор был устойчив (то есть согласно терминологии теории игр выбранный вариант был точкой равновесия по Нэшу), то проиграет прежде всего тот партнер, который не выполнил своих обязательств.

Устойчивость, как показывает практика, является важнейшим аргументом при формировании компромисса. Она является автоматической защитой против недобросовестности.

Каждый из этих принципов принятия решений вполне разумен и может быть использован на практике. Но беда состоит в следующем. Как правило, в реальных ситуациях либо отсутствуют устойчивые и эффективные решения (компромиссы), либо эффективные решения неустойчивы, а устойчивые — неэффективны.

Последнее означает следующее. Предположим, что мы нашли эффективный выбор и условились его принять в качестве решения компромисса. Но если эффективный выбор неустойчив, то какой-либо партнер, нарушивший этот выбор, может за счет других партнеров добиться лучшего для себя результата. Зная это обстоятельство, партнеры могут не согласиться принять эффективный компромисс, опасаясь, и не без оснований, недобросовестности партнеров.

Точно так же мало шансов надеяться на то, что компромисс будет принят, если будет считаться, что он устойчив, но неэффективен. В самом деле, зачем партнеры будут принимать решения, которые будут для них не самыми выгодными?!

Таким образом, теория принятия решений в коллективных конфликтах не дает каких-либо приемлемых однозначных решений.

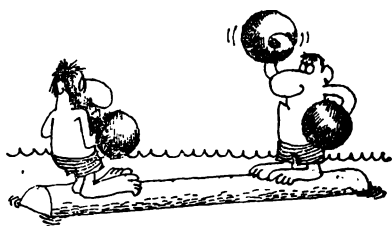
Это утверждение справедливо для общего случая. В отдельных конкретных ситуациях дело может обстоять совсем иначе. Структура интересов партнеров может оказаться такой, что эффективные решения окажутся одновременно и устойчивыми. В этом случае, очевидно, партнерам уже легко договориться о компромиссе. В результате его реализации все партнеры получают наивыгоднейшее для себя распределение ресурсов и усилий и одновременно будут лишены риска обмана,

что какой-либо из них отступит, во всяком случае сознательно, от принятой программы.

Ситуация, которую мы рассматриваем, как раз и относится к этому специальному типу конфликта. Она называется «Путешественники в одной лодке». Каждый из путешественников имеет свои собственные цели, но все они связаны одной общей целью — доплыть на лодке, на одной и той же лодке, до берега. Этот тип конфликта подробно изучался покойным профессором МГУ Ю. Гермейером и сотрудником ВЦ АН СССР И. Вателем. Они показали, что в рассматриваемом случае всегда существует эффективное решение и оно устойчиво. Этот результат является строгой математической теоремой.

Та ситуация, которая обсуждается в этой главе, как раз и относится к числу тех, которые можно назвать «Путешественники в одной лодке». Только лодкой является наша планета.

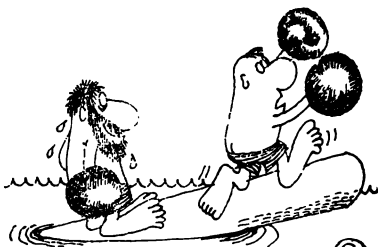
В приложении к этой ситуации теорема Гермейера — Вателя будет означать, что такая стратегия, которая выгодна всем, существует. Более того, она означает, что эта стратегия будет всем



①



②



③

одновременно более выгодна, чем любая другая! И если какое-либо государство не выполнит своих обязательств, то оно проиграет больше всех.

Конечно, пока что доказана только теорема: это только Existenzsats — теорема существования. Она утверждает лишь, что только одно устойчивое решение, которое для всех является наилучшим, существует. Его надо еще найти. Но и доказанный факт существования имеет огромное практическое значение. Он вселяет уверенность в исследователей: надо искать, поиски не будут тщетными, ибо решение существует!

Это искомое состояние равновесия определяется прежде всего границей гомеостаза, то есть теми критериями и критическими значениями параметров, которые определяют возможность существования человеческого общества. Значит, если мы будем достаточно хорошо знать эти значения, то есть если в результате научных исследований мы получим о них достаточно надежную информацию, ученые будут в состоянии представить лицам или организациям, отвечающим за национальные бюджеты и национальные программы, достаточно убедительные аргументы для производства этих затрат.

Вот эта особенность той конфликтной ситуации, в которую погружается сейчас наша планета, служит источником определенного оптимизма и базой для конструктивных решений проблемы существования. Я бы сказал, что результаты последних лет заложили основу для построения математической теории сосуществования, теории, которая позволит странам с разным государственным, экономическим и политическим устройством находить взаимовыгодные решения.

В свете тех усилий, которые предпринимает наша партия для мирного урегулирования трудных международных проблем, такое научное обоснование кажется очень важным.

Подведем теперь некоторые итоги.

Если будет реализована система целенаправленных научных исследований, и если их результаты станут широко известными, и если эти результаты будут носить не характер рекламных паблисити и спекуляций на озбоченности людей, а характер достоверных фактов, то, я уверен, у человечества хватит мудрости и энергии для того, чтобы свернуть с пути развивающегося меркантилизма на путь широкого международного сотрудниче-

ства. Но для всего этого нужна международная научная программа.

Сегодня существуют и формируются различные научные планы: проводятся семинары, совещания, конгрессы, визиты, контакты, диалоги. Все это хорошо и обуславливает необходимый этап международного сотрудничества. Но этого еще бесконечно мало. Необходима программа в том смысле, в каком ее понимает «программный метод».

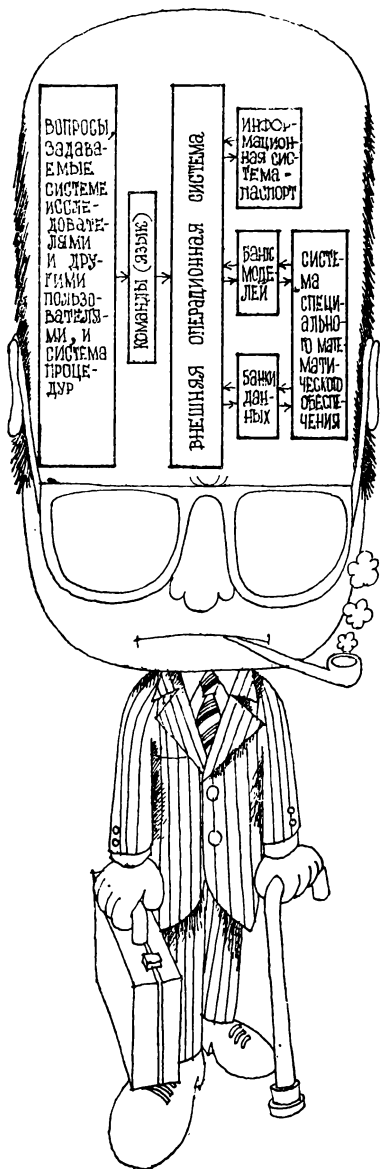
### **«МИНИМАЛЬНАЯ» СИСТЕМА МОДЕЛЕЙ**

Итак, альтернативы быть не может. Если человечество хочет сохранить себя как биологический вид, если оно хочет избежать деградации общества, то необходима программа, единая стратегия использования земных ресурсов. Сегодня еще рано говорить о ее содержании. Сегодня мы можем обсуждать лишь частные проблемы: предотвращение гибели лососевого стада в Тихом океане, борьбу с токсичностью ДДТ, говорить о совместной эксплуатации богатств Севера или Антарктиды и т. д.

Для формирования общей стратегии необходимы знания, которых сейчас у нас еще недостаточно или просто нет. Значит, первой подпрограммой должна быть программа научных исследований. И эти исследования должны быть не просто координированы; они действительно должны представлять программу, то есть они должны иметь единые цели, единое руководство и единый бюджет. По глубокому моему убеждению, эта программа должна быть направлена на создание некоторой человеко-машинной системы. И формирующаяся система знаний должна быть сразу задумана как человеко-машинная система. Что это значит?

По мере реализации научной программы и развития исследований будут накапливаться знания. Но ведь они нужны не сами по себе; они нужны для принятия практических решений и для развития смежных дисциплин, для получения новых знаний. Следовательно, они должны быть доступны для всех тех, кто принимает решения и кому нужны накопленные знания для дальнейших исследований.

Это значит, что результаты исследований, модели и данные должны оформляться вполне определенным образом и представлять собой систему. Она, эта система, должна допускать непрерывное развитие, а ее блоки —



гарантировать замену более совершенными.

Такой подход позволит не только избежать возможной рассогласованности информации, которая будет возникать в результате исследований. Он позволит фокусировать усилия исследователей на тех вопросах, которые в наибольшей степени задерживают создание проекта. Подобная организация (структуризация) исследования позволит увидеть лакуны (провалы, пробелы), обеспечит унификацию уровня детализации различных исследований, позволит избежать дублирования и обеспечит наиболее экономное расходование средств.

Очень условно архитектура этой системы изображена на прилагаемой схеме на этой странице.

Основой этой системы является, конечно, система моделей. Именно моделей, ибо все остальное — средства обеспечения ее работы. Система моделей определяет, в частности, и банки данных. Последнее замечание очень существенно, если угодно, играет роль некоторого принципа. В самом деле, оно утверждает тот факт, что создание информации, то есть экспериментальная

деятельность и статистические службы, должно быть ориентировано на те модели, которые определяют описание процессов. Только выполнение этого принципа позволит превратить в систему те интенсивные, но разрозненные исследования, которые сейчас ведутся в экономике, экологии, климатологии и других областях науки. Реализация этого принципа позволяет сфокусировать усилия исследователей, значительно повысить эффективность капиталовложений в исследования.

Вряд ли в этой книге имеет смысл сколько-нибудь подробно говорить о структуре моделей. Да это и невозможно, поскольку для этого потребовалось бы написать книгу, заведомо превосходящую книги Д. Форрестера и Д. Медоуза, вместе взятые. Поэтому мы ограничимся лишь некоторыми замечаниями.

Автор этой книги предложил так называемую «минимальную модель». В ней описан тот минимальный перечень параметров и взаимосвязей, который должен послужить отправным пунктом исследования.

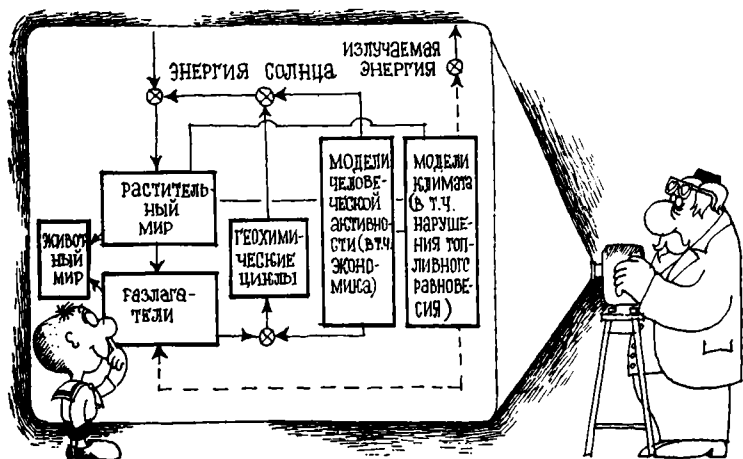
Система моделей должна состоять из ряда базовых моделей, которые дают описание процессов, происходящих в биосфере (энергообмен в биоте, эволюция климатологических факторов, геохимические циклы и т. д.), и моделей человеческой активности. Условный характер взаимосвязи этих моделей показан на схеме на 218-й странице.

Я хотел бы здесь обратить внимание на то, что влияние человеческой активности на энергетические процессы в биоте весьма многогранно. Это обстоятельство предъявляет необычные требования к экономическим моделям и требует введения совершенно нового класса производственных функций.

Выше, критикуя модели «системной динамики», я уже подчеркивал необходимость учета не только изменения демографических характеристик, не только изменения производства и объема фондов, но учета и научно-технического прогресса, поскольку именно он определяет трудности, с которыми сейчас человечество сталкивается, и вселяет надежды на их преодоление.

Далее, в системе моделей, описывающих человеческую активность, важное место должны занять модели использования ресурсов. Сегодня существует много разных подходов к описанию этого процесса. Как правило, за основу принимается гипотеза ограниченности ресурсов и делается прогноз времени их исчерпания.





В «минимальной модели» принята другая схема. Запасы ресурсов считаются неограниченными, но их извлечение требует по мере их использования все большей и большей затраты энергии и человеческих усилий. Такая схема мне кажется более реалистичной. Я ее уже пояснял на примере использования нефтяных запасов.

«Минимальная модель» человеческой активности — это, так сказать, стартовая модель. В дальнейшем она должна расширяться и перестать быть минимальной. По нашему замыслу, она должна постепенно превратиться в многоярусную систему, способную описать и глобальные и региональные процессы в экономической сфере. По мере развития эта система должна тесно увязываться с экологическими проблемами, с процессами, происходящими в биоте.

Профессор М. Лемешев справедливо подчеркивает, что пришло время создавать новое направление экономической науки. Уже нельзя отдельно изучать экономические и экологические проблемы. Вот эту цель и преследует развиваемая концепция «минимальной модели».

Реализация этих принципов требует новых подходов к моделированию. По существу, описание экономических процессов и процессов, происходящих в биоте, должно быть как-то унифицировано.

Реализация такой системы моделей, доведение ее до такого состояния, когда она сможет служить инструментом решения практических задач, встречает целый

ряд весьма существенных трудностей, и главная из них — отсутствие необходимой информации. Этой информации, вероятнее всего, просто нет в природе, так как экономическая наука в ней раньше не нуждалась. Значит, понадобятся специальные усилия экономистов, чтобы ее создать. А экономисты, к сожалению, на все обсуждаемые проблемы смотрят несколько иначе, чем мы, «машинные математики» и «системщики».

Экономист прежде всего стремится оценить ущербы; ущербы от загрязнения, например. Это, конечно, очень важная характеристика. Группа экономистов, проанализировав медицинскую информацию, смогла оценить потери рабочего времени из-за болезней, вызванных загрязнением атмосферы. Это очень нужная работа. Но такие исследования недостаточны для того, чтобы создать целостное представление о ситуации. Ущерб несет всегда векторный характер, их нельзя свести к одним рублям. Увеличение смертности из-за грязи — это ущерб, ухудшение генетического фонда — это тоже ущерб и т. д. Чтобы правильно оценить вредность того или другого фактора, следует, вероятно, связать его с общей программой развития, понять, насколько он тормозит ее реализацию. Поэтому проблема «стыковки» конкретных экономических исследований с общесистемными представляется еще достаточно трудной.

Мы подробно обсудили некоторые особенности формирования блоков человеческой активности. Но «минимальная модель» содержит и другие блоки.

### **БЛОКИ, ОПИСЫВАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В БИОТЕ**

Формализованное описание процессов, происходящих в биоте, было положено работами итальянского математика В. Вольтерры, который в начале XX века предложил свою знаменитую модель «хищник — жертва». Впоследствии эти исследования были развиты самим В. Вольтеррой и его многочисленными учениками. Значительный вклад еще в предвоенные годы внес в эту теорию один из соратников академика В. Вернадского, профессор В. Костицын.

В основе моделей В. Вольтерры лежит анализ трофических связей и их следствий — грубо говоря, описывается, кто кого ест и как это сказывается на увели-

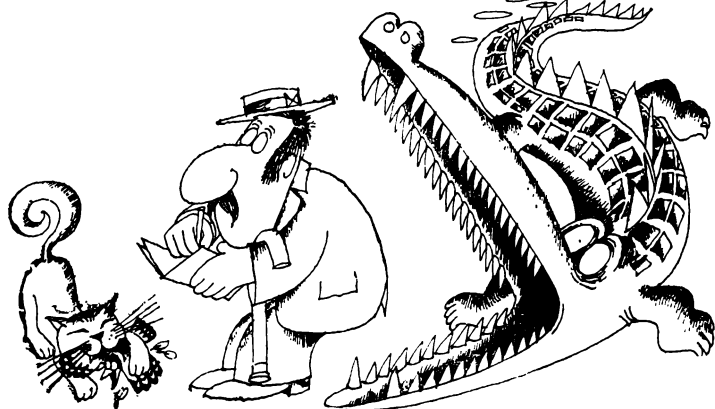
чении численности тех и других (или объема биомассы).

Метод В. Вольтерры — это первый крупный шаг в создании теории моделирования процессов в живом мире. Однако он далеко не универсален. Чем сложнее сообщества живых существ, тем многообразнее и сложнее трофические связи. В сложных сообществах проследить все особенности рационов оказывается столь же трудно, как и зафиксировать соударения молекул газа. Наряду с методами, основанными на детальном описании трофических связей, нужны и другие подходы.

Эти «новые» подходы связаны с работами наших соотечественников, и прежде всего со школой академика В. Сукачева и профессора Н. Тимофеева-Ресовского.

Академик В. Сукачев создал представление об элементарных ячейках биосферы — биогеоценозах. Эти исследования получили дальнейшее развитие в работах профессора Н. Тимофеева-Ресовского. По его определению, биогеоценозом называется часть биосферы, через которую не проходит ни одна из существенных геохимических или географических границ. Благодаря этому связи внутри биогеоценоза значительно сильнее его внешних связей.

В результате исследований этой школы возникла стройная концепция, представляющая биоту как совокупность ее элементарных частиц — биогеоценозов, свя-



занных между собой геохимическими циклами, перемещениями воды и растворов, флуктуациями климата и, конечно, человеческой активностью.

Концепция биогеоценозов весьма удобна еще в одном отношении: она позволяет вводить агрегированное описание, ибо комбинация биогеоценозов снова является биогеоценозом и т. д. Вся биосфера — это в конечном счете тоже некоторый биогеоценоз. Таким образом, создается гибкая схема не только для описания различных процессов, происходящих в биосфере, но и для использования самых различных методов анализа.

Выше я уже заметил, что одно из требований системного анализа — это единство описания различных блоков системы. Концепция биогеоценозов позволяет описывать процессы биоты на том же языке, что и процессы экономические. Не вдаваясь в детали, замечу только, что экономика, процессы производства — это процессы преобразования одних веществ в другие с помощью искусственной энергии. Процессы, происходящие в живом мире, — это процессы преобразования одних веществ в другие с помощью энергии Солнца. Значит, описание тех и других процессов может быть осуществлено с помощью некоторых феноменологических выражений, имеющих смысл производственных функций. Для описания этих «производственных» функций биоты может быть использован метод В. Вольтерры. Вот такая схема была впервые предложена, вероятнее всего, Ю. Свиричевым.

Но для описания процессов биоты анализа отдельных биогеоценозов еще недостаточно. Биогеоценозы связаны между собой так называемыми геохимическими циклами, то есть круговоротом веществ в природе. Это специальное большое направление в исследованиях.

Структура геохимических циклов особенно подвержена влиянию человеческой деятельности. Поступая в атмосферу или воду, различные химические вещества могут значительно изменять характер функционирования биогеоценозов.

Таким образом, хотя сегодня мы и находимся только в самом начале пути, уже созданы определенные представления и о структуре системы моделей, и о принципах их построения. Все это является крупным завоеванием отечественной школы анализа систем.

## КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЙ БЛОК

Этот блок является, может быть, важнейшим блоком системы, имитирующей функционирование биосферы. Поэтому он обязательно должен оцениваться на уровне «минимальной модели». В самом деле, ведь вся жизнь на Земле определяется в конечном счете климатом. В первой главе я уже говорил о том, насколько мал диапазон условий, в котором возможна человеческая жизнь в нашем понимании этого слова. Не жизнь на уровне пещерных неандертальцев, а именно та культурная среда обитания, к которой привык человек и отказаться от которой он уже, наверное, не в состоянии.

Поэтому не случайно, что проблемам климата во всем мире уделяется очень большое внимание. Однако успехи здесь еще скромны.

Начнем обсуждение с одного интересного обстоятельства. Кажется, что мы все знаем, что такое климат. Однако строгого определения этого понятия, определения, которое исключало бы кривотолки, нет. Каждый автор, говоря о климате, вкладывает в него вполне определенное, но собственное понимание. Поэтому, чтобы читатель меня правильно понял, я должен тоже начать с объяснения того смысла, который я буду вкладывать в понятие «климат».

Когда говорят о погоде, то обычно трудностей не возникает. Сегодня в Москве хорошая погода, а в Ленинграде плохая, через час она изменилась и т. д. Значит, говоря о погоде, мы имеем в виду состояние атмосферы в данный момент, в данном месте. Оно определяется рядом очевидных параметров: температурой, влажностью, уровнем облачности, силой ветра и т. д. и т. п.

Климат — это нечто другое. Говорят о тропическом климате, об арктическом, континентальном, влажном, сухом и т. д. Значит, климат — это некоторая «средняя погода». Собственно, с этим согласны все. Но осреднение — это тоже не очень определенный термин. Чтобы он стал ясен, необходимо определить интервал осреднения. Вот здесь-то мнения и расходятся.

Говоря о климате, я буду иметь в виду «среднюю»

погоду с характерным временем порядка десятка или десятков лет. Значит, это средние температуры, средние влажности, и т. д. и т. п.

Проблемы осреднения типичны для задач моделирования. По существу, вся гидродинамика, все ее уравнения — это результат осреднения параметров движения молекул, заполняющих исследуемый объем жидкости. Но при осреднении возникают новые характеристики, которые раньше отсутствовали. Например, говорить о температуре или о давлении бессмысленно, если речь идет об исследовании движения отдельных молекул. Эти характеристики возникают только в осредненном движении.

Точно так же, говоря о климате, мы будем интересоваться некоторыми новыми характеристиками, о которых раньше было говорить бессмысленно. Важнейшая из них — это типичные пути циклонов. Именно они определяют те основные природные условия, то распределение влаги и температуры, от которых в основном зависит возможность производственной деятельности и прежде всего сельского хозяйства. Вот с этих позиций и посмот-



рим, что же делается в области моделирования климата.

Процессы в атмосфере определяются не только самим состоянием атмосферы, но и состоянием гидросферы, в первую очередь океанов. Уравнения этих процессов в общих чертах людям известны. Поэтому кажется, что данные о состоянии климата можно было бы получить, построив прогноз погоды на 10—20 лет вперед. Имея такой прогноз, уже нетрудно получить и все необходимые осредненные характеристики, именуемые климатом.

Но дело, оказывается, куда сложнее. Всем хорошо известно, как трудно построить хороший прогноз погоды даже на несколько дней. А долгосрочным прогнозам на много месяцев вперед вообще верить пока что нельзя!

И причина лежит не в качестве наших уравнений и не в мощи вычислительной техники и умении решать задачи, как думают многие. Трудность здесь другого рода. Решения уравнений гидродинамики атмосферы и океана неустойчивы. Это означает, что любая неточность (в том числе и машинная, при вычислениях), любая флуктуация, любой небольшой неучтенный фактор могут качественно перестроить весь характер процессов. И никаким наращиванием мощности ЭВМ с этим справиться не удастся. Нужны другие методы анализа уравнений. Здесь идег огромная работа большой армии специалистов, прежде всего метеорологов разных стран и математиков.

Другой подход к моделированию связан с долговременными колебаниями некоторых климатических характеристик, колебаниями с характерным временем осреднения порядка десятков тысяч лет. Наиболее выдающимся исследованием, которое относится к этому кругу вопросов, я считаю модель В. Сергина. Ему удалось дать схему эволюции палеоклимата, идентифицировать ее на разнообразнейшем материале и объяснить целый ряд фактов, бывших ранее не очень понятными. Работы В. Сергина — это научный подвиг. Они получили резонанс во всем мире, и теория палеоклимата успешно развивается. Но вряд ли эта теория нас серьезно продвинет вперед в решении проблемы антропогенного воздействия на климат.

Я думаю, что теория климатических изменений

с характерными временами порядка десятилетий не сможет получить удовлетворительного развития ни на базе работ, имеющих в своей основе традиционные метеорологические подходы, ни на базе теории палеоклимата. Для теории, которая нам позволит решать проблемы взаимодействия человека и окружающей среды, потребуется, по моему глубокому убеждению, новая схематизация процессов, происходящих в атмосфере и океане.

Вот одна из возможных схем.

Среди основных особенностей процесса, протекающего в атмосфере, есть такая, которая связана с условиями поглощения воздухом солнечной энергии. Атмосфера практически прозрачна для того диапазона частот, которые несут наибольшую энергию солнечного излучения. Это значит, что она очень мало нагревается непосредственно Солнцем, а больше, как говорят, подстиляющей поверхностью — поверхностью океана и земли. Они, поглощая энергию Солнца, нагреваются и начинают подогрывать атмосферу, излучая энергию тепловой части спектра, которая и поглощается атмосферой.

Основную роль здесь играет океан; и нетрудно понять почему. Количество тепла, переданное подстиляющей поверхностью атмосфере, зависит прежде всего от площади контакта; площадь же океана больше площади суши. Но не в этом еще дело. Площадь контакта многократно увеличивается вследствие волнения. Во время штормов, когда возникают брызги, она возрастает в тысячи раз. В этих условиях и количество тепла, переходящее из океана в атмосферу, также возрастает в тысячи раз. Именно поэтому часто говорят, что один циклон, зародившийся в экваториальной зоне, нагревает атмосферу больше, чем Солнце за весь год! Поэтому процессы в атмосфере чем-то напоминают сложный колебательный процесс.

Солнце непрерывно питает энергией систему «атмосфера плюс океан» (и плюс остальная часть подстиляющей поверхности). Происходит постепенное нагревание всей системы, так как относительно холодная атмосфера излучает в космос энергии меньше, чем получает от Земли. Такое состояние оказывается неустойчивым. Эта неустойчивость проявляется «срывами» в циклон. При этом часть энергии, накопленной в океане, переходит в атмосферу, она нагревается и начинает из-



лучать в космос больше энергии, чем получает от Солнца, до тех пор, пока не остынет. Затем цикл повторяется снова.

Конечно, это очень грубая схема. Но я думаю, что, отправляясь от подобных грубых схем, легче подойти к решению тех проблем, которым посвящена эта глава.

Вот я и рассказал о той схеме «минимальной модели», которая, как мне кажется, может служить частью первого этапа в разработке международной научной программы, изучающей антропогенные влияния на окружающую среду.

«Минимальная модель» отнюдь не претендует: в отличие от мировых моделей Д. Форрестера, Д. Медоуза, Месаровича, Пестеля и других на возможность ее использования в целях получения прогнозов будущей картины мира уже в ближайшее время. Ее задача состоит в другом — объединить в единую систему исследования экономистов, социологов, экологов, химиков, физиков и многих других ученых на базе единого модельного описания. Вот в качестве такой начальной модели, из которой выбросить уже ничего нельзя, и должна служить «минимальная модель». Она дает возможность, в частности, определить необходимые направления в статистической обработке данных и формализовать первоначальные требования к исследованиям в области теории климата, устойчивости биоты и т. д.

Римский клуб предлагает еще один вариант существования человеческого общества, которое характеризуется стабильностью населения и капитала. Члены его высказывают идею тайм-аута: временного ограничения активности людей, пока не станут ясны перспективы развития. Как понял, вероятно, читатель, я полагаю, что тайм-аут не нужен. Нужна срочная научная программа, формирующая основу, научную базу для принятия решений на международном уровне. Эту программу, по моему глубокому убеждению, надо сразу же реализовывать в форме некоторой человеко-машинной системы, которая должна допускать оценку и выбор возможных вариантов международных решений. Мы должны иметь возможность использовать ее по мере создания отдельных блоков, по мере накопления новых знаний в ее информационных банках, не дожидаясь ее завершения.

Эта система должна постепенно превратиться в специальную службу, регистрирующую состояние системы

и позволяющую оценивать альтернативные варианты развития взаимоотношения человека и биосферы. Возникающие национальные системы мониторинга (мониторинг — система наблюдения, регистрации и диалога с «пользователями») должны будут со временем превратиться в единую международную службу.

Формирование и реализация международной научной программы должны начаться незамедлительно. Вот это действительно необходимое условие. Если этого не будет сделано, если, как и теперь, мы будем оперировать лишь отдельными фрагментами той общей картины, о которой мы сегодня можем только догадываться, и не иметь целостного представления о роли человека в биосфере и возможных следствиях нашей деятельности, то действительно однажды придется брать таймаут или, может быть, даже прекращать развитие производительных сил. А реализация этих предложений, по моему глубокому убеждению, — первый шаг к деградации человеческого общества и постепенному возвращению к пещерному существованию!

На этом изложении эскиза положительной программы я и хотел бы закончить фрагментарное описание проблемы «Человек и биосфера» и ту дискуссию с Римским клубом, которая естественным образом возникла.

### **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В БОРЬБЕ ЗА МИР**

Я не раз говорил о несовершенстве современных моделей, описывающих процессы, протекающие в биосфере, о том, что мы стоим лишь в начале пути изучения эволюции планеты как единого целого. И тем не менее эти модели существуют, и не только существуют, но и начинают работать! Проводятся экспериментальные расчеты. С их помощью начинает проясняться суть некоторых сложных географических явлений. Другими словами, модели биосферных процессов глобального масштаба уже начинают приносить людям прямую пользу. В 1983 году с их участием произошло событие, значение которого для будущей цивилизации трудно переоценить. 31 октября — 1 ноября в Вашингтоне состоялся конгресс, посвященный анализу возможных последствий ядерной войны, если она однажды состоится. Кстати, конгресс так и назывался «Мир после ядерной войны». Но обо всем по порядку.

Уже 40 лет стоит перед людьми призрак ядерной

войны. Ученые — медики, физики, биологи — затратили много усилий на то, чтобы понять и оценить ее последствия. Прямые разрушения и гибель людей от взрывов, смертоносная радиация, генетические последствия и многое другое — все это подробно анализировалось и неоднократно обсуждалось на международных форумах. Но все эти обсуждения обладали одним недостатком — в них отсутствовали точные, наукой обоснованные количественные оценки, оспорить которые было бы невозможно. Их отсутствие создавало иллюзии, крайне опасные иллюзии, позволяющие надеяться на более или менее благополучный исход ядерной войны. Более того, на Западе и сейчас многие вполне серьезно рассчитывают на возможность выиграть ядерную войну. И именно расчет на победу в ядерной войне лежит в основе доктрин ведущих капиталистических государств. И что удивительно: говорят о ядерном превосходстве, о мнимой победе не только политики, которым еще кое-как можно простить невежество. Но вводят в заблуждение миллиарды людей и такие известные физики, как Э. Теллер, создатель американской водородной бомбы. Вот почему нужны не эмоциональные высказывания, а четкие количественные оценки, проверенные наукой. Нужны числа, причем, как и в любой науке, полученные независимо, учеными разных стран. Вот именно это и случилось в 1983 году. И оказалось, что самая страшная опасность в ядерной войне подстерегает людей даже совсем не там, где ее ожидали. Не только прямое разрушение и гибель людей от взрывов, не только убийственная радиация и инфекционные болезни... Как бы все это ни было страшно — основная опасность связана с климатическими последствиями, с таким изменением биосферы, которое пережить человечество не сможет. И поняли это ученые совсем недавно.

Несколько лет назад профессор Крудцен из института имени Макса Планка (ФРГ) обратил внимание на то, что высокие концентрации энергии при условии достаточного доступа кислорода порождают самоподдерживающиеся пожары. Это явление получило название «огненное торнадо». Чтобы оно возникло, не обязательно подвергать города ядерным ударам. Огненное торнадо может возникать всякий раз, когда концентрация энергии (а значит, и температуры) достигнет некоторого критического значения, а конфигурация материала, который может гореть, такова, что не мешает доступу

кислорода. Города с многоэтажными зданиями как будто бы специально построены для подобных пожаров. И в этих губительных пожарах сгорит все — не только дерево и пластики, но даже металлы, даже железобетон (точнее, его металлическая арматура).

Дрезден и Гамбург были первыми городами, которые в конце минувшей войны испытали на себе во время последних бомбардировок англо-американской авиации эффект огненного торнадо. Количество погибших во время этих бомбардировок было не меньше, чем во время атомных взрывов в Хиросиме и Нагасаки. Только об этом говорят гораздо реже, хотя какое из варварств более варварское, трудно сказать!

Помимо гибели большого числа людей и уничтожения ценностей, во время пожаров в атмосферу выбрасывается огромное количество сажеобразного материала, который поднимается в воздух. И оказалось, что именно эта сажа способна качественно изменить состояние атмосферы и известна на Земле все живое.

Долгое время никто серьезно не думал о возможных климатических последствиях ядерной войны. Дело в том, что ученые старательно искали аналогии между атомными взрывами и извержением вулканов. Предполагалось само собой разумеющимся, что количество материала, выброшенного в атмосферу, пропорционально мощности взрыва. Эта гипотеза, если она верна, позволила бы оценить климатические последствия ядерной войны. Проследим за выводами, которые можно сделать из этой гипотезы.

Вулканы во время извержения выбрасывают огромные облака пыли. Эта пыль экранирует солнечные лучи и тем самым временно уменьшает количество солнечной энергии, которую получает Земля. Таким образом, извержения вулканов понижают температуру земной поверхности и атмосферы. Но даже самые сильные извержения не могли понизить среднюю температуру больше, чем на полградуса. На этом основании считалось, что изменение климатических характеристик вследствие ядерной войны не может быть значительным. Вот почему этими проблемами никто долгое время не занимался.

Но теперь профессор Крудцен устанавливает, что ядерные взрывы приводят прежде всего к пожарам, сжигающим города, лес и все, что горит. И не пыль, а

сажа поднимается над планетой. Облака сажи гораздо плотнее пыли, они медленно осаждаются и практически непроницаемы для лучей света. После этих исследований стало ясно, что гипотеза о возможности оценить климатические последствия ядерной войны по наблюдениям над вулканами неверна! Опираясь на расчеты Крудцена, американский астроном К. Саган опубликовал в 1983 году «сценарий Сагана».

Согласно этому сценарию во время возможной ядерной войны будет взорвано не менее 5 тысяч мегатонн ядерного горючего (около 12 процентов ядерного горючего, накопленного в мире). Этого достаточно, чтобы одна тысяча крупных городов северного полушария подверглась разрушительному действию огненного торнадо. Профессор К. Саган и его сотрудники вычислили то количество сажеобразного материала, которое будет выброшено в атмосферу. Кроме того, они оценили степень загрязнения, которую создадут эти черные облака сажи, и скорость просветления!

«Сценарий Сагана» произвел на ученых огромное впечатление. Оказалось, что эти облака будут практически задерживать весь солнечный свет, земной поверхности в первый месяц после пожаров будет достигать лишь одна десятиллионная часть той энергии, которую обычно она получает. Выпадение сажи будет происходить очень медленно, даже через год атмосфера еще в десятки раз окажется менее прозрачна, нежели теперь! Одним словом, в тех районах, где будут происходить взрывы, установится «ядерная ночь»!

Ну а что будет дальше? Ведь эти облака на одном месте не останутся. Они начнут плавать в атмосфере, течения воздуха их будут переносить с места на место. Будут идти дожди и выпадать снег. Как все это скажется на судьбе черных облаков и какое воздействие они окажут на климат и на жизнь планеты Земля? Затронут ли эти события южное полушарие или все беды ограничатся только севером, где согласно «сценарию Сагана» развернутся основные события?

Когда мы в Вычислительном центре АН СССР получили описание «сценария Сагана», то нам не могла не прийти мысль использовать наши модели для того, чтобы оценить те климатические последствия, к которым приведет этот сценарий. Наши модели пока еще несовершенны. Мы не можем гарантировать достаточную точность результатов. Но для подобных расчетов

нам она не нужна. Это как раз тот случай, когда ученым важно оценить лишь порядки величин. А для этого наших моделей достаточно. Мы были в силах оценить тенденции, получить качественное представление о том, что может произойти на Земле в результате большой ядерной войны. Нам нужны были лишь исходные данные. А они-то как раз и содержались в «сценарии Сагана».

Эти расчеты были проведены летом 1983 года на БЭСМ-6 нашими сотрудниками В. Александровым и Г. Стенчиковым.

Результаты этих расчетов были совершенно неожиданными и носили, я бы сказал, ошеломляющий характер. Они заставили нас совершенно по-новому взглянуть на проблемы ядерной войны. Стало ясно, что ядерный конфликт приведет не просто к «ядерной ночи». На Земле установится «ядерная зима» независимо от того, в какое время года и в какой географической точке произойдет столкновение. Расчеты В. Александрова и Г. Стенчикова показывают, что уже в первый месяц после обмена ядерными ударами средняя температура атмосферы в приземном слое упадет на 15—20 градусов, а локальные понижения в центре Сибири и на восточном побережье США будут достигать 40—45 градусов. Произойдет полная перестройка всей циркуляции земной атмосферы, и черное непроницаемое покрывало из северного полушария распространится на юг и полностью закроет всю планету. Все источники пресной воды замерзнут, все экологические связи будут разорваны, урожай погибнет. Произойдет полная гибель наземной биоты. По-видимому, подобная участь ожидает и жизнь в океане, поскольку из-за отсутствия солнечного света начнет погибать фитопланктон, основа жизнедеятельности океана.

Мы детально проанализировали многие особенности этого процесса. Просмотрели не только «сценарий Сагана», но и целый ряд других. Оказалось, что уже 100—150 мегатонн (то есть в 50 раз меньше, чем в «сценарии Сагана») достаточно, чтобы основные города Европы, Азии и Америки сгорели и наступила «ядерная зима». Она только раньше кончится. В случае «сценария Сагана» ее продолжительность будет более года. Если же будет взорвано ядерного вещества всего 100—150 мегатонн (это все-таки в 10—15 тысяч раз больше, чем было сброшено на Хиросиму), то «ядерная зима»

продлится несколько месяцев. Но этого уже более чем достаточно, чтобы покончить с жизнью, как с неким удивительным феноменом планеты Земля!

Итак, наши расчеты показали, что в каком бы районе мира ни случилась ядерная катастрофа, человечество будет уничтожено полностью на всей Земле. Спасения не будет никому: ни жителю Огненной Земли, ни эскимосам Аляски и населению Чукотки. Пережить «ядерную зиму» не дано никому! И вот с результатами этих расчетов мы отправились в Вашингтон на конференцию «Мир после ядерной войны».

Она проходила в течение двух дней — 31 октября и 1 ноября 1983 года. В ней приняло участие более тысячи человек, в том числе почти все виднейшие деятели американской науки. Советский Союз представляла небольшая делегация в составе В. Александрова, Г. Голицина и автора этой книги. Ключевым моментом этой конференции были доклады Вычислительного центра АН СССР (его делал В. Александров) и Национального центра климатических исследований США. Оказалось, что идея провести анализ климатических последствий ядерной войны пришла не только нам!

Модель США включала в себя только атмосферные движения. И в этой части она была значительно точнее нашей. Но зато наша модель описывала не только атмосферные феномены, но и взаимодействие атмосферы и океана. Последнее очень важно, поскольку океан — это наиболее консервативная часть биосферы, это огромный аккумулятор тепла. Поэтому американские математики смогли провести надежный расчет только для первых 24 дней. А ведь и в конце первого месяца после катастрофы на всю природную ситуацию станет влиять океан. Его теплый резервуар будет, конечно, смягчать суровые условия «ядерной зимы». Но те перепады температур, которые возникнут между атмосферой и океаном, приведут к целому ряду побочных явлений. Они были исследованы нами, поскольку с помощью нашей модели оказалось возможным провести расчет на 380 дней. Но, что самое главное, картины первого месяца «ядерной зимы», полученные в Центре климатических исследований США и в Вычислительном центре Академии наук, практически совпадали.

Вечером 1 ноября 1983 года состоялся телемост «Вашингтон — Москва», посвященный проводимой конференции. В зале Останкинского телецентра и огром-

ном зале отеля Шаратон (Вашингтон) были установлены большие экраны, и передача шла через спутник. Каждый выступавший видел перед собой обе аудитории — одну из них, правда, на экране. Таким образом, телемост — это своеобразная форма телеконференций, в которой могут принять участие сразу несколько аудиторий, расположенных в самых разных частях света. Мне пришлось выступать на этой конференции из Вашингтона сразу после выступления К. Сагана. Обращаясь к обеим аудиториям, я говорил о том, что прошедшая конференция замечательна тем, что результаты американских и советских расчетов, сделанных с помощью разных моделей и на разных ЭВМ, привели к одному результату: после обмена ударами наступает «ядерная зима», пережить которую никому не удастся. Впервые независимо друг от друга советские и американские специалисты пришли к этому однозначному результату. С этого момента человечество имеет совершенно новое, основанное на точных данных представление о том, что такое ядерная война и какие последствия могут ожидать людей.

Академик Е. Велихов, подводя итоги дискуссии, сказал (он говорил из Останкина): «Теперь стало всем ясно, что ядерное оружие уже не инструмент политики, но и не инструмент войны. Это инструмент самоубийства».

Может быть, некоторым читателям цифровые данные могут показаться не очень убедительными. Что такое 100—150 мегатонн, которые способны ввергнуть Землю в пучину «ядерной зимы»? Одна атомная подводная лодка несет на себе около 200 мегатонн взрывчатого вещества. Что, если командиру одной из многих подводных лодок, которые лежат, притаившись, в разных концах Мирового океана, придет однажды в голову бредовая идея, вроде той, которая пришла в голову Форестолу? Ведь сумасшедшему министру обороны США показалось, что СССР напал на США, и он со страху выпрыгнул в окошко. А ведь капитан, спятив, нажмет пусковую кнопку! Результаты этого мы уже знаем!

Один умный человек, прослушав наши рассказы о конференции «Мир после ядерной войны», сказал: «Вы, математики, создали антибомбу. Ее нужно побыстрее и с умом использовать». И он совершенно прав — люди должны знать, что означают те мегатонны, которые они иногда произносят с такой легкостью.

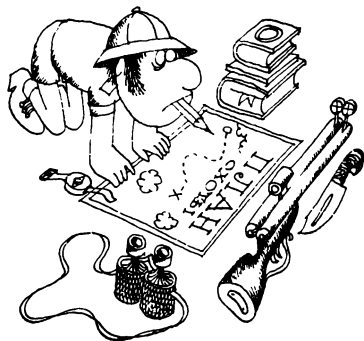


И математические модели, которые разрабатывались для совсем других целей, помогают народам мира приобрести самое важное сейчас знание — знание о том, что их ожидает, если случится ядерный конфликт, знание, которое поможет избавиться от опасных иллюзий, знание, которое поможет утвердить мир!

\* \* \*

Дорогой читатель! Лейтмотив этой книги, ее основная мысль — необходимость научного управления обществом в эпоху НТР. Появление социалистических государств с их высокой централизацией воли людей и использованием ресурсов планеты создает социальную базу для реализации целенаправленного развития.

Научно-техническая революция, создав современную вычислительную технику, предоставляет людям для этого технические средства. Но, чтобы система управления была достаточно эффективна, необходим глубокий научный анализ, основанный на всестороннем, как говорят, системном подходе. Мне хотелось показать, как этот метод, охватывая все стороны управленческого процесса, позволяет связать установки партии с организацией конкретных усилий по их реализации.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	3
--------------------	---

### ГЛАВА I

<b>Научно-техническая революция — что это значит? . .</b>	<b>5</b>
Авансцена — ядерная энергия, космос, ЭВМ . .	7
Основные действия происходят в глубине сцены .	12
О том, что не очень видно зрителю . . . . .	17
Появление главного действующего лица . . . . .	22
Начало первого акта . . . . .	29
Действие переносится на другую сторону сцены . .	43
ЭВМ становится персональной машиной . . . . .	50
Исторические персонажи постепенно покидают сцену	54
События нарастают . . . . .	63
Мир без войн . . . . .	71

### ГЛАВА II

<b>Основа научного управления . . . . .</b>	<b>74</b>
Небольшой экскурс в теорию управления . . . . .	78
Нерефлекторные системы . . . . .	81
«Программный метод» и управление народным хо- зяйством . . . . .	86
«Программный метод» и общегосударственный опти- мум . . . . .	90
Формирование программы . . . . .	95
Еще раз о процедурах формирования программы .	102
Поговорим о планировании . . . . .	113
Учение об экономических механизмах . . . . .	116

### ГЛАВА III

<b>«Программа «Учитель» . . . . .</b>	<b>124</b>
Разговор приходится начинать издали . . . . .	128
Вернемся снова к человеку . . . . .	131
«Учитель» меняет свое лицо . . . . .	135
Ну а дальше? . . . . .	140
Что может по этому поводу сказать кибернетик? .	144
Поговорим о профессиональной подготовке . . . .	149
Образование и наука — единство или противопо- ложность? . . . . .	157

А теперь поговорим о школьном образовании . . .	162
Одна страница собственного опыта . . . . .	169
И не только школа . . . . .	172

## ГЛАВА IV

<b>Человек, окружающая среда и НТР . . . . .</b>	<b>178</b>
О Римском клубе, Д. Форрестере и что из этого всего вышло . . . . .	182
Поговорим о «пределах роста» . . . . .	183
«Системная динамика» Д. Форрестера — смелое открытие или смелость исследователя? . . . . .	187
Принимать во внимание научно-технический про- гресс необходимо . . . . .	193
Какой из ужасов ужасней? Кое-что о критических ситуациях . . . . .	197
Дискуссии уже начались — продолжим дискуссии	201
Еще раз о гомеостазисе и гомеостатической границе	203
От механизма рыночных отношений к механизму международных программ . . . . .	208
Неомеркантилизм и международная программа . .	212
«Минимальная» система моделей . . . . .	217
Блоки, описывающие процессы, происходящие в биоте . . . . .	221
Климатологический блок . . . . .	224
Математические модели в борьбе за мир . . . . .	229

**Моисеев Н. Н.**

**М 74** Слово о научно-технической революции. —  
2-е изд., доп. — М. Мол. гвардия, 1985. — 238 с.,  
ил. — (Эврика).

В пер.: 60 к. 100 000 экз.

В книге рассказывается о научно-технической революции и о том, какое влияние она оказывает на все стороны человеческого существования. Издание рассчитано на самые широкие круги читателей.

**М** 2404000000—014 279—85  
078(02)—85

**ББК 15.563**  
**601**

**ИБ № 4184**

**Никита Николаевич Моисеев**

**СЛОВО О НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

**Редактор В. Федченко**

**Художник А. Некрасов**

**Художественный редактор Т. Войткевич**

**Технический редактор Е. Брауде**

**Корректор И. Ларина**

Сдано в набор 15.06.84. Подписано в печать 05.12.84. А15162.  
Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага типографская № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Условн. печ. л. 12,6. Усл. кр.-  
отт. 13,0. Учетно-изд. л. 13,1. Тираж 100 000 экз. Цена 60 коп.  
Заказ 878.

Типография ордена Трудового Красного Знамени издательства  
ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия». Адрес издательства и типогра-  
фии: 103030, Москва, К-30, Суцесвская, 21.





### НИКИТА НИКОЛАЕВИЧ МОИСЕЕВ

Проблемы использования ЭВМ и математических методов в разных областях человеческой деятельности—в науке, технике, народном хозяйстве — составляют главное содержание работы члена-корреспондента АН СССР Н. Моисеева. Организовав полтора десятка лет назад в Московском физико-техническом институте факультет прикладной математики, деканом которого он являлся несколько лет, Н. Моисеев делом доказывал и доказывает сейчас, что математика — служанка науки и практики. Будучи по профессии математиком, он разрабатывает вопросы математизации социального и экономического планирования.

Несмотря на занятость научной и организационной работой, Н. Моисеев находит время для литературного творчества. По различным вопросам прикладной математики им опубликовано свыше ста научных работ, в том числе четыре монографии. Для широкого круга читателей им выпущена книга «Математик задает вопросы».

«Слово о научно-технической революции» — первая его книга в серии «Эврика» — на Всесоюзном конкурсе общества «Знание» на лучшую научно-популярную книгу получила премию.