

Кузнецов П.Г.

Мировая экономика как большая система, поддающаяся управлению¹

Введение

Предметом изучения мировой экономики является производство. Эта система очень велика и очень сложна, что приводит к необходимости ее упрощения. Однако, процесс сведения сложного к простому может осуществляться по многим направлениям. Мы считаем, что это сведение должно осуществляться на базе *термодинамических законов*. Основанием для такого пути упрощения являются следующие обстоятельства.

На изготовление каждого предмета в любом производственном процессе необходимо расходовать энергию. Это очевидное положение мы и кладем в основу всего последующего анализа. Принимая только это положение, мы уже можем выделить из всех возможных решений, относящихся к мировой экономике — одно: во всем мире не может быть изготовлено предметов больше, чем имеется за данный промежуток времени, энергии у стран и народов. Таким образом, если фиксировать в качестве отрезка времени *одну секунду*, то вся мировая продукция не более, чем позволяют энергетические мощности. Энергетические мощности каждой страны (т.е. электроэнергия, нефть, уголь, газ, торф, живая сила людей и животных) ограничены. Это приводит к верхнему пределу возможного выпуска продукта.

Ограниченность величины годового продукта приводит к тому, что никакое волевое решение по увеличению выпуска продукта выше теоретической возможности, поставленной законами термодинамики, невозможно. При заданном значении мощности можно увеличивать производство некоторого продукта только за счет сокращения производства других продуктов. Оптимальное управление и означает, что возникающая потребность в новом продукте должна удовлетворяться за счет других продуктов безболезненного воздействия на всю экономику.

Однако названное ограничение не распространяется на повышение коэффициента использования имеющейся энергии, известное в обыденной жизни под названием «скрытых резервов».

В порядке примечания можно отметить, что примерно 99% всех энергетических затрат являются бесполезными потерями, т.е. национальный продукт, при современном уровне техники, составляет около одного процента от теоретически возможного. Из этого

¹ Текст публикуется согласно изданию: Инженерия истории. Часть II. — М.: Всемирный фонд планеты Земля, 2002. — С. 24-37. Статья написана в 1963 г.

примечания видно, какое важное значение имеет *термодинамический* анализ, как самой системы, так и существующих производств.

Не следует думать, что столь низкий процент использования энергии характеризует экономику отдельной страны — он присущ всей мировой экономике на данном уровне развития науки и техники.

В группе американских экономистов, занимающихся изучением структуры американской экономики, по сформулированному выше направлению основные работы проведены под руководством Х.В. Ченери (Исследование структуры американской экономики. — М.: ГСИ, 1958). Мы считаем необходимым привести основные результаты этой работы. Понятие ПРОИЗВОДСТВО, исключаяющее производство услуг, определяется Ченери следующим образом (стр. 339): «Для экономиста “производство” означает все, что делается с предметом или с группой предметов, чтобы увеличить их стоимость. Это действие большей частью выражается в изменении формы, но оно может заключаться просто в изменениях во времени и месте. Основным физическим условием, необходимым для осуществления какого-либо из этих изменений (за исключением только изменений во времени) является приложение энергии в той или иной форме. В результате происходит изменение формы энергии в системе. Применение энергии является общим как для понятия производства экономистом, так и для понятия производства инженером».

Используя общность понимания производства с точки зрения расхода энергии, Ченери выводит *инженерно-экономическую функцию процесса*, которая характеризует все виды затрат на проведение процесса. Выводимая им функция имеет показатель теоретически требуемой энергии, который показывает минимум энергии, без которого производственный процесс не может быть осуществлен. Однако, пишет Ченери (стр. 346): «... энергия, затраченная в действительности на производственный процесс, всегда будет больше этого количества в связи с неизбежными потерями во всех превращениях. Уравнение (8.2) показывает предел технических усовершенствований, целью которых является сокращение разрыва между затрачиваемой энергией и энергией на данное превращение, например, в тоннах угля на бочку цемента».

В процессе последующего изложения Ченери и его сотрудники показали полную применимость такого анализа к таким разнородным процессам, как транспортировка газа, ткацкое производство, авиаперевозки и др.

Мы используем эти же предпосылки для анализа всей мировой экономики. По этой причине мы остановимся на анализе единичной технологической схемы и установим соответствие между энергетическими показателями и категориями политической экономии.

Анализ элементарного технологического процесса

Всякий технологический процесс может рассматриваться как энергетический преобразователь, выполняющий разделение подводимой к нему полезной энергии на две части. Одна часть энергии, совершая полезную работу, образует пропорциональное количество продукта. Другая часть — теряется бесполезно. Потoki сырья можно рассматривать как присоединенные энергетические потоки, расходуемые в других местах на поиски, добычу и транспортировку материала. При таком рассмотрении технологическая схема приобретает вид, который очень удобен для последующего анализа. Вся подводимая к процессу энергия равна сумме двух частей: полезной и бесполезно теряемой энергии.

Полезная работа, совершаемая при создании продукта, связана линейно с количеством получаемого продукта. Это позволяет сделать некоторые выводы. Технологический процесс, снабжаемый постоянным количеством энергии, создает тем больше продукта, чем больше величина полезной доли в полном потоке энергии. Полученный результат изображен на рис. 1.



Рис. 1. Технологический процесс как энергетический преобразователь

Нетрудно видеть, что есть два пути увеличения выпуска данного продукта. Первый путь — это увеличить полную величину мощности, направляемой на производство данного продукта, сняв эту энергию с производства другого продукта. При постоянной доле потерь величина выпуска будет прямо пропорциональна количеству энергии, расходуемой на производство данного продукта. Второй путь заключается в сокращении бесполезных потерь энергии. Увеличение доли полезной мощности также приводит к увеличению выпуска данного продукта.

Приведем примерный расчет, показывающий порядок величин бесполезных потерь в народном хозяйстве. Добыча руды осуществляется со средним коэффициентом полезного действия порядка 20%, т.е. только 0,2 от взятой энергии превращается в готовый продукт — руду. Превращение руды в чугун и сталь совершается с такой же полезной долей, т.е. с долей 0,2. От двух последовательных технологических операций в металл превращается только 0,04 от всей израсходованной энергии. Превращение этих материалов в изделия промышленности совершается с такой же долей полезной энергии, т.е. с долей 0,2. Конечный продукт получен с выходом по расходу энергии в 0,008.

99,2% энергии на трех операциях оказались утраченными в виде бесполезных потерь. В подобном состоянии находятся и другие отрасли народного хозяйства. Существуют производства, где положение значительно хуже, чем в приведенном примере.

На основании проведенного анализа элементарного технологического процесса можно предложить некоторый показатель совершенства технологии, являющийся *обобщенным термодинамическим коэффициентом полезного действия*. Мы предлагаем назвать этот инженерно-экономический показатель — *коэффициентом совершенства технологии*.

Введение этого показателя будет полезно и для инженера, и для экономиста, ибо он обнажает структуру потерь и показывает возможность технических усовершенствований. Ясное представление об источниках потерь по всей технологической цепочке облегчает формулировку заданий исследовательским институтам и направляет внимание рационализаторов на наиболее слабые участки технологии. Однако до настоящего момента в большинстве производств даже не пытались определить величину разрыва между теоретически необходимыми затратами и фактическими расходами. Правда, для выполнения названных расчетов нужна хорошая термодинамическая подготовка, но *термодинамику нужно знать* каждому инженеру и каждому экономисту.

Обратимся теперь к связи между энергетическими показателями и экономическими категориями. Известно, что очень важно повышать производительность труда и развивать производительные силы. Эти категории в схеме технологического процесса определены через измеряемые величины. Мы можем утверждать, что производительность одного работающего зависит от двух факторов. Первый фактор — это величина мощности, которая используется работающим. Второй фактор — это величина коэффициента совершенства технологии. Чем выше значение этих двух показателей, тем выше производительность труда.

Однако повышение коэффициента совершенствования технологии во всех технологических процессах возможно при наличии очень грамотных инженеров и исследователей. Эти знания наши специалисты и получают в системе высшего образования. Учет названных факторов, обуславливающих рост производительности труда, требует очень существенного улучшения физико-математического и термодинамического образования во всех вузах страны.

Мы не рассматриваем пока (за краткостью записки) идеологических факторов, имеющих весьма существенное значение. Нужно иметь в виду, что производственник должен уметь и хотеть совершенствовать технологический процесс. Это приводит к анализу стимулирования.

Термодинамический анализ народного хозяйства всей страны

Приведенная схема технологического процесса имеет тот же вид и по отношению к производственным процессам *во всём народном хозяйстве*. Однако теперь мощность имеет смысл относительно всех источников энергии (в потоках энергии — *мощности*), которыми располагает вся страна. Это будут: уголь, нефть, торф, газ, продукты питания и т.д. Потери энергии берутся относительно всех технологических процессов. Наконец, полезная доля мощности всех технологических процессов имеет материальное воплощение в *национальном доходе*.

Партия и правительство преследуют цель наиболее быстрого удовлетворения растущих потребностей населения. Эти потребности и удовлетворяются за счет общественного продукта. По той величине задача удовлетворения растущих потребностей — это задача увеличения производства общественного продукта.

Из схемы рис. 1 видно, что эта задача совпадает с задачей повышения производительности труда. Однако теперь повышение производительности труда нельзя получить за счет перевода энергии с одного процесса в другой. С другой стороны, имеются два пути повышения производительности труда за счет самого национального дохода.

Первый путь — это прямой рост *энерговооруженности всей промышленности*, достигаемый некоторой долей общественного продукта, направляемого в тяжелую промышленность. Эта статья расходов в национальном бюджете совпадает с обычным обозначением группы А. Второй путь — повышение коэффициента совершенства технологии по всем отраслям народного хозяйства достигается по линии расходов на бытовые нужды (материальное стимулирование «*уметь и хотеть*») и на развитие *науки*. Как ни странно, но именно научные исследования и обеспечивают совершенствование технологии за счет сокращения потерь. Некоторая часть науки, само собою разумеется, работает на первую группу.

Если изложенное выше по термодинамическому описанию народного хозяйства не противоречит здравому смыслу, то мы можем заметить, что вся система ведет себя подобно *усилителю мощности*. Обычно такие системы называют динамическими системами, но наша система развивается в направлении непрерывного увеличения свободной энергии. Экспоненциальный рост мощности, имеющейся в распоряжении народного хозяйства, может рассматриваться как эмпирический факт, характеризующий открытую термодинамическую систему (рис. 2). Мы можем иллюстрировать этот факт графиком роста *мощности электростанций*, хотя подобным образом растут потоки и других первичных энергоносителей.

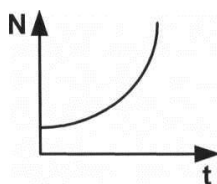
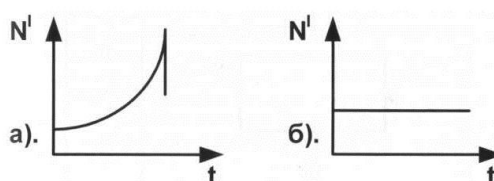


Рис. 2. Рост мощности электростанций

Динамические системы с положительным показателем степени в экспоненте, вообще говоря, *неустойчивы*. Поведение таких систем можно моделировать усилителем мощности с переменной величиной обратной связи. Известно, что усилители с большим коэффициентом усиления и слабой отрицательной обратной связью иногда срываются в режим автоколебаний. График срыва усилителя в режим автоколебаний приведен на рис. 3а.



**Рис. 3. а) слабая отрицательная обратная связь;
б) сильная или глубокая обратная (отрицательная) связь**

В радиотехнических схемах явление срыва усилителя в режим автоколебаний предупреждают введением глубокой отрицательной обратной связи. Влияние глубокой отрицательной обратной связи на работу усилителя показано на рис. 3б.

График срыва в режим автоколебаний соответствует реальному поведению некоторых экономических систем, которые можно охарактеризовать слабой отрицательной обратной связью. Проявлением этого в экономических системах является «отсутствие платежеспособного спроса», «колебания деловой активности» и другие явления в капиталистической экономике, которые мы объединяем в одно слово — **«кризис»**. В экономике социалистических стран такого рода явления можно наблюдать при непропорциональности распределения национального дохода между группами А и Б, что проявилось в «китайском скачке».

На рис. 3б мы теряем эффект усиления. Мощность перестает увеличиваться, что не способствует росту производительности труда и ведет к разрыву между ростом потребностей и темпами роста производства.

В схеме нашего народного хозяйства роль положительной и отрицательной обратной связи принадлежит предметам групп А и В (рис. 4).



Рис. 4. Схема народного хозяйства как усилителя мощности

Мы можем рассматривать предметы группы А, как положительную обратную связь именно потому, что строительство новых производственных мощностей увеличивает полную мощность, имеющуюся в распоряжении государства. Действительно, если весь национальный доход направить только на производство предметов группы А (конечно, этого делать никто не будет), то можно получить режим работы народного хозяйства, соответствующий рис. 3а. С другой стороны, если направить весь национальный доход на производство предметов потребления и прекратить капиталовложения в тяжелую промышленность, то мы получим режим работы народного хозяйства, соответствующий рис. 3б. Это даст основание полагать, что группа Б представляет собой отрицательную обратную связь в модели усилителя. В социальном плане это проявляется в тесной связи интересов партии и правительства с интересами народа. Так как крайние режимы работы приводят к нежелательным результатам, то существует такая область распределения национального дохода, при нахождении в которой возможен *максимальный темп роста мощности* и, одновременно, максимальный темп роста национального дохода. Этот режим работы народного хозяйства должен быть найден на модели распределения энергетических потоков. Нетрудно видеть, что приведенная схема отражает многие особенности народного хозяйства, но схема не учитывает необходимых затрат на оборонные нужды. Это свидетельствует, что наша схема существенно неполна. Полная картина общественно необходимых затрат может быть получена из расширенной модели мировой экономики.

Мировая экономическая система как большая открытая термодинамическая система

В сфере производства, т.е. процессе изготовления предметов, все государственные системы энергетически подобны.

На подъем тонны груза на высоту один метр любая общественно-экономическая формация должна израсходовать 1000 килограммометров работы. Существенным отличием, точнее, противоположным свойством, обладает социалистическая система в

сфере *распределения общественного продукта*.

Наша страна заинтересована в развитии производительных сил, а не в прибыли, которую извлекают частные предприниматели. С точки зрения приведенной модели усилителя это различие сводится к способу реализации обратной связи, тождественной связи интересов партии и народа.

Энергетический, т.е. термодинамический анализ мировой экономики возможен без использования спорных экономических понятий типа *прибыли, цены, себестоимости* и т.д. Физический смысл названных понятий может быть без большого труда получен из термодинамической модели в полном соответствии с «Капиталом» К. Маркса².

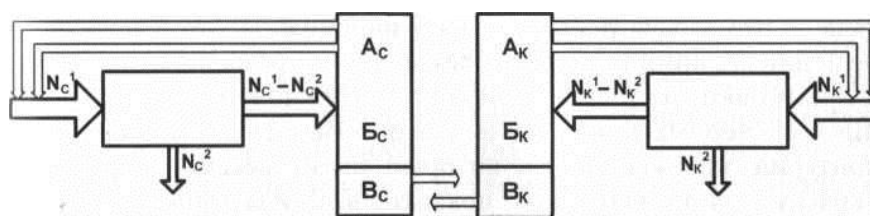
Наш анализ мировой экономики удобнее провести, если принять реальное деление экономики на блоки — блок социалистических стран, блок капиталистических стран и блок неприсоединившихся стран. Наибольший интерес представляют первые два блока, так как неприсоединившиеся страны не представляют особого труда для подобного анализа. Мы знаем, что в настоящее время идет очень острая экономическая и идеологическая борьба двух систем. Империалисты избрали в качестве экономической политики — политику «холодной войны». Покажем, что в их положении — это самое лучшее средство задержать развитие социалистического лагеря. Империализм *не может* иначе помешать победе коммунизма.

Однако это приводит к целому ряду трудностей и в системе социалистических стран. Форсируя гонку вооружений, американский империализм хочет получить перевес в военной области с целью *военного нападения* на систему социализма. Этой тенденции противодействуют наши вооруженные силы и наша оборонная промышленность. Данная ситуация соответствует в модели равенству *мощностей в группе Б*. Так появляется новый элемент в схеме народного хозяйства системы социалистических стран, порожденный агрессивными намерениями наших врагов. Поэтому самой первой задачей нашего правительства в существующих условиях является защита нашей страны от угрозы нападения. Это и определяет *первоочередное значение расходов на оборону страны*.

Оставшаяся часть национального дохода может быть выделена на производство предметов ранее названных групп А и Б. Обозначим полную мощность (все виды энергоносителей) социалистических стран N_C^1 , а полную мощность капиталистического блока N_K^1 . Схема двух блоков, как двух усилителей, направленных друг против друга, показана на рис. 5.

² Имеются данные, что разработка подобной модели проводилась в 1880 году украинским демократом Подолинским. Этими работами очень интересовался в 1882 году К. Маркс. Смерть К. Маркса в 1883 году, по-видимому, не позволила К. Марксу продолжить эту работу. Работы Подолинского высоко оценены Ф. Энгельсом.

Предварительная грубая оценка показывает, что пока еще капиталистический блок имеет полную мощность в 2,5 раза большую, чем блок социалистических стран. Это приводит к превышению продукта капиталистического блока над продуктом социалистического блока в 2 раза. Если капиталистический блок выделяет 20% своих мощностей на военные нужды, то равенство вооруженных сил достигается переводом 20% мощностей социалистического блока на нужды обороны. Названные цифры дают порядок величин, так как они вытекают из модели. Вынужденные расходы на нужды обороны приводят к уменьшению группы А, т.е. проявляются в замедлении роста мощностей. Эти же расходы вынуждают сокращать группу Б, что приводит к снижению уровня жизни. Таким образом, капиталистический блок оказывает некоторое воздействие на нашу экономику, вынуждая снимать ассигнования, т.е. переводить мощности с производства групп А и Б в группу В.



**Рис. 5. Блок-схема аналоговой машины,
моделирующей мировую экономику**

Очевидно, что при существующей ситуации блок социалистических стран не может надеяться на получение мощностей от своего врага. Мы стоим перед необходимостью *мобилизовать тотально все резервы мировой социалистической системы*. Это означает, что нельзя терять ни одного киловатт-часа, ни одной калории ни в одной отрасли народного хозяйства. Потери энергии в любой отрасли — есть и потеря военного потенциала, есть потеря в борьбе двух систем. Более того, то что мы потеряли сегодня, нельзя вернуть завтра. Каждая потеря в нашем хозяйстве — есть прямое пособничество врагу.

Создание электронной модели «Глобус», моделирующей мировую экономику, становится делом *необходимым*. Её разработка должна быть начата уже сегодня, практически сейчас. Промедление становится подобным смерти.

Еще до создания модели можно существенно улучшить положение дел путем четкой формулировки *научных и инженерных требований* по развитию экономики. Эти требования технического прогресса, должны быть понятны каждому инженеру, техники, рабочему, колхознику. Они должны быть выражены на языке народа и отражать *существо* дела.

Эти требования должны найти отражение в экономических стимулах, которые усиленно обсуждаются нашей печатью.

О чем спорят экономисты?

Может быть, не следовало начинать с вопроса. Однако рост производительности труда — это не только экономическая задача — это задача *решается всем народом*. По этой причине в решении экономических проблем должны принимать участие (да и принимают) не только экономисты. Нужно комплексное решение инженерных и экономических проблем. Недавно был назван критерий эффективности, который имеет весьма неприятную окраску — *«прибыль»*. Этот показатель, если его повторять часто и для не экономиста, может оказать нехорошее идеологическое воздействие на трудящихся, что хорошо отмечено в материалах Пленума ЦК КПСС.

В приведенном выше рассмотрении мы видим, что есть два фактора, составляющих физическую и инженерную природу *производительности труда: рост энерговооруженности и рост коэффициента совершенства технологии*. Если при принятых экономических предложениях по ценообразованию система цен придет в противоречие с темпами роста этих показателей, то система ценообразования будет *препятствовать развитию производительных сил*. По этой причине и не может *экономическая проблема* решаться *в отрыве* от инженерных характеристик. Для решения экономических проблем и установления их связи с наукой и производством *необходимо создать особый орган*, который приведет в соответствие все достижения различных наук. Большое значение в решении этой проблемы будет иметь и новая наука — *кибернетика*.

Последнее замечание о роли кибернетики следует оговорить особо. Автор данной записки весьма обеспокоен моделями народного хозяйства, создаваемыми по схеме В. Леонтьева. Это не означает, что матричные модели межотраслевых и межрайонных связей не нужны. Автора тревожит *ненадежность исходных данных*, которые используются в названных моделях. Еще большую опасность представляет попытка представить эти модели за *решение экономических проблем*, возникающая из непонимания существа дела некоторыми математиками. Этот вопрос слишком сложен и не может быть изложен коротко. Если будут нужны более полные данные, то они могут быть представлены и обсуждены на соответствующих совещаниях.

В отличие от схемы Леонтьева, описанная выше модель кладет в основу наиболее общие *термодинамические* закономерности. Термодинамическая модель может быть приведена в соответствие с потоками финансового обеспечения. Из нее вытекает, что есть *«рубль»*, *«цена»*, *«прибыль»* в полном соответствии с *«Капиталом»* К. Маркса. Существует тесная связь между потоками энергии и денежными потоками в стране. Это соответствие особенно заметно, когда мы говорим, что на выполнение этой работы у нас нет денег. Деньги можно напечатать. Но если нет *производственной мощности*, то отпечатанные

деньги не спасут положения. Тонна алюминия — это 20 000 киловатт-часов электроэнергии. Если у нас нет этой энергии, то тонну алюминия уже нельзя получить, даже при наличии тонны денежных знаков. Именно об этом и забывают некоторые математики, работающие над экономическими моделями.

Заключение

- 1) Предложена эквивалентная электрическая схема модели «Глобус», предназначенной для моделирования мировой экономики.
- 2) Указан физический смысл экономической категории «*производительность труда*».
- 3) Указана возможность планирования технических усовершенствований.
- 4) Каждый киловатт-час, каждая калория, потерянные сегодня — подарок противнику.
- 5) Показана необходимость включения в государственный план работ по моделированию мировой экономики на вычислительных машинах.
- 6) Показана необходимость объединения ученых различных областей науки для разработки *глобальных моделей*.