

К АНАЛИЗУ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

(некоторые основные понятия)

Е. З. МАЙМИНАС

(Москва)

В статье предпринята попытка установить применительно к экономике основные понятия, вытекающие из общего определения системы.

1. Под *системой* здесь понимается совокупность взаимосвязанных переменных (элементов, блоков); каждая переменная может быть выражена вектором своих значений [1]. Состояние системы определяется конкретными значениями (состояниями) ее переменных и изменяется в результате определенного процесса — *преобразования*. Разделение некоторого множества переменных на систему и среду в известной мере условно: выделяется определенный тип связей между переменными или из множества признаков данного объекта выбирается некоторый признак, т. е. устанавливается определенный вектор рассматриваемых возможных значений. Иногда задается также какое-то пороговое значение тесноты или шагов связи, интенсивности признака, если она поддается измерению по количественной или порядковой шкале. В основе отбора переменных лежат объективные различия между специфическими признаками, типами связей. Можно уловить общность проблем выделения системы и логической классификации.

2. Переменные данной системы, в свою очередь, могут рассматриваться в качестве систем. Следовательно, некоторую систему правомерно исследовать *и как элемент более общей суперсистемы, и как относительно обособленную систему* [2]. Первый аспект концентрируется на связях системы с суперсистемой, второй — на происходящих в системе процессах, преобразованиях.

Исчерпывающая характеристика достаточно сложной системы может быть получена лишь совмещением обоих аспектов. Из интерпретации теоремы К. Гёделя о неполноте вытекает, что в языке, отображающем данную систему, если он истинен, есть высказывания, которые не могут быть доказаны или опровергнуты в рамках этого языка. Их обсуждение требует более общего метаязыка [3]. (Под *языком* здесь понимается определенная система понятий и высказываний.)

Таким образом, имеет смысл построить иерархию систем и на каждой ступени последовательно применять оба аспекта рассмотрения: «элемент суперсистемы» и «относительно обособленную систему». Разумеется, в любом конкретном исследовании эта иерархия будет неполной. Число и характер рассматриваемых ступеней определяются выделением некоторого множества переменных в качестве системы.

Описанный подход используется и в данной статье. Он особенно важен при характеристике критерия целевой функции *самоорганизующейся* системы в двух аспектах: внешнем (с точки зрения суперсистемы) и внутреннем (относительно обособленной системы). В качестве исходного положения принимается, что экономика — именно такая динамическая система, которая в процессе оптимизации своего поведения, приспосабливаясь к изменяющимся условиям, на определенных этапах побуждается к перестройке своей структуры и регулирующей программы.

Условность относительного обособления некоторой системы от супер-

системы проявляется и в том, что внутренняя сторона ее критерия в действительности зависит от внешней и может рассматриваться лишь как абстракция, более полно выявляющая характер взаимодействия элементов системы под влиянием среды.

3. При обсуждении экономической системы в целом (пп. 4—9) первоначально не будем строго обособлять *информационные блоки*, которые преобразуют сообщения (закодированные эквиваленты событий), и *материальные блоки*, которые преобразуют ресурсы (иногда их называют вещественно-энергетическими, силовыми преобразователями — в этом условном смысле используется и термин «материальный»). На этой стадии используются преимущественно понятия политической экономии и эконометрии (количественно-статистического анализа экономики) и лишь некоторые их кибернетические интерпретации.

Информационные преобразования требуют материального «питания», а материальные преобразования — информации. Вообще, тесная связь обоих типов потоков может быть выражена вторым принципом двойственности Г. Греневского и М. Кемписты [4], устанавливающим взаимно однозначное соответствие в паре утверждений относительно информационного и материального преобразований. Однако на определенной стадии анализа более строгое различие между информационными и материальными преобразованиями целесообразно [4, 5].

Выделение информационной системы в экономике позволяет перейти к понятиям собственно экономической кибернетики, в язык которой включаются соответствующие общеэкономические и общekiбернетические метапонятия (пп. 10—16). В узком смысле кибернетика связана с рассмотрением именно *информационных систем*, т. е. систем, открытых для энергии, но замкнутых для информации; в них любая информация при переходе от элемента к элементу отмечается как значимое событие — изменение состояния переменной (для общности следует включить и тождественное преобразование) [1].

4. Прежде всего правомерно рассмотреть понятие *экономической системы* (в данной статье, где это специально не оговаривается, речь пойдет об экономической макросистеме, экономике в целом).

В самом общем виде экономику можно трактовать как производственно-потребительскую ассоциацию людей. Они своим трудом преобразуют природные ресурсы для удовлетворения материальных потребностей, причем часть этих ресурсов им приходится превращать в средства труда, чтобы повысить его эффективность. В этом процессе люди неизбежно вступают в определенные общественно-производственные или экономические отношения между собой, которые, как показал К. Маркс, играют определяющую роль во всей многообразной сети общественных связей и являются общественной формой отношения людей к природным ресурсам в процессе приспособления последних к своим нуждам [6, т. 13, стр. 6—7; т. 23, стр. 188—195]. Таким образом, под *экономикой* можно понимать либо систему производственных отношений людей, либо систему общественного производства как единства производительных сил и производственных отношений. На начальной стадии анализа (пп. 1—8 и частично 9) целесообразно исходить из второго, более широкого определения в соответствии с подходом, описанным в п. 2.

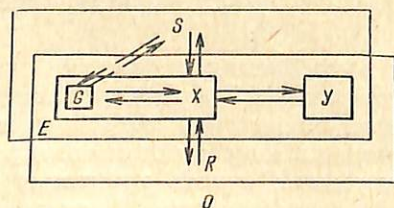
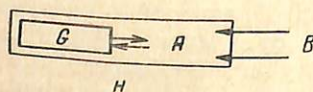
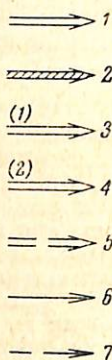
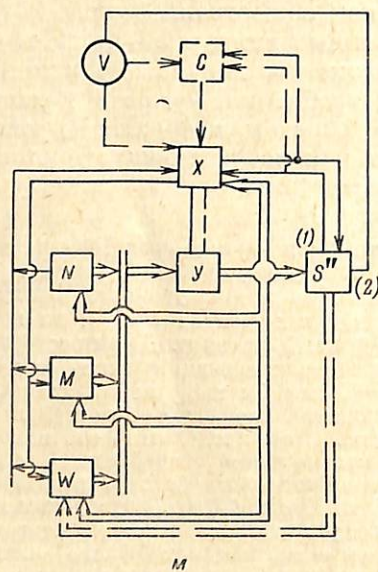
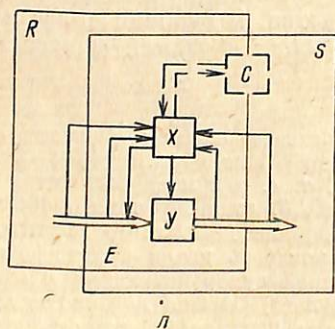
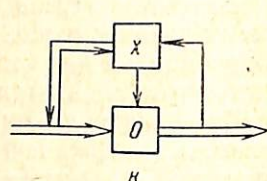
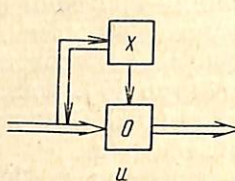
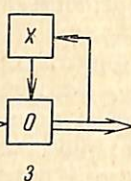
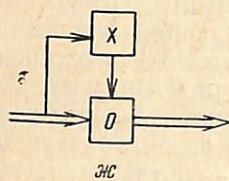
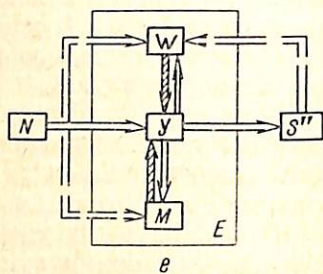
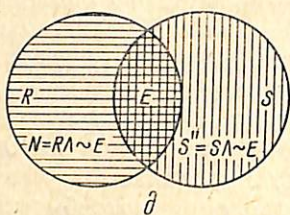
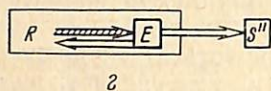
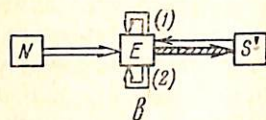
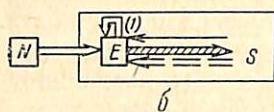
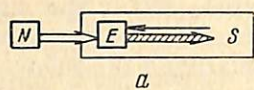
Рассмотрим экономику как *функциональную подсистему общества*. С этой точки зрения ее можно представить в качестве своего рода питающего блока общества — преобразователя внешних, природных ресурсов (рис. 1, а). Затем будем изменять состав переменных, относящихся к экономике, и соответственно на каждом шаге изменится и понятие экономической системы *Е*.

В конечном счете люди производят блага (продукты и услуги), чтобы их потреблять, удовлетворяя свои потребности. Вместе с тем потребление создает необходимость в новом производстве, являясь его побуждающим началом; а производство не только доставляет материал для потребления, но и своим развитием порождает новые потребности [6, т. 12, стр. 709—714]. Для общества как суперсистемы представляется существенно важным поток благ ES , удовлетворение и степень удовлетворения своих потребностей с помощью экономики. Поскольку общество рассматривается как самоорганизующаяся система, эта целевая функция для экономической подсистемы формулируется в экстремальных выражениях — максимизации удовлетворения потребностей. Понятия общественных потребностей (индивидуальных, групповых, совокупных) и их удовлетворения являются для экономики метапонятиями.

Итак, критерий удовлетворения потребностей можно считать комплексным критерием суперсистемы общества по отношению к экономике. В экономике этот *внешний критерий* переформулируется посредством системы экономических потребительских оценок, выражающих поведение потребителей как статистической совокупности или, в иных случаях, носящих нормативный характер [7]. Однако на критерий потребностей (по крайней мере до их насыщения) при этом накладывается собственнэкономический «фон» затрат. В конечном счете рассматриваемый критерий выступает как вектор требований на блага — потребительные стоимости (в товарном хозяйстве — вектор спроса). На этапе рассмотрения экономики как общественной подсистемы к нему следует отнести и покрытие собственных нужд экономики, т. е. блага производственного потребления, необходимые для ее функционирования и расширения, и те блага личного потребления, которые обеспечивают воспроизводство рабочей силы. Таким образом, и средства производства, и рабочая сила пока рассматриваются как потребляющие функциональные элементы всей общественной суперсистемы.

Выделение нужд экономики в средствах производства подводит к ее рассмотрению в качестве саморегулирующейся системы. Первый шаг в этом направлении (рис. 1, б) — исключение промежуточного продукта, т. е. текущих материальных затрат и износа основных фондов ($EE-I$), из потока ES , который таким образом превращается в конечный продукт. Для простого воспроизводства этого достаточно, а при расширенном воспроизводстве здесь следует показать поток производственного накопления SE , как бы выделяемый общественной суперсистемой для возмещения удовлетворения своих потребностей в будущем. Отсюда логично сделать следующий шаг (рис. 1, в): представить это накопление внутренним экономическим процессом. Тогда мы получим относительно саморегулирующуюся экономическую подсистему с потоком конечного (непроизводственного) потребления ES' в качестве ее внешней нагрузки. Критерий удовлетворения потребностей общества, если искать его максимум целевой функции, выразится на первом шаге максимумом национального дохода, а на втором — максимумом фонда конечного потребления [7, 8]. Считая соответствующие скаляры или векторы заданными для экономики, можно говорить о минимуме среднеквадратичной ошибки отклонения [9].

5. С позиций потребления экономика как преобразователь ресурсов вместе с их источниками образует внешнюю суперсистему ресурсов (рис. 1, г) — среду, из которой потребление получает необходимые ему блага. Но для исчерпывающего понимания ресурсов необходимо снова существенно видоизменить, сузить трактовку потребления. Теперь в качестве особого вида воспроизводимых ресурсов рассматривается и рабочая сила. Соответственно затраты на воспроизводство рабочей силы, т. е. личное потребление производителей, становятся как бы внутренними затратами экономики (выше они трактовались как один из видов общественных потребностей).



Сюда относятся необходимый продукт и та часть прибавочного продукта, которая покрывает потребности в дополнительной рабочей силе при расширенном воспроизводстве. Поскольку мы и раньше отнесли производственное накопление к внутриэкономическим процессам, то внешним потоком остается «чистое потребление» (ES'') — поток благ, идущих для потребления непродуцирующей части общества, т. е. прибавочный продукт минус полное накопление.

6. Рассмотрим экономику как *относительно обособленную систему*. Для этого ее следует выделить и из суперсистемы общества, и из суперсистемы ресурсов. Рассматриваемые выше пп. 4—5, а также указанное выделение можно изобразить с помощью диаграмм Венна (рис. 1, *б*).

На рис. 1, *е* представлена относительно обособленная экономическая система, в которой выделены трудовые ресурсы W , материально-вещественные ресурсы, или средства производства M (включая и освоенные природные факторы), а также соединяющий их блок производства — материального преобразования Y . В динамическом аспекте внешний поток от непосредственно природных факторов N и Y можно выразить через потоки NW и NM . С другой стороны, в определенных социально-экономических условиях возникает и обратный поток $S''W$ (при социализме — за счет части общественных фондов потребления, которая поступает производителям).

Внутренний критерий какой-либо самоорганизующейся системы можно в общем виде характеризовать как критерий выживания, в котором совмещаются ее устойчивость и «экономичность» (затраты рассматриваемых в системе факторов на ее функционирование). Этот критерий реализуется в процессе приспособления системы к внешним условиям путем внутреннего взаимодействия ее элементов.

В экономике как относительно обособленной системе таким *внутренним критерием* правомерно считать затраты ее ресурсов, сводимых к затратам живого и овеществленного труда. Устойчивость экономической системы также может быть выражена критерием затрат при его соответствующей динамической переформулировке.

Оптимальным значением целевой функции здесь выступает минимум этих затрат при ограничениях, накладываемых общественными потребностями в определенных благах (ср. [6, т. 25, ч. II, стр. 186; т. 25, ч. I, стр. 205]). Вектор затрат зависит от динамики общественных потребностей и ресурсов, от сложившихся технико-экономических пропорций (матрицы коэффициентов затрат), от изменяющего эти факторы развития общества, в частности от научно-технического прогресса.

7. Сопоставление затрат и их результатов (полезных эффектов) осуществляется в экономике посредством адекватных ей оценок, которые при товарном производстве выражаются стоимостными категориями [6, т. 20, стр. 321]. В основе лежит понятие общественно необходимого труда, сводящего воедино как условия производства (затраты), так и условия потребления (полезные эффекты) благ.

Рис. 1. Условные обозначения: 1 — материальный поток, 2 — в том числе критерий, 3 — возмещение текущих материальных затрат, 4 — накопление, 5 — дополнительный материальный поток (пояснение), 6 — информационный поток, 7 — дополнительный информационный поток (пояснение):

N — природные факторы, E — экономика, S — общество (суперсистема), S' — потребление общества (внешняя нагрузка), S'' — чистое потребление, $S''(1)$ — информационный выход в регулирующий блок, $S''(2)$ — информационный выход в задающий блок, R — ресурсы (суперсистема), W — рабочая сила, M — средства производства, Y — материальный преобразователь, X — регулятор, O — объект регулирования, C — задающий управляющий блок, V — переключатель «или», A — знак конъюнкции («и»), G — генотип, A — система, B — среда

Таким образом, общественные потребности и затраты не являются двумя оторванными друг от друга критериями. Они тесно связаны между собой как внешняя и внутренняя стороны глобального (всеобщего) экономического критерия и выражают оба аспекта рассмотрения экономики соответственно — в качестве общественной подсистемы и относительно обособленной системы. Связь обеих сторон этого критерия может быть выражена количественно с помощью некоторой системы оценок (Л. В. Канторович назвал их объективно обусловленными оценками), которые выявляются при решении взаимосопряженной пары задач на оптимум. Известную теорему двойственности Дж. фон Неймана применительно к экономике интерпретировали на основе трудовой теории стоимости В. В. Новожилов [10] и В. С. Немчинов [8].

8. Глобальный критерий экономической системы характеризует лишь самые общие ее черты и отличия от других систем. Однако здесь заложены и предпосылки дальнейшего анализа, поскольку обе стороны этого критерия, взаимодействуя между собой, выступают в качестве общих стимулов развития экономики.

Попробуем интерпретировать развитие экономики, используя понятие регулятора. *Регулятор* должен уменьшать разнообразие возможных линий поведения объекта, несмотря на возмущающие воздействия среды. Согласно принципу необходимого разнообразия У. Р. Эшби [1], чем полнее регулятор охватывает своим разнообразием исходное разнообразие поведения объекта с учетом влияния среды, тем лучше он сможет выполнить свою задачу.

На рис. 1, *д* экономика была изображена в качестве своего рода промежуточного связующего звена между природой и обществом как чисто потребляющей системой; она опосредствует какую-то часть гипотетического потока «природа — общество». Представим, что экономика является регулятором этого потока.

Во взаимодействии производства и потребления возрастают и становятся все более многообразными подлежащие удовлетворению потребности общества (речь идет, разумеется, о требованиях к экономике). В связи с этим возникает необходимость полнее овладевать потенциально бесконечным разнообразием природы путем развития производительных сил. С другой стороны, их развитие стимулируется минимизацией затрат во внутреннем взаимодействии элементов экономической системы.

Совершенствование производства выражается в углубляющейся специализации экономических ячеек. Многие раздробленные процессы производства сливаются в один общественный процесс производства [11, т. I, стр. 95, 177—178]. Множатся и удлиняются хозяйственные связи, повышаются требования к взаимодействию экономических ячеек. Соответственно экономическая система усложняется, возрастает ее разнообразие.

Динамика экономики как регулятора в указанном смысле — это ее приспособление к изменяющимся условиям. На определенных этапах оно вызывает качественные сдвиги в экономической системе, ибо сохранение прежнего типа регулирования при возросшем разнообразии неизбежно сужает поле устойчивости системы. Лишь переход в другой режим, изменение типа регулирования позволяет системе «справиться» с ростом разнообразия, сложности.

9. Самоорганизующиеся системы приспособляются к росту разнообразия, перестраивая свою структуру и функции элементов. С некоторого уровня сложности в них формируется иерархическая структура с саморегулированием в определенных пределах на каждой ступени иерархии и в каждой функциональной подсистеме. Без такого внутреннего разделения и саморегулирования система по существу остается одноступенчатым регулятором, сколько бы последовательно или параллельно включенных эле-

ментов она ни имела; эти звенья не производили бы самостоятельных регулирующих воздействий.

Экономическая система также имеет иерархический характер. В процессе ее развития взаимосвязи элементов становятся все более многоступенчатыми, складываясь в иерархии подсистем (например, производитель — предприятие — производственный комплекс — отрасль — сфера промышленности, сельского хозяйства и т. д. — национальное хозяйство — региональный комплекс — мировая экономика). На каждой ступени эти связи получают некоторые специфические черты.

В иерархических системах вырабатывается соответствующая иерархия критериев, обеспечивающая взаимодействие подсистем разных ступеней и в конечном счете существование системы в целом. Микрокритерии подчинены целевой функции системы, но они не являются простым разложением макрокритериев, поскольку самоорганизующаяся система не есть сумма составляющих ее частей. Это «свойство целостности» может быть выражено «правилом сверхаддитивного нелинейного сложения для коалиций», при котором функция целого больше, чем сумма функций его частей [12]: $\Phi(x, y) > \Phi(x) + \Phi(y)$. Однако зачастую критерий целевой функции системы вообще не поддается выражению в терминах элементов этой системы.

На таком взаимодействии элементов системы основан и механизм *гомеостазиса*, направленного к поддержанию существенных переменных системы в заданных пределах [13]; для гомеостазиса характерна многосторонняя обратная связь элементов.

Вся совокупность связей в экономической системе — по горизонтали и по вертикали — участвует в выработке соответствующей иерархии критериев. Это взаимодействие является гомеостатическим по своему типу [9]. Вместе с тем в процессе развития экономики изменяются и экономические критерии: само понятие общественных потребностей, конкретные стимулы, формы и характер минимизации затрат, модифицируется система экономических оценок. Изменения накапливаются постепенно. Однако качественная специфика критериев и оценок определяется особенностями экономического строя, т. е. типа производственных отношений. От этих особенностей зависят также характер и действие очень сложного механизма экономического гомеостазиса.

Решающим для характеристики типа экономической системы и гомеостазиса является общественно-экономический способ соединения рабочей силы W (рис. 1, *е*) со средствами производства M . Он обуславливает не только особенности взаимодействия экономических единиц между собой, но и в конечном счете всю иерархическую структуру экономической системы, механизм формирования критериев и оценок на различных ее уровнях.

Экономика как совокупность производственных отношений представляет собой сферу человеческой деятельности; поле поведения этой системы образуется множеством единичных актов деятельности людей. Поэтому, во-первых, поведение экономической системы является статистическим и конкретные линии этого поведения в той или иной степени носят характер тенденций; предсказать его принципиально можно только на основе вероятностных моделей. Во-вторых, взаимодействующие в экономическом гомеостазисе люди преследуют определенные цели, которые в той или иной степени являются гетерогенными. Следовательно, сознательное гомеостатическое регулирование экономических процессов требует системного, общественного действия, совмещения (согласования) линий поведения многих экономических единиц и их целей. Его эффективность определяется: глубиной познания экономических процессов; широтой круга, «удельным весом» связанных общностью интересов экономических единиц; степенью общности этих интересов; организованностью общественного действия.

Таким образом, на каждом качественном этапе развития экономики ее глобальный критерий преломляется, выступая в виде исторически обусловленной «цели производства», данного экономического строя. В рамках последнего он преломляется снова, превращаясь в иерархию критериев, и проявляется на поверхности в качестве побудительных стимулов деятельности экономических единиц.

Поскольку развитие экономики и изменение внешних условий смещают область оптимальных решений, возникает еще один динамический аспект конкретизации экономических критериев — проблема типа задачи «погони» («преследования»), т. е. поиск оптимального перехода системы в новый оптимальный режим, включая вопрос о наилучшем соотношении между скоростью и точностью реакции на изменение условий. Он тесно связан с динамической трактовкой критерия отклонения (см. п. 4).

10. Проблемы экономического гомеостазиса подводят к более подробному рассмотрению *системы регулирования в экономике*. Используем описанный в п. 3 подход, позволяющий различать в экономике материальные и информационные преобразования. Выделим в соответствии с этим подходом информационную систему в экономике. В любой кибернетической системе, в которой взаимодействуют оба типа преобразований, правомерно все информационные процессы трактовать в качестве процессов регулирования данной системы. Поэтому будем рассматривать информационную систему в экономике как систему регулирования. Тогда система материальных преобразований предстанет в качестве объекта регулирования. Эта система непосредственно связана с экономическими критериями, о которых шла речь в пп. 4—9, где экономика неявно рассматривалась как материальный преобразователь (например, рис. 1, е).

Соответственно экономику в широком толковании (общественное производство, единство производительных сил и производственных отношений) можно считать суперсистемой. Не исключено, что при дальнейших исследованиях окажется возможным и целесообразным в качестве одного из аспектов анализа производственных отношений рассмотреть их как информационные процессы.

11. Принципиальные схемы основных типов регулирования изображены на рис. 1: пассивное регулирование (*ж*); регулирование по ошибкам или отклонениям с обратной связью от выхода объекта (*з*); совершенное регулирование с обратной связью от входа объекта и воздействием как на объект, так и на вход (*и*); совершенное регулирование с двойной обратной связью как совмещение двух предыдущих типов (*к*). Каждый последующий тип регулирования эффективнее предыдущего. Ведь качество регулирования (см. п. 8) определяется тем, в какой степени регулятор способен поддерживать *заданное* значение (состояние) выхода объекта регулирования, несмотря на колебания входа из среды, т. е. блокируя разнообразие последнего.

Понятие управления пересекается с понятием регулирования. Управляющая система в строгом смысле включает в себя совершенный регулятор и «задающий блок» *С*, который устанавливает регулятору значение или последовательность значений выхода объекта регулирования (ср. [4]).

Вообще говоря, в экономике существуют и переплетаются все типы регулирования, однако их роль и «удельный вес» неодинаковы в различных экономических системах.

На рис. 1, *л* представлена принципиальная схема регулирования в экономической системе, включая ее связи со средой «ресурсов» и «общества». Особо выделен задающий блок для случая управляющей системы. Более деталец рис. 1, *м*, в котором использована схема вещественных потоков в экономике, взятая из рис. 1, *е*.

Здесь мы видим нерегулируемый вход из «природы» NY , что показано отсутствием информационной связи XN . Экономический регулятор X может в известной степени блокировать разнообразие этого входа, манипулируя входами MY и WY .

Информационная связь YX отражает то обстоятельство, что в действительности преобразователь Y состоит из множества частных преобразователей (отдельные стадии производства, цехи предприятия, последовательная цепь предприятий и т. д.). Регулирование осуществляется в каждом блоке, на каждом этапе экономических процессов, и с любого промежуточного перехода поступает информация обратной связи от Y к X .

Материальный поток YX питает саму систему экономического регулирования. Здесь она выступает в качестве структурной подсистемы экономики: ее функционирование также требует материальных и трудовых затрат.

Особый интерес представляют связи экономической системы с другими общественными системами при наличии и отсутствии задающего управляющего блока в той степени, в какой их можно отразить в нашей весьма абстрактной обобщенной схеме.

Связь $S''X-1$ — это обратная связь от материального потока YS'' , от выхода продуктов из экономики во внешнее «чистое потребление»; по ней поступает информация о том, насколько экономика удовлетворяет заданные внешние потребности. Эта же информация поступает в C , если осуществляется управление.

Другой канал связи от S'' к X — $S''X-2$ имеет иной характер: по нему передаются требования на удовлетворение неэкономических потребностей общества, т. е. задаются параметры материального выхода YS'' . Если осуществляется управление, то информация направляется в блок C , который вырабатывает управляющее воздействие на X , а в противном случае она идет непосредственно в X . Разумеется, программа, которую вырабатывает C и передает X , существенно отличается от той информации, которая идет непосредственно в X при отсутствии C . В последнем случае она фактически переплетается с информацией обратной связи $S''X-1$. Здесь выявляется различие между управлением и регулированием по отклонениям.

Тем не менее разделение каналов $S''X-1$ и $S''X-2$ необходимо, поскольку по каналу $S''X-2$ в экономику поступает и прочая информация суперсистемы общественного саморегулирования, в том числе политические мотивы экономических решений и регулирования, научные концепции экономического развития и др.

Информационная связь XS'' также отражает специфику экономического регулирования как компонента общественного саморегулирования. По этому каналу различная экономическая информация передается в другие общественные подсистемы, в частности, для принятия общеполитических решений, для научно-теоретических и технических разработок, в качестве одного из факторов, формирующих этические нормы, и т. д. Часть этой информации, необходимая для управления экономикой, может также поступать и в C , если осуществляется управление.

Взаимосвязи основных потоков информации в экономике на макроуровне представлены Б. Н. Михалевским [9], а на микроуровне — Ю. И. Черняком [14].

12. Информационные процессы регулирования экономики можно рассматривать по той роли, которую они играют в регулировании поведения объекта. С этой точки зрения выявляются два типа процессов: а) процессы моделирующей («программной») информации, которые вырабатываются или переформулируют критерии и оценки, процедуры, задают и отображают поведение объекта регулирования и т. п. (они прежде всего характеризуют деятельность задающего блока); б) процессы усиливающей информации, которые являются своеобразным информационным реле в регулировании, — они конкретизируют в виде потока более частных сообщений (например, приказов, лицензий, заказов и т. п.) моделирующую информацию и доводят ее до реализации в определенных действиях объекта (эти процессы типичны для регулятора). В управляющих системах оба типа соответственно характеризуют понятия планирования и руководства как компонентов управления [15].

Однако есть «модель» и модель. Не только пассивная, но и саморегулирующаяся система без блока C не создает явной и цельной модели в прямом смысле этого слова как априорной основы регулирования, тем более — оптимальной модели. При регулировании по отклонениям она складывается стихийно и неосознанно как апостериорный результат обратной связи от среды: среда задает системе параметры ее поведения

спонтанно в виде реакции на ее пробы и ошибки. Здесь среда выступает в качестве внешнего задающего блока. Это сказывается и на усиливающей информации.

Для того, чтобы саморегулирующая система могла разработать подлинную априорную модель и функционировать на ее основе, она должна превратиться в управляющую систему: нужен блок *С*, который способен разработать и задать модель, и совершенный регулятор, обеспечивающий ее реализацию. Эти обе взаимосвязанные предпосылки управления в экономике возникают лишь при определенных объективных условиях.

В управляющих экономических системах задающий блок *С* функционально выражает экономические интересы тех преследующих определенные цели людей или их внутренние согласованных ассоциаций, которые способны эффективно контролировать систему. Совершенное регулирование связано с возможностью воздействовать на материальный вход в систему (см. рис. 1, *и*).

В условиях частного хозяйствования управление ограничивается рамками данного хозяйства. В обобществленном социалистическом народном хозяйстве объективно возникают возможность и необходимость единой системы управления им. Управление приобретает макроэкономический масштаб, а процессы моделирующей информации — характер народнохозяйственного планирования.

13. Для характеристики критериев системы регулирования экономики целесообразно вновь применить подход, описанный в п.2, и рассмотреть ее как функциональную подсистему экономики и как относительно обособленную систему.

Вообще говоря, регулятор должен поддерживать объект регулирования в заданном режиме, и «не его дело», насколько хорош этот режим. В самоорганизующейся экономической системе вырабатывается во взаимодействии ее элементов некая информация («информационная модель»), направляющая систему к оптимальному режиму в соответствии с определенными экономическими критериями. Поэтому можно сказать, что здесь *внешним критерием* регулирования явится степень соответствия реальному поведению объекта регулирования информационной модели, которая исходит из экономических критериев. Регулирование тем лучше, чем ближе экономическая система к оптимальному режиму.

Пока еще не существует достаточно достоверных реальных способов, позволяющих заранее определить, в какой степени оптимальна эта модель — хозяйственный план (такие возможности связаны с развитием и применением методов электронной имитации).

В этом отношении на практике систему экономического регулирования фактически рассматривают как «черный ящик» и судят о качестве регулирования по косвенным показателям, поскольку оно так или иначе проявляется в развитии всей экономической системы. Здесь используются экономические критерии. Правда, и они формулируются с некоторым приближением и упрощением.

Полностью избежать регулирования по отклонениям в такой сложной и вероятностной системе, как экономика или даже отдельная экономическая единица, и невозможно, и нецелесообразно. Задача состоит в том, чтобы разработать в управляющей системе модель оптимального регулирования, наилучшим образом отвечающую экономическим критериям и наилучшим образом реагирующую на возмущения. Вероятно, не только в регулировании объекта, но и в разработке такой модели всегда будет присутствовать момент апостериорного приспособления, совершенствования. Это вытекает также из самого развития общества и его экономической подсистемы, из смещения экономического оптимума.

14. Если рассматривать регулирование в экономике как относительно обособленную систему, то критерий соответствия объекта и модели, о ко-

тором говорилось выше, будет по отношению к этой системе внешним критерием. Он не отвечает на вопрос, как должны протекать сами информационные процессы в системе экономического регулирования, какова внутренняя сторона критерия регулирования.

С ростом разнообразия экономики соответственно увеличивается и разнообразие, сложность регулирующей системы (см. п. 8). Однако при прочих равных условиях это затрудняет процесс регулирования.

Для преодоления таких трудностей в системе формируется и развивается иерархическая структура (см. п. 9), благодаря чему осуществляется усиление регулирования. Необходимое разнообразие регулятора разбивается иерархическая структура (см. п. 9), благодаря чему осуществляется в условиях перехода со ступени на ступень регулятора, от звена к звену. Элементы высших ступеней, если их вмешательство требуется сравнительно редко, могут иметь меньшее быстроедействие без ущерба для реакций системы в целом. Все это дает возможность очень экономной реализации сложных процедур регулирования (ср. [16]).

Для каждой данной модели регулирующей системы существует свой нижний предел информации, необходимой и достаточной для функционирования этой системы; здесь учитывается и определенная избыточность информации, обеспечивающая нужную надежность. Предполагается, что сама модель исходит из принципа необходимого разнообразия по богатству и вариативности информационных связей из общего понимания внутреннего критерия, как оно изложено в п. 6. Оптимум будет выражен минимумом совокупной информации, необходимой и достаточной для функционирования регулирующей системы с точки зрения ее внешнего критерия. Таким образом, если две регулирующие системы одинаково хорошо удовлетворяют внешнему критерию, т. е. в одинаковой степени приближают экономику к оптимальному режиму, то лучшей из них следует признать ту, которая осуществляет свою функцию с меньшим количеством информации. Вводя временной параметр и учитывая пропускную способность информационной системы, правомерно говорить о критерии быстрогодействия.

Назовем совокупным количеством информации данной системы весь объем информации, с которым она оперирует, включая сообщения на входе и выходе системы. Это совокупное количество информации правомерно считать *внутренним критерием регулирования* в экономике, если исходить из общего понимания внутреннего критерия, как оно изложено в п. 6. Оптимум будет выражен минимумом совокупной информации, необходимой и достаточной для функционирования регулирующей системы с точки зрения ее внешнего критерия. Таким образом, если две регулирующие системы одинаково хорошо удовлетворяют внешнему критерию, т. е. в одинаковой степени приближают экономику к оптимальному режиму, то лучшей из них следует признать ту, которая осуществляет свою функцию с меньшим количеством информации. Вводя временной параметр и учитывая пропускную способность информационной системы, правомерно говорить о критерии быстрогодействия.

Информационная система в экономике представляет собой единство процессов движения и преобразования информации. Основной информационной проблемой экономики является одновременный выбор оптимальной пары: «канал — правило решения» [17]. С этих позиций оптимальный канал движения информации и оптимальная процедура ее преобразования рассматриваются как частные оптимумы, а весь процесс оптимизации информационной системы приобретает итеративный характер с переходом от локальных к общим оптимумам (как при совмещении канала и процедуры на данной ступени иерархической системы, так и при переходе на более высокие ступени).

Теперь мы можем сказать, что модель регулирования, как и критерий регулирования, имеет две стороны, которые тесно связаны между собой. Эта — модель регулирования объекта и модель саморегулирования информационной регулирующей системы в экономике. Очевидно, связь этих обеих сторон получит количественное выражение тогда, когда будет разработана теория полезности (или ценности информации и когда ее сумеет применить экономическая кибернетика.

Пока на практике, как и с внешним критерием регулирования, прибегают к косвенным, результативным экономическим показателям.

15. Дело в том, что оптимизация регулирующей системы в экономике имеет и чисто экономический аспект. Информационные процессы требуют материального питания, затрат материальных и трудовых ресурсов (см. материальный поток УХ на рис. 1, м). В этом смысле регулирующая система предстает как *структурная* подсистема экономики, как своеобразная отрасль народного хозяйства, снабжающая экономику потребной для ее функционирования информацией. В развитых странах — это одна из крупнейших и наиболее быстро растущих отраслей, поскольку на современном уровне производства колоссально увеличивается поток информации. Выходной продукт информационной «отрасли» хозяйства является с точки зрения экономической системы промежуточным продуктом, обеспечивающим выпуск благ конечного потребления.

Поэтому с известным основанием можно считать, что внешняя и внутренняя стороны критерия регулирования трансформируются для регулирующей системы как отрасли хозяйства во внешнюю и внутреннюю стороны экономического критерия: разработка моделирующей и усиливающей информации удовлетворяет потребность экономики в ней, а минимизация совокупного количества информации связана с минимизацией затрат.

Главный экономический эффект здесь обычно достигается более высоким качеством продукта — выходной информации, т. е. ее способностью направлять экономическую систему к оптимальному режиму, даже если информация и удорожается. Однако совершенствование техники, технологии и организации информационной системы, минимизация совокупного количества информации уменьшают общественно необходимые затраты на единицу выходной информации (саму эту единицу удастся четко определить лишь при помощи теории полезности информации). Указанный прямой экономический эффект может быть весьма велик, если он не ухудшает качества регулирования. Во всяком случае, необходимы сопоставление обеих сторон экономического критерия для информационной «отрасли» хозяйства и разработка соответствующих оценок.

16. Динамический аспект системы регулирования может быть также охарактеризован как процесс ее адаптации в экономике. По существу эта система представляет собой машину для саморегулирования, встроенную в экономику. С таких позиций мы и рассматривали внешнюю и внутреннюю стороны критерия регулирования, указав, что соответствующая целевая функция реализуется в процессе приспособления регулирующей системы. Здесь мы подходим к информационным процессам воспроизводства экономической системы.

Подобно другим воспроизводящимся самоорганизующимся системам, в экономике, точнее — в ее информационной регулирующей подсистеме, имеется информационный механизм, который обеспечивает воспроизведение структуры, принципов функционирования, процессов научения и запоминания опыта. Назовем его условно *«экономическим генотипом»*, памятуя об относительности этой аналогии.

В структуре экономического регулятора он фиксирован весьма многообразными запоминающими устройствами и носителями: различными типовыми проектами, схемами структуры экономических единиц, инструкциями, предписывающими правила их функционирования и взаимоотношений, устанавливающими права и обязанности отдельных работников, а также учебниками и пособиями, научными трудами и т. д. Как видим, в этой памяти экономического генотипа есть свои уровни и слои — от индивидуальной памяти опытного экономиста и администратора, заводских правил внутреннего распорядка до обобщающих научных положений и общегосударственных директив.

Известно, что адаптация осуществляется частично путем детальной регламентации генотипом линий поведения воспроизведенной системы,

частично путем индивидуального научения последней, при котором генотип закладывает саму способность к научению. Чем сложнее система, тем большее значение имеет второй путь; здесь особую роль играет среда, выступающая в качестве своеобразного дополнительного регулятора системы [13]. В этой связи интересно замечание Н. Винера о том, что сначала способность системы поглощать информацию растет медленно по сравнению с количеством вложенной в нее информации, однако при некоторой степени сложности системы приобретенная информация может не только сравняться, но и далеко превзойти первоначально вложенную информацию [18].

Указанные черты характерны и для экономического генотипа (ср. общую схему генотипа на рис. 1, и со схемой экономического генотипа на рис. 1, о).

Особенности адаптации в экономике определяются спецификой экономической системы (см. п.9).

В экономике в известной мере возможно предвидение результатов намечаемых изменений. Сознательно производится также отбор и закрепление результатов, полученных по линии обратной связи методом «проб и ошибок». Таким образом, оба вида отбора — предвидящий (априорный), роль которого возрастает с развитием экономики и экономической науки, роль которого возрастает с развитием экономики и экономической науки, и последующий (апостериорный) — существенно отличаются от естественного биологического отбора, осуществляемого только по пробам и ошибкам длительной стихийной эволюцией. Это несравненно более быстрый, более целенаправленный и менее расточительный процесс, характеризующийся, по словам С. Бира, усилением селективности отбора [3].

В экономическом генотипе в отличие от биологического содержится механизм распространения улучшений, закрепленных в одних ячейках, на другие однотипные ячейки, не являющиеся прямыми «потомками» первых. Структурно он представлен определенной информационной сетью, а функционально — определенной системой стимулов и (в современной экономике) правовых норм.

Степень селективности отбора зависит от четкости критериев, от возможности сопоставить варианты поведения и их результаты. Она, как и конкретные формы отбора и распространения улучшений, обусловлена прежде всего типом регулирования. Ясно, что в рамках управляющей системы могут быть обеспечены наиболее эффективные формы отбора и распространения улучшений, качественно отличающиеся от тех путей, какие предоставляет регулирование по отклонениям.

Указанные особенности можно проследить на многих адаптационных процессах в экономике. Ответы среды на поведение системы могут быть «болевыми» и «нейтрально информирующими», и их соотношение весьма важно для устойчивости системы и ее совершенствования. Вообще говоря, система острее реагирует на «болевые» воздействия, но они же могут привести ее к гибели, вывести из состояния устойчивости, восстановление которого, если и удастся, связано с большими жертвами (например, капиталистическая конкуренция).

В социалистической системе управления в макроэкономическом масштабе непосредственную роль приобретают предвидение и априорный отбор намечаемых улучшений. В связи с этим и уже реализованные локальные улучшения могут быть оценены и распространены наиболее эффективно.

Особая проблема — фиксация механизма адаптации в экономическом генотипе. Экономический генотип дает как бы матрицу, контуры воспроизведения системы. Но он не должен преграждать путь к дальнейшим изменениям и научению, а напротив, обеспечить воспроизведение самих стимулов к научению, закреплению и распространению лучших результатов. Вероятно, в процессе развития экономики в экономическом генотипе складывается определенное, хотя и весьма динамичное, соотношение меж-

ду фиксированным воспроизведением и способностью к индивидуальному научению. Можно предположить, что это соотношение является важным элементом критерия экономического генотипа. В нем выражаются как связь экономической системы с предшествующими циклами, так и ее динамичность.

В управляющих экономических системах, где генетическая информация формируется сознательно и во взаимодействии с другими общественными системами (см. связи *GS* и *SG* на рис. 1, о), указанное соотношение, в частности, учитывается в самих принципах и процедурах определения структуры, функций экономических единиц.

17. Определение понятий экономической системы, регулирующей и управляющей системы в экономике, экономического генотипа, имеет не только теоретическое, но и прикладное значение. Оно указывает путь к созданию более совершенных моделей экономических систем.

Имеется немало примеров, когда модель, достаточно полно описывающая какой-либо материальный экономический процесс, будь то межотраслевой баланс, модель математического программирования, игровая, корреляционная или иная модель, не «работает» на практике, в реальных условиях. Дело в том, что в таких случаях не учитываются или недостаточно учитываются особенности управления данным объектом, особенности информационных процессов и их иерархические связи, т. е. двойственный характер моделей управления (п. 14). Теоретически это можно объяснить, исходя из принципа внешнего дополнения С. Бира [3]: многие модели подходят к своему объекту — отображаемому экономическому процессу — как к замкнутой системе, а на деле мы имеем разомкнутую систему, работающую устойчиво лишь в идеальных условиях: реально ее замыкание осуществляется через блок регулирования данным процессом, и далее через всю регулируемую систему. Следовательно, необходим комплексный системный подход к моделированию и оптимизации экономических процессов.

Результатом такого подхода явилась бы разработка системы моделей управления. Частные модели можно строить в нескольких разрезах: модели, описывающие и оптимизирующие отдельные функциональные блоки-преобразователи информации; модели, описывающие и оптимизирующие движение информации (схемы потоков); более общие модели сводного типа, где осуществляется одновременный выбор оптимальной пары: преобразователь — канал; в соответствующие блоки этих моделей необходимо встроить модель того материального процесса, которым управляет данный блок.

Естественно, эти модели могут иметь неодинаковый охват и различную степень детализации. В зависимости от того, насколько исследован данный процесс, каковы его особенности, придется использовать те или иные методы моделирования: математическое программирование, логические схемы, электронную имитацию, описание эвристических процедур и т. д. Комплексные модели управления будут образовываться наращиванием и взаимоувязкой указанных типов частных моделей — сперва для простых, затем и для более сложных подсистем. Однако на каждом шаге придется учитывать принцип внешнего дополнения, поскольку и экономика в целом не может рассматриваться как абсолютно обособленная система. Это может потребовать, наряду с вероятностной интерпретацией параметров, включения в модель «черного ящика», в частности рандомизатора, отражающего воздействие неучтенных факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. У. Р. Эшби. Введение в кибернетику. М., Изд-во иностр. лит., 1959.
2. Г. Греневский. Кибернетика без математики. М., «Сов. Радио», 1964.
3. С. Бир. Кибернетика и управление производством. М., Изд-во иностр. лит., 1963.
4. H. Greniewski, M. Kempisty. Cybernetyka z lotu ptaka. Warszawa, Książka i Wiedza, 1963.
5. Г. Ферстер. О самоорганизующихся системах и их окружении. В сб. Самоорганизующиеся системы. М., «Мир», 1964.
6. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., изд. 2-е. М., Госполитиздат, 1955—1965.

7. Народнохозяйственные модели. Теоретические вопросы потребления. М., Изд-во АН СССР, 1963 (ст. В. Ф. Пугачева, В. С. Немчинова, В. А. Волконского).
8. В. С. Немчинов. Экономико-математические методы и модели, изд. 2-е. М., «Мысль», 1965.
9. Б. Н. Михалевский. Перспективные расчеты на основе простых динамических моделей. М., «Наука», 1964. Его же — предисловие к кн. Электронное моделирование и машинное управление экономикой. М., «Мир», 1965.
10. В. В. Новожилов. Теория трудовой стоимости и математика. Вопр. экономики, 1964, № 12. Его же — Измерение затрат и их результатов в социалистическом хозяйстве. В сб. Применение матем. в экон. исслед., М., Соцэкгиз, 1959.
11. В. И. Ленин. Полное собр. соч., изд. 5-е. М., Госполитиздат, 1958—1965.
12. Г. Фёрстер. Био-логика. В сб. Проблемы бионики. М., «Мир», 1965.
13. У. Р. Эшби. Конструкция мозга. М., Изд-во иностр. лит., 1961.
14. Ю. И. Черняк. Единство планирования производства, снабжения и финансирования в системе матричных моделей. В сб. Применение матем. в экон. исслед., т. 3. М., «Мысль», 1965.
15. Е. З. Майминас. К классификации информации в экономике. «Экономика и матем. методы», 1965, т. I, вып. 4.
16. А. А. Ляпунов. О некоторых общих вопросах кибернетики. В сб. Проблемы кибернетики, вып. 1. М., Физматгиз, 1958.
17. J. Marschak. The Payoff-Relevant Description of States and Acts. *Econometrica*, 1963, v. 31, № 4.
18. Н. Винер. Машина умнее своего создателя. Приложение к кн. Н. Винер. Кибернетика. М., «Сов. Радио», 1958.

Поступила в редакцию
24 VIII 1965