

Балансовое уравнение (45) описывает общий баланс остатков денежных средств финансовых секторов.

Цель создания любой модели — выяснить внутренние зависимости в объекте моделирования, определить их характер, формализовать эти зависимости, внести в процессы, протекающие в объекте, большую упорядоченность.

Осуществить эту цель можно, правильно выбрав переменные, составляющие существо моделируемой системы. Экономические объекты весьма сложны, поэтому их описание требует введения большого количества переменных. Однако чрезмерное увеличение объема модели приводит к значительным чисто техническим трудностям, которые в какой-то момент могут оказаться решающими. Поэтому лучший путь — путь «золотой середины».

На этапе создания модели финансово-производственных связей для советской экономики, которому посвящена данная статья, тенденция к выделению наибольшего количества переменных преобладала. Это естественно. Однако при дальнейшем выяснении характера зависимостей между переменными на основе реальной информации будут решаться проблемы выбора оптимального количества переменных, позволяющего, избегнув значительных технических трудностей, получить модель с наибольшими аналитическими возможностями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Фриш. Основные расчеты промежуточной модели «Осло». В сб. Применение математики в экономических исследованиях. Т. 2. М., Соцэкгиз, 1961.
2. A Programme of Growth. A Social Accounting Matrix, 1960, v. 11.
3. R. Frisch. A Generalized form of the REEI interflow table. Memorandum fra sosial-ekonomisk institutt Universitetet i Oslo, 1959, 17 November.
4. А. С. Соловьев. Статическая схема финансового аспекта модели оптимального перспективного планирования. Изд. ЦЭМИ, 1966 (роталпринт).
5. Р. Стоун. Моделирование экономических систем, ч. 1. Экономика и матем. методы, 1965, т. 1, вып. 3.

Поступила в редакцию  
10 VI 1966

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Ю. П. ЧЕРНЯК

(Москва)

### 1. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ КАК ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Широкое распространение за последние три года термина «экономическая информация» отражает, с одной стороны, прогрессивную тенденцию интеграции методологии экономических исследований с методами точных и естественных наук, объединяемых общим кибернетическим подходом. Представление о процессах экономического управления как процессах обработки информации является новой плодотворной точкой зрения на экономические объекты и явления, дает методические основания для их математического моделирования и лабораторного исследования. Однако, с другой стороны, отсутствие строгого определения экономической информации, смешение в этом емком термине самых несовместимых понятий, подмена содержательных экономических понятий звучным «кибернетическим» термином начинает наносить ущерб. Наблюдается обеднение комплекса понятий экономического управления. Конкретные термины — «показатель», «сообщение», «документ» и т. д. — заменяются неопределенным термином «информация», порождаются бесплодные направления исследований, например, «определение количества информации, циркулирующей в народном хозяйстве».

Вульгаризация научных понятий, неправильные теоретические концепции могут приводить к весьма существенным потерям. Примером может служить повальное обследование документации ряда совнархозов в последний год их существования, в ходе которого путем подсчета букв и цифр пытались определить, какое количество информации необходимо передавать по каналам связи и обрабатывать на ЭВМ. Практические нужды проектирования и внедрения механизированной и автоматизированной обработки данных или, как теперь принято выражаться, «автоматизированных систем информации», «автоматизированных систем планирования и управления» в различных звеньях народного хозяйства — предприятия, производственный комплекс, отрасль — вызывают необходимость создания научного инструментария анализа экономической информации.

2. Подход к исследованию экономической информации чрезвычайно затруднен ее огромным разнообразием как со стороны содержания, так и форм ее выражения. Сведения о народнохозяйственных ресурсах, об экономическом законодательстве, конкретные плановые или отчетные сведения, данные о конструкции, технологии изготовления и потребительских свойствах товаров, о сложных или простых экономических процессах и явлениях заключены или передаются при помощи документов установленной или произвольной формы, экономической литературы, прессы, устных сообщений и многими другими способами. Можно все это назвать «информацией» или «информациями», но это никак не приблизит нас к

цели исследования. Сама сложность объекта исследования наводит на мысль о плодотворности использования методологии кибернетики, причем применять эту методологию следует во всей ее чистоте и строгости, не допуская механического перенесения кибернетической терминологии на чуждый ее комплекс понятий.

3. Информацию нельзя ни видеть, ни осязать, ни обонять. Информация — это не объективно существующий предмет и явление, а научная абстракция, концептуальный инструмент исследования некоторых свойств объективных предметов и явлений. Понятие информации неразрывно связано с понятием системы и не существует в отрыве от него (поэтому, кстати, неравномерны и бесплодны исследования «количества информации» в народном хозяйстве, в экономическом документе, в пейзаже или в кинофильме).

Информация в общем комплексе понятий кибернетики не имеет ничего общего с бытовым понятием информации. Поэтому если в бытовом языке можно говорить о «качестве информации», «полезности информации», то в языке кибернетики это бессмысленно. В системе, понимаемой кибернетически, у информации есть только два качества — «быть или не быть», только один аспект полезности — с точки зрения решения данной конкретной задачи в системе. Нет ни нужды, ни пользы вводить понятие качества информации — вопрос полностью исчерпывается ее количеством.

4. Изучая любой экономический объект, мы имеем дело с великим многообразием всевозможных процессов и явлений, которые уже априорно относятся к самым различным областям человеческих знаний и разным отраслям науки: технологические процессы; потоки материальных ценностей в производстве, распределении и потреблении; финансовые и денежные потоки; обработка данных; отношения между людьми — экономические, организационно-административные, личные; коллективные и индивидуальные психологические факторы — потребности, предпочтения, умения и навыки; интеллектуальные процессы выработки экономических решений. Что можно найти общего между этими факторами самой различной природы, как найти для них общую меру информации? Универсальным инструментом их исследования может служить только общая теория систем, конкретизируемая для экономических объектов и явлений в теорию экономических систем.

## II. ИНФОРМАЦИЯ В ОБЩИХ И КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

5. Для того чтобы понятием «система» охватить объекты и явления столь различной природы, надо дать понятию системы определение, достаточно общее, чтобы частными его случаями были любые известные совокупности объектов, называемые системами по традиции в любой области знания, и в то же время достаточно конкретное, чтобы теория могла быть приложима к исследованию реальных систем. Такому требованию отвечает определение Людвига фон Берталанфи, который называет системой множество элементов, находящихся в данном отношении  $R$  друг к другу. При этом предполагается, что элементы имеют конечные характеристики, меняющиеся со временем. Характеристики переменных, а также сами отношения  $R$  могут здесь трактоваться как информация.

Информация может передаваться только при помощи некоторого языка (знаковой системы). Язык включает некоторый комплекс понятий, алфавит (набор знаков) и правила образования слов и предложений из элементов этого алфавита, которые позволяют судить о правильности построения высказывания, а также правил семантики, определяющих истинность высказывания. Тогда общая система — это совокупность предика-

тов и переменных в некотором языке, причем предикаты интерпретируются как отношения  $R$ , а переменные — как элементы системы.

6. Понятие системы существенно конкретизируется и обогащается при переходе на кибернетическую точку зрения: как известно, кибернетика исследует только процессы управления и переработки информации. Поэтому здесь исследуются уже не любые системы, а только такие, для которых мы принимаем допущения о том, что они являются закрытыми в информационном смысле и абсолютно открытыми в материально-энергетическом смысле, а также целый ряд других допущений и ограничений.

7. Система не равноценна объекту или процессу; система есть субъективный инструмент исследования объективных процессов и явлений; система есть отражение в человеческом сознании определенных свойств объекта или явления, т. е. некоторая форма организации знаний, информации о них. Существенны по крайней мере три необходимых условия существования системы: наличие объекта исследования; наблюдателя (исследователя); сформулированной задачи. Наблюдатель конструирует систему исследуемого объекта для решения определенной задачи.

Здесь надо подчеркнуть, что только в такой трактовке понятия системы можно избежать ее идеалистического толкования. Из бесконечного ряда свойств любого материального объекта (явления) или их класса отбираются сведения о тех свойствах, которые нужны вполне материальному наблюдателю (или их классу) для осуществления управления (решения класса задач). Утверждение же об объективном существовании систем (типичная ошибка, порождаемая высокой моделирующей способностью нашего языка) всегда связано с произвольным приписыванием такой системе, отождествляемой с объектом, свойств, которые нельзя объяснить ничем, кроме ее «внутренней сущности».

Равноценные и непротиворечивые определения системы могут быть даны в различных языках:

*гносеологическое* — система есть абстрактный (концептуальный) аналог некоторого класса реальных объектов или явлений;

*лингвистическое* — система есть ряд правильных утверждений в определенном языке (алфавите и грамматике);

*информационное* — система есть способ организации сведений об объекте или явлении;

*математические* — система есть комплекс взаимосвязанных переменных, есть подмножество некоторого множества, есть отношение, определенное на декартовом произведении, есть матрица переменных и т. д.

8. Система определяется при помощи ряда априорных утверждений и ограничений. Перечислим необходимые допущения для построения системы.

*Изолированность*: некоторый комплекс процессов и явлений можно отграничить от его среды и рассматривать как нечто целое.

*Относительная изолированность*: выделенный нами комплекс взаимодействует со средой через входы и выходы.

*«Информационность»*: система изолирована для информации и различна к проницаемости в материально-энергетическом смысле.

*Наблюдаемость*: все без исключения информационные входы и выходы либо контролируемы наблюдателем, либо по крайней мере наблюдаемы; воздействие наблюдателя на систему есть управление; воздействие среды на нее рассматривается как шум.

*Делимость*: система может быть разделена на конечное число составляющих элементов.

*Измеримость*: каждый элемент системы может быть отличен от других элементов (идентифицирован); каждый элемент имеет различные

состояния во времени (репертуар и календарь в смысле Грневского); это в равной степени относится к полностью наблюдаемым (внутренним) элементам и к неполностью наблюдаемым элементам (входам и выходам). Для экономических систем вводятся дополнительные допущения в зависимости от свойств объекта и характера задачи.

9. Некоторые свойства, называемые атрибутами, являются общими для всех систем и служат основанием для их соизмерения и наблюдения взаимодействия между ними с одной общей позиции. Атрибуты служат основанием для первоначальной классификации информации, в том числе экономической информации. Понятие атрибутов весьма существенно для экономических систем, отражающих одновременно объекты самой различной природы. К числу атрибутов относятся: эффективность — возможность решения задачи с помощью данной системы; надежность — вероятность решения задачи; сложность — затраты на решение, определяемые числом элементов и их связей, структура — возможность частичного упорядочения элементов, отношений между элементами, отношений их отношений; число степеней свободы — степень идентифицируемости, отношение числа входов и выходов к числу элементов; контролируемость — отношение числа каналов регулирования к числу каналов шумов; временной аспект — ретроспективный (история), перспективный (тренд), промежуточный между ними (состояние); самоорганизуемость — способность восстанавливать некоторое равновесное состояние в ответ на регулирующее воздействие или шум и т. д.

10. Заведомо очевидно, что для экономических систем, т. е. для систем, построенных для тех типов задач, которые мы склонны считать экономическими (а точнее — народнохозяйственными), весьма существенно понятие сложности: оно требует специального определения. Сложность человеческой деятельности, в том числе экономической, выражается в ее многоплановости, т. е. необходимости рассмотрения ее одновременно в разных аспектах с учетом факторов разной, несравнимой природы. Введем такое общее определение, по отношению к которому все случаи «сложности» будут частными.

Сложной системой мы будем называть многоплановую систему, т. е. такую систему, которая не может быть выражена менее, чем в двух языках без потери ее эффективности, т. е. практической ценности для решения данной задачи. Речь идет не о бытовом, разговорном языке, который сам представляет сложную систему, и не о символических языках с произвольной семантикой, а о языке, каждому термину которого приписывается один и только один смысл. Один план, или аспект системы, выражается в одном языке; язык представляет собой некоторое множество. Поскольку сложная система выражается в нескольких языках, постольку она представляется пересечением множеств в многомерном пространстве (мы утверждаем, в частности, что поиски «единого экономического критерия» являются бесплодными, поскольку таковой допустим только в одноплановой системе; последняя же не адекватна сложной по своей объективной природе экономической действительности).

11. Представляет интерес рассмотрение самой простой из сложных систем, а именно двуязычной системы: по определению Яблонского, система есть пара функции и реализующей ее схемы. Функция есть любое допустимое преобразование входа в выход (импульса — в реакцию, независимого переменного — в зависимое). Схема — механизм этого преобразования, т. е. весь набор методов и средств, при помощи которых осуществляется это преобразование. В силу постулата о делимости системы мы можем построить некоторую иерархию функций (в языке функций) и иерархию схем (в языке схем) с доведением тех и других до элементарных,

т. е. неразделимых далее с точки зрения необходимости для решения данной задачи и возможности имеющихся у нас инструментов (алфавита и семантики данного языка). Тогда определяются два класса возможных задач:

1) по заданной схеме найти реализуемую ей функцию (на продвинутом уровне — по заданному набору схем найти оптимальный набор реализуемых ими функций);

2) по заданной функции найти реализующую ее схему (на продвинутом уровне — по заданному набору функций найти оптимальный набор реализующих их схем).

12. Предлагается удобная схема матричной записи систем для задач анализа и синтеза, названная нами теоретической матрицей. Наименованиями строк матрицы служат элементарные функции (на языке функций), наименованиями колонок матрицы — элементарные схемы (на языке схем). В клетках матрицы, там, где это соответствует действительности, отражаются элементы системы в той или иной знаковой системе (с помощью чисел, значков, выражающих наличие или отсутствие элемента, или иным способом). Тогда функциональной подсистемой будет полный набор схемных элементов, реализующих данную группу функций (строки матрицы); схемной подсистемой будет полный набор элементарных функций, реализуемых данной группой схем (колонки матрицы). «Изучить систему» — значит определить элементарные функции, элементарные схемы, идентифицировать элементы, найти структуру.

### III. ИНФОРМАЦИЯ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

13. Экономическая система — это некоторый комплекс сведений об экономическом объекте или явлении, организованный наблюдателем для решения той или иной задачи управления. Равноценны и другие определения (определения в других языках); например, «экономическая система — перечень переменных (вектор, матрица), характеризующих экономический объект или явление для определенного исследователя (планировщика, администратора) с точки зрения некоторой экономической задачи»; «экономическая система — комплекс правильных высказываний об экономическом объекте, позволяющий решить задачу с точки зрения определенного наблюдателя». Таких определений можно дать много, важно одно: в определении всегда должны присутствовать объект, наблюдатель, задача. Кроме того, никогда нельзя упускать из виду, что в современном русском языке термин «экономический» имеет целый ряд различных значений, и, говоря об экономических системах, мы употребляем этот термин в самом широком значении: подразумеваются народнохозяйственные системы, в которых экономические отношения в строгом политико-экономическом определении выступают только как один из планов системы или как одна из подсистем. В отличие от абстрактных систем, рассмотренных выше, экономические системы конкретны, т. е. строятся для определенных классов экономических процессов и явлений (или отдельных классов «наблюдателей» — людей, решающих данные классы задач экономического управления (планирования, анализа и т. д.).

14. С точки зрения исследования экономической информации важно различать понятия «экономическая система» и «экономико-математическая модель». Сложность, т. е. многоплановость, экономических систем отражает объективную сложность и многоплановость хозяйственной деятельности и экономических отношений людей. Надо четко отличать экономическую систему от модели, которая отражает лишь один план системы в одном

определенном языке. Бесплодность поисков «всеобщего народнохозяйственного критерия оптимальности» и дискуссий на эту тему объясняется именно тем, что разные исследователи рассматривают разные планы системы, т. е. используют несопоставимые между собой модели, или, в конечном счете, говорят на разных языках, лежащих в непересекающихся полях понятий. (Так, бессмысленна постановка вопроса, какой критерий лучше: минимизация интегральных затрат общества, максимизация потребления или темпов роста или увеличение среднего срока жизни индивида и т. п. — все это выражаемые разными языками различные аспекты многоплановой экономической системы, если она более или менее адекватна сложнейшему многоплановому объекту исследования — народному хозяйству страны.) Дело не меняется и в том случае, если разные авторы используют при этом одну и ту же морфологическую структуру (например, все пользуются терминологией и грамматикой «модели линейного программирования»): все равно языки останутся разные, так как главным атрибутом языка является не словарь и грамматика, а взаимосвязанный комплекс понятий, к которому относятся термины и правила их сочетаний. Таким образом, при переходе от абстрактной общей системы к конкретной экономической системе главным критерием классификации информации должно быть отражение планов данной сложной системы, т. е. некоторый перечень языков, которые используются в данной системе, или, в конечном счете, то минимальное число моделей, при помощи которых может быть организована информация о системе.

15. Два важнейших плана экономической системы — ее функции и реализующие схемы — могут быть описаны теоретической матрицей экономической системы. Первым этапом упорядочения информации является классификация функций и отдельно классификация схем, причем те и другие доводятся до элементарных по заданным критериям. Для этого удобно построить два ветвящихся дерева: одно — на языке функций, другое — на языке схем. Следующим этапом упорядочения информации является идентификация элементов системы, т. е. определение тех переменных, которые должны стоять на пересечении строк и колонок матрицы. Значение этих переменных, их взаимосвязи (определяемые их положением в матрице функций — схем) и будут представлять собой экономическую информацию (последняя может рассматриваться в статическом или динамическом аспекте).

16. Рассмотрим систему заведомо сложного экономического объекта — систему управления промышленным предприятием. Здесь могут быть выделены следующие классы функций: технико-экономическое планирование, оперативно-производственное управление, подготовка производства, обеспечение производства и т. п. Основные классы схем могут быть следующие: комплекс используемых показателей и документов; управленческий персонал (люди, связанные некоторыми административными отношениями); комплекс моделей (каким бы способом они ни были выражены); комплекс процедур обработки данных; комплекс технических средств обработки и передачи данных; комплекс социально-психологических отношений в коллективе; комплекс юридических нормативов, и т. д.

Уже из приведенного перечня видно, что сама сложность объекта не позволяет использовать только двухплановую систему, а заставляет использовать значительно большее количество языков (в нашем случае по меньшей мере 14). Отсюда очевидно, насколько сложные формы приобретает информация экономической системы. Так как мы практически не можем записывать в одну матрицу сведения на 14 различных языках, то строится комплекс матриц, в каждой из которых отношения элементов описываются в своем языке, адекватном данному плану системы, а затем они

увязываются между собой с помощью более укрупненной, более универсальной, но менее конкретной модели. В этом случае система предстанет в виде некоторой иерархии моделей. Подчеркиваем, что каждая модель может быть выражена в собственном языке, а вместе они характеризуют одну систему; модели, увязывающие между собой другие модели (мета-модели), выражаются в метаязыке (по отношению к языкам низших уровней) и так далее по иерархии.

17. Для того чтобы получить необходимые для проектирования автоматизированной системы управления сведения об экономическом объекте, потребовалось разработать специальную методику обследования (первая часть ее опубликована в ЦЭМИ). Основную массу сведений о функциях органа экономического управления (в нашем случае — заводоуправление), а также о средствах и методах реализации этих задач дает анализ документооборота в сочетании с прямым наблюдением деятельности подразделений органа управления. Документация рассматривается в качестве двухъярусной языковой системы (документ — показатель); для верхнего яруса (документов) составляется схема документооборота между подразделениями; для нижнего (показателей) в разрезе каждого функционально-организационного подразделения составляются матричные модели обработки показателей. Схема документооборота служит для стыковки матричных моделей показателей и обеспечивает механизированный (с помощью счетно-аналитических машин) контроль движения и преобразования показателей во всей системе управления, а также последующий автоматизированный (при помощи ЭВМ) свод матричных моделей обработки показателей в единую интегрированную схему (в форме матричной модели) обработки показателей во всей системе управления в целом.

Результатом всего этого исследования являются следующие сведения: полный перечень показателей (с устранением дублирования), циркулирующих в существующей системе управления; полный перечень документов; маршруты продвижения как документов, так и каждого показателя; логические схемы обработки каждого показателя и каждого документа в каждом подразделении; логическая интегрированная схема обработки данных в существующей системе управления. При этом частично выявляется также перечень задач управления (функций) и материальных средств и методов (схем), которыми пользуются при решении этих задач. Эти сведения служат прочным основанием для последующих этапов анализа и синтеза.

18. На основе описанного выше «системного подхода» (проиллюстрированного «теоретической матрицей») наметилась общая методика проектирования автоматизированных систем экономического управления, применимая в равной степени к самым различным экономическим объектам. При этом добывается максимальное количество экономической информации для построения систем этих объектов, а сама последовательность разработки дает основание для классификации данной информации:

1. *Этап анализа.* На основе тщательного исследования объекта, рассматриваемого в качестве системы (его административной структуры, документации, документооборота, юридических положений, штатов, технических средств и т. п.) выявляются предельно детализованные схемы и функции управления. На основе этих сведений строится теоретическая матрица системы изучаемого объекта. Далее выявляются схемы, которые могут быть дополнительно введены в систему (экономико-математические модели, алгоритмы оптимального планирования, электронные машины и т. д.), и определяются потенциально реализуемые ими функции (оптимальное решение некоторых классов задач управления, новые воз-

возможности обработки данных и пр.). Теоретическая матрица дополняется новыми строками и колонками потенциальных функций и схем.

2. *Этап оптимизации*: в перечне функций выделяются желательные функции (назначения), отмечаются нежелательные функции (помехи), выявляются и устраняются дублирующие функции.

3. *Этап синтеза*: выявляются схемы, наилучшим образом реализующие назначения; исключаются схемы, реализующие помехи; проверяются схемы на совместимость и взаимодействие; определяется новая структура системы. На основе полученной в результате этой работы системы (понимаемой в информационном, теоретическом смысле) составляется далее эскизный проект системы управления и техническое задание на ее проектирование.

#### IV. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОДСИСТЕМЫ

19. В некоторых классах экономических систем, описывающих реальные объекты — предприятия, органы управления и т. п., можно использовать следующий критерий классификации схемных подсистем: в одну группу отнести все материальные подсистемы (люди, машины, средства связи и т. д.), а в другую — все реализующие схемы, которые не носят материального характера, а точнее — материальное воплощение которых является безразличным и не играет существенной роли в выполняемых ими функциях (методы, знания, показатели, инструкции, чертежи, административные отношения). Такие реализующие схемы — по существу некоторая информация, выраженная в том или ином языке и фиксированная на определенных носителях. Это дает нам основание говорить о наличии двух типов реализующих схем — материальных и информационных. Информационные элементы соединяют между собой схемные элементы, делая их способными тем самым реализовать ту или иную функцию (аналогия с электронной вычислительной машиной: материальные компоненты универсальной цифровой вычислительной машины — неполная схема решения любой задачи; программа, т. е. информационная схема, дополняет материальную схему до полной схемы решения конкретной задачи).

20. Наличие информационных схем, связывающих между собой материальные схемы, дает основание говорить о наличии в системе имманентной информации. Представляется целесообразным рассмотреть эту имманентную информацию в трех аспектах — язык, модели, программы. Допустимо также говорить о наличии трех информационных подсистем в экономической системе — подсистема языков, подсистема моделей, подсистема программ. Такое разделение является исчерпывающим и взаимодополняющим: язык с помощью программ ассоциирует модели; модель выражается в определенном языке и обрабатывается программой; программа есть модель последовательности действий, выраженная в языке.

21. Условиями наличия языка являются априорное существование моделей и программ их ассоциации, алфавита, грамматики, передающей среды (носителей). Подсистема языков включает весь набор методов (но не материальных средств), с помощью которых осуществляются процессы переработки и передачи информации в системе. Языки в системах экономического управления образуют, с одной стороны, некоторый спектр (язык конструктора, язык бухгалтера, алгоритмический язык), а с другой стороны — некоторую иерархию. Определенные структуры языков реально существуют для каждого класса экономических объектов и явлений; информация об этих языках, представляющая собой существенную часть экономической информации, выражается в метаязыке данной экономической системы. Метаязык может рассматриваться как модель подсистемы языков, являющаяся составной частью подсистемы моделей. До сих пор

мы говорили об информации безотносительно к способам ее выражения. Установив наличие в системе некоторой подсистемы языков, мы можем уже говорить не об информации вообще, а об ее объективно существующих «материализованных» формах. Эти объективно существующие в экономической системе формы информации, воплощенные в некоторых языковых системах, будем называть экономическими данными.

22. Одной из таких воплощенных форм экономической информации является комплекс моделей данной системы. Модель есть упрощенная и стандартизованная форма системы, отражающая полностью или частично один из ее планов. Если система должна удовлетворять лишь самым общим ограничениям, таким, как адекватность объекту исследования с точки зрения достаточно эффективного и надежного решения поставленной задачи, то модель должна отвечать более широкому кругу более жестких ограничений: модель выражается только в одном языке, она должна соответствовать определенному математическому аппарату и быть разрешимой, содержать не большее число знаков, чем может быть обработано экспериментатором вручную или с помощью вычислительной техники и т. д.

Модель есть дальнейшее упрощение и одновременно конкретизация системы, что достигается рядом специальных приемов — агрегацией, квантованием, игнорированием ограничений, введением искусственных ограничений. Комплекс моделей представляет собой фиксированную форму организации имманентной информации систем. Модели образуют спектр, компоненты которого можно классифицировать с позиции разных критериев, в том числе с точки зрения степени организованности информации. Наиболее слабо организованная форма модели — это попросту комплекс представлений тех или иных работников управления об управляемых объектах; наиболее высокоорганизованные модели — это экономико-математические модели оптимального планирования и управления. Чем более развита эта информационная схема, т. е. чем больше моделей оформлено в виде математических, тем сильнее непосредственно регулирующее воздействие данной подсистемы.

23. Программа (по определению М. М. Амосова) есть возможность изменения системы, заложенная в ее структуре, или последовательность действий, выполняемых системой в отношении окружающих ее систем. Таким образом, программа есть способ обработки информации в системе. В процессе реализации ее функции, т. е. метаинформация о способах переработки информации в данной системе; программа есть организованная информация, выраженная в определенном языке, о способах обращения с моделями. Программы образуют иерархические структуры, где классификация может проводиться в нескольких планах: по степени организованности — от инструкции или попросту привычки к проведению определенного вида расчетов и до машинной программы решения комплекса экономико-математических моделей; с точки зрения языка — простые программы поиска или фильтрации поступающих данных, программы решения отдельных моделей или метапрограммы, управляющие переключением программ и т. д.

## V. ИНФОРМАЦИЯ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

24. Итак, экономическая информация образует ряд подсистем экономической системы. Эта информация всегда имеет определенное материальное воплощение. О наличии информации мы можем судить только тогда, когда она выражена в некоторой знаковой системе — в экономическом языке. Эти чрезвычайно многообразные и сложные воплощения экономической информации в тех или иных знаковых системах (доклады, документы, показатели, сообщения и др.) в совокупности называются экономическими

данными. Исследование экономических данных как воплощенных форм информации может быть успешным только в том случае, если мы и на этом уровне сохраним чистый системный подход: будем рассматривать «данные» как подсистему экономической системы. Функцией этой подсистемы является хранение и переработка информации, схемой — язык (знаковая система). Нельзя думать, что если какой-нибудь норматив или сообщение записаны на бумаге (или зафиксированы иным образом), то в них раз навсегда заложено определенное количество информации. Сами по себе данные, выхваченные из системы, не несут в себе никакой информации; исследовать содержание информации в тех или иных данных можно только с точки зрения решения вполне определенной задачи управления. Мало того, одно и то же «данное» (документ, показатель), используемое в разных задачах, несет совершенно разное количество информации.

25. Для исследования содержания информации в экономических данных необходим новый специфический инструмент, который мы склонны называть экономической семиотикой. Предметом экономической семиотики являются экономические данные, выраженные в комплексе профессионально-технических диалектов естественного языка, в ряде искусственных языков (алгоритмических, информационно-поисковых и др.), в математических языках (экономико-математические модели и алгоритмы), в технических языках механической и электронной обработки данных. Метод экономической семиотики — информационно-системный подход; основной ее инструмент — структурно-типологический анализ.

26. Сформулируем задачу исследования экономических данных с точки зрения системного подхода. Прежде всего соберем фактический материал для исследования — все виды документов, показателей и прочих сообщений, имеющих место в реальном экономическом объекте или процессе. Будем рассматривать этот материал как сложную языковую систему. Функцией такой системы являются передача и переработка некоторого объема информации; реализующей схемой является определенная структура знаковых систем. Тогда могут быть поставлены две задачи: 1) задача анализа — по известным схемам (собранным экономическим данным) определить реализуемые ими функции (выявить, сколько информации передается); задача синтеза для заданной функции (передачи определенного объема экономической информации) выявить оптимальный набор реализующих схем, т. е. построить систему языков, выбрать наилучшие формы экономических данных.

27. Методику экономико-семиотического анализа можно вкратце свести к следующему (на деле это — трудоемкое многомесячное исследование). Конкретный экономический язык членится на уровни — законченный экономический текст, документ, показатель, слово (число), элементарный знак алфавита (буква, цифра, прочие знаки). Каждая пара уровней рассматривается в качестве отдельной знаковой системы, где элементы нижнего уровня представляются в качестве алфавита, из которого строятся слова верхнего. Рассматривается каждая пара уровней в трех аспектах:

1) синтаксический аспект — исследование свойств алфавита, правила словообразования, детерминированные и вероятностные законы чередования знаков, правила сокращения текста за счет использования этих вероятностей;

2) семантический аспект — исследование комплекса понятий, закладываемых в слова, детерминированные и вероятностные правила осмысления слов, выделение основных смысловых единиц данного языка;

3) прагматический аспект — исследование ценности того или иного сообщения, заключаемого в словах (т. е. количественного содержания информации в данных), с точки зрения конкретных экономических задач.

28. Количество информации в данных определяется из отношения элементарных слов семантического кода условий задачи и поступающих данных, удовлетворяющих последовательно этим условиям, в рамках выбранного языка. При корректной постановке задачи (отсутствии избыточности условий) сведения, удовлетворяющие каждому условию задачи, имеют равное значение для ее решения, каждое из них может рассматриваться в качестве единицы информации. Если допустить, что как условия задачи, так и удовлетворяющие им данные выражены «на чистом семантическом языке», то каждая смысловая единица (сем) в отношении данной задачи несет один бит информации. Если же допустить, что как условие задачи, так и поступающие сведения выражены в языке, где каждое слово передается не одним алфавитным знаком, а их сочетанием, причем данный язык является абсолютно лаконичным (оптимальным с точки зрения экономичности использования знаков алфавита, причем вероятность следования любого алфавитного знака за любым близка к 50%), то количество информации, необходимой для решения задачи, может быть исчислено через соотношение элементарных алфавитных знаков условий задачи и поступающих данных. Тогда каждый знак несет в себе один бит информации.

Для некорректных постановок задач (включающих избыточность условий) и нелаконичных языков (включающих избыточность знаков) можно принять следующую гипотезу: количество информации в элементарном слове редуцируется в соответствии с удельным весом данного условия в постановке задачи; количество информации в отдельном алфавитном знаке редуцируется в соответствии с априорной вероятностью появления данного знака в слове. Если известно (апостериорно) решение задачи, известен алгоритм решения, причем допускается, что алгоритм является наиболее экономичным, и известно количество информации на входе, то представляется возможным исчислить для данной задачи количество элементарных информационно-преобразований, необходимых для ее решения.

29. Далее ставится задача оптимального синтеза экономических данных, т. е. построения взаимосвязанного комплекса языков, способных с минимальной избыточностью знаков осуществить передачу необходимого количества информации, определяемой кругом задач, решаемых в некоторой управляющей системе. Эти языки образуют некоторый спектр, обеспечивающий решение разных классов задач преобразования информации с использованием различных типов материальных схем. Сюда будут включаться языки, максимально приближенные к естественному и учитывающие традиции управленческого персонала (бухгалтерский язык, язык материального снабжения, инженерно-конструкторский язык), и языки, предназначенные для машинной обработки данных (алгоритмический язык программирования; классификационный язык для сортировки экономических данных; информационно-поисковый язык). Эти языки образуют также некоторую иерархию, соответствующую иерархии программ обработки данных. Все эти языки базируются на едином семантическом словаре, а для однозначного перевода с одного языка на другой в соответствие с семантическому словарю приводится некоторый семантический код, который является с одной стороны, языком-посредником, а с другой — включает механизм агрегации и дезагрегации для перехода с одного уровня иерархии на другой.

30. Задача оптимального синтеза комплекса языков не является ни надуманной, ни слишком сложной. В любой экономической управляющей системе спектр и иерархия языков существует всегда, но в неявном и нерациональном виде, затрудняющем перевод с одного языка на другой, причем во всех языках имеется большая избыточность. Общее число слов в

оптимально сконструированном комплексе языков должно во много раз сократиться, информационное содержание каждого слова существенно повыситься. По мере опускания с уровня на уровень при семиотическом анализе экономического языка число элементов алфавита резко снижается при переходе на низший уровень: практически неисчислимо количество экономических текстов, сотни тысяч форм документов, десятки тысяч типов показателей, тысячи слов, сотни морфем, десятки элементарных знаков алфавита (при этом пропорционально падает моделирующая способность знаков и возрастает их абстрагирующая способность). Новый спектр языков строится из элементарных алфавитных знаков, причем сами слова являются предельно лаконичными, а число слов определяется составом семантического словаря.

## VI. ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ — ДВА АСПЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

31. С позиции теории систем управление сводится к обработке информации. В реальных органах экономического управления и в реальной экономике информация существует только в виде экономических данных. Поэтому в любом реальном процессе экономического управления обработка информации сводится к обработке данных, т. е. к некоторым операциям над знаками (из обработки данных принято выделять один из аспектов — выработку решений — как творческий, т. е. не изученный, процесс). По своей природе обработка данных — логико-лингвистическая работа в сочетании с вычислительными процедурами. Обычно обращают основное внимание на вычислительные трудности, хотя они в подавляющем большинстве случаев не составляют проблемы; на деле основные проблемы связаны с неизученностью и сложностью логико-лингвистических процедур (несопоставимость данных, трудности перевода из одних систем мер в другие, выражение одного понятия разными словами, использование одного слова в различных значениях и пр.), а также с большими количествами данных, которыми приходится оперировать.

32. Автоматизация обработки данных отнюдь не решает этих проблем, а наоборот, упирается в их решение и еще более усложняет их. Дело в том, что автоматизированная система обработки данных требует во много раз больше данных, чем ручные методы управления. Требуется разработка больших массивов нормативов, характеристик и оборудования, трудовых ресурсов, ценников и т. п., без которых можно было обходиться при ручном управлении, но невозможно при машинном решении задач. Предъявляются повышенные требования к верности и полноте данных.

33. Средством борьбы с безудержным возрастанием количества данных в системах управления при их автоматизации является внедрение принципа интеграции. Интеграция предполагает установление единых источников данных, создание единых централизованных картотек, воссоединение процедур решения всех отдельных задач управления в единую взаимосвязанную логико-вычислительную процедуру, осуществляемую за один цикл работы системы обработки данных, причем результаты решения одной задачи служат исходными данными решения следующей задачи без перерыва вычислительного процесса. Правильное установление единых источников данных и логической взаимосвязи и последовательности решения задач позволяет во много раз сократить число данных, обращающихся в системе управления.

34. Другой объективной трудностью внедрения в эксплуатацию автоматизированных систем обработки данных является прогрессирующее порождение ими метаинформации (информации об информации), фиксиро-

ванной в некоторых формах метаданных: система обработки данных может успешно работать в том случае, если в ней накоплено достаточное количество программ, программирующих программ, программ-диспетчеров, правил и инструкций, записанных на тех или иных машинных носителях. Только тогда, когда накоплено достаточное количество данных и метаданных, автоматизированная обработка данных может осуществляться эффективно и конкурировать с ручной их обработкой. На это обычно требуется несколько лет, в течение которых автоматизированная система обработки данных разочаровывает разработчиков и пользователей. Этот период можно сократить, если сосредоточить усилия разработчиков и органа управления, где внедряется автоматизированная обработка данных, не только на создании комплекса машинных средств, но в основном на «информационных» работах: разработке исходных данных, моделей, программ.

Но не является ли процесс накопления данных и метаданных безграничным, так что, в конце концов, система будет работать только «сама на себя» по закону Паркинсона?

## VII. ПАМЯТЬ И СЛЕЖЕНИЕ, МЕТАИНФОРМАЦИЯ

35. Законы накопления и преобразования данных в автоматизированных системах управления удобно проследить, рассматривая их в аспекте теории слежения и выявляя соотношение между накопленными данными и данными текущих сообщений. Введем понятия памяти и слежения как двух источников информации в системе. В решении любой конкретной задачи управления безразлично, каков источник этой информации, однако ее должно быть определенное количество. Между тем, память не есть свойство, присущее самой системе, а ее наличие зависит от определения (ограничения) системы и положения наблюдателя. Таким образом, в проектировании систем управления появляется возможность широкого варьирования и взаимного замещения аппарата памяти и аппарата слежения. Действительно, представляется абсурдным пытаться определить «абсолютный объем памяти» некоторой экономической системы. Если рассматривать в качестве «памяти» всю информацию, накопленную в верстаках, в знаковых системах, в головах людей, то это окажется совершенно непродуктивным; если же в качестве «памяти» рассматривать накопленные данные, то это попросту неверно, так как данные могут содержать информацию, а могут ее и не содержать или же содержать дезинформацию. Наличие памяти проявляется лишь в отношении определенного круга задач (функций) системы, а тип памяти определяется типом слежения.

36. Нужные объемы памяти и формы организации данных в памяти оценим для стандартных типов моделей теории слежения.

1. При компенсаторном слежении потребность в памяти минимальна: требуется хранить только критерий, программу рассогласования и программу выработки управляющего воздействия. Вся информация о состоянии системы обеспечивается мощным потоком входных данных, так что эффективность и надежность управления обеспечивается увеличением пропускной способности канала передачи и обработки данных до максимума пиковой нагрузки. Для системы обработки данных это предполагает наличие небольших картотек исходных данных, малого числа программ, но требует большого числа каналов связи, разветвленных входных устройств, большого резерва вычислительной мощности.

2. Слежение типа преследования предполагает наличие замкнутого контура регулирования с обратной связью, где выработка управляющих импульсов осуществляется с учетом накопленной информации об их регулирующем воздействии. При этом резко увеличивается потребность в памяти: для решения задачи управления требуется знать самую систему —

ее элементы, соотношение между ними, возможные реакции на управляющие импульсы. Информация хранится, как правило, в простейших формах данных, однако накапливается и метainформация в виде программ обработки данных и программирующих программ, с помощью которых управляющие воздействия совершенствуются по мере накопления информации в памяти. Потребность в данных текущего слежения (учета) резко снижается, надежность обеспечивается накоплением данных в памяти и обеспечением их быстрой выборки. Накопление данных в памяти последовательно разгружает каналы слежения: автоматизированная система обработки данных позволяет последовательно сокращать текущий оперативный и статистический учет и т. п. Далее, на определенном этапе развития системы начинает сокращаться и потребность в объемах памяти за счет превращения информации в метainформацию, перехода от низших примитивных форм данных к высшим их формам. Этот вывод можно экстраполировать и на систему управления народным хозяйством в целом: по мере массового внедрения автоматизированных систем обработки данных на всех уровнях управления количество данных, передаваемых по каналам связи, будет последовательно сокращаться, а после некоторого переломного момента снизится и темп накопления данных в памяти автоматизированных систем обработки данных. Зато содержание в этих данных информации увеличится на несколько порядков.

37. Для иллюстрации этих положений можно рассмотреть парадокс использования метода имитации для планирования: исторические данные, имеющие ничтожную прагматическую ценность, т. е. содержащие весьма малые объемы информации, будучи обработаны с помощью программы имитации, дают чрезвычайно ценные, содержащие большой объем информации сведения о возможных будущих поведении и состояниях системы.

Откуда взялась дополнительная информация в информационной изолированной системе? Она заранее накоплена в метainформационной записи программы имитации и комплекса моделей, построенных на основе переработки информации многолетней статистики поведения многочисленных параметров этой системы.

38. Встроенные регуляторы экономики, такие, как цены, учетная ставка, акты экономического законодательства и др., рассмотренные с семиотической точки зрения, представляют собой также знаковые системы, особый, высший тип экономических данных. Эти данные носят характер информационных схем, реализующих некоторые функции управления. Характерная особенность этих знаковых систем заключается в том, что они хотя и в разной степени, но все в целом обладают чрезвычайно большой моделирующей способностью.

Это означает, что структура моделируемой ими системы экономики в значительной степени зависит от внутренних свойств самих знаковых систем: так, цена всегда конкретна, производство данного товара в обществе и спрос на него не только определяет цены, но и в свою очередь в огромной степени определяется значением цены. Конкретность и высокое моделирующее воздействие этих широко распространенных, но мало изученных знаковых систем указывает на высокое содержание информации в «словах» этих высокоорганизованных экономических языков. Обработка экономических данных станет во много раз более экономной и эффективной, когда мы научимся в достаточной степени сознательно конструировать и использовать эти «высшие формы» данных, являющихся одновременно так называемыми экономическими рычагами управления.

Поступила в редакцию  
21 VI 1966

## ПРОБЛЕМА ПОЛНОЙ ЗАНЯТОСТИ И СТРАТЕГИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА В УСЛОВИЯХ РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАН

МЕЧИСЛАВ ФАЛЬКОВСКИЙ

(Польша)

Стремительный рост народонаселения в развивающихся странах на протяжении последних десятилетий вызывает беспокойство и ставит серьезные проблемы перед демографами, статистиками и прежде всего экономистами. В этих странах, где проживает 60% населения земного шара, динамика роста народонаселения, как правило, выше, чем в развитых индустриальных странах. Это рост порядка от 2 до 3% в год. Полагают, что в 2000 г. народонаселение земного шара достигнет 6 млрд. человек, а быть может даже 7,4 млрд. человек. Таким образом, менее чем за 40 лет народонаселение земного шара удвоится. Добавим к тому же, что за 11 лет (1950—1961 гг.) оно достигло 3 млрд. 69 млн. человек, обнаружив при этом неизвестную до тех пор динамику роста. Наибольший рост происходил в течение последних 40 лет (1920—1960 гг.) в самых бедных районах: в Латинской Америке, Юго-Восточной Азии, а наименьший — в странах Западной Европы, т. е. в развитых индустриальных странах. В развивающихся странах показатель рождаемости равен 40 и более на тысячу жителей, тогда как в индустриальных странах — от 14 до 25. Показатель смертности наиболее высок сегодня в развивающихся странах и составляет от 15 до 24 на тысячу человек [1, стр. 120].

Хотя разрыв и значителен, однако полагают, что уровень смертности понизится в развивающихся странах и будет приближаться к уровню развитых стран. Если действительно такова тенденция изменения смертности, уменьшающейся благодаря прогрессу гигиены и медицины, темпы роста народонаселения земного шара будут определяться прежде всего показателем рождаемости. Однако динамика изменения этого показателя остается неизвестной.

Демографические прогнозы, сделанные ООН, допускают три варианта, каждый из которых предполагает уменьшение коэффициента рождаемости по крайней мере в каждом новом периоде.

В табл. 1 сравниваются два возможных варианта роста народонаселения соответственно по разным районам мира. Если принять, что тенденции, проявляющиеся в настоящее время в показателях рождаемости и смертности, сохранятся, то народонаселение земного шара должно увеличиться с 1970 по 2000 гг. более чем в два раза. По сравнению с 1970 г. население Латинской Америки возрастет в 2000 г. в 2,6 раза, Африки и Южной Азии — в 1,9 раза, Океании, Северной Америки и Советского Союза — почти удвоится, а Европы увеличится лишь на четверть.

Если же показатели рождаемости уменьшатся, как предполагается в «среднем» варианте, народонаселение земного шара почти удвоится с 1960 по 2000 гг., в Латинской Америке увеличится приблизительно в три