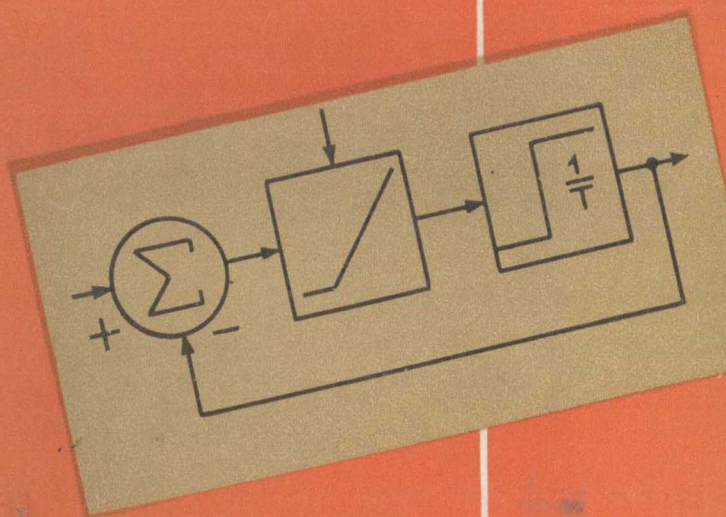


П. ЭРТЛИ-КАЯКОБ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА НА ПРАКТИКЕ



ЭКОНОМИКА

П. ЭРТЛИ-КАЯКОБ

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
КИБЕРНЕТИКА
НА ПРАКТИКЕ**

Peter Oertli-Cajacob

Praktische Wirtschaftskybernetik

Ein praxisorientierter Leitfaden
für die Gestaltung und Optimierung der Planung und
Organisation in Industrie, Handel und Verwaltung.
Neue Methoden und deren Anwendung



Carl Hanser Verlag München Wien 1977

П. ЭРТЛИ-КАЯКОБ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА НА ПРАКТИКЕ

Сокращенный перевод с немецкого

Под редакцией д. э. н. профессора
К. А. БАГРИНОВСКОГО



МОСКВА ЭКОНОМИКА 1983

ББК 65.9(4/8)
Э82

Переводчик

к. э. н. А. А. ФЕДОТОВ

Рецензенты:

доктор технических наук А. Н. ШТЕЙНБЕРГ,
доктор технических наук Н. Е. КОБРИНСКИЙ

Э $\frac{0601000000-029}{011(01)-83}$ 6-83

© Carl Hanser Verlag, München—Wien, 1977
© Перевод на русский язык с сокращениями,
предисловие издательства «Экономика», 1983

ПРЕДИСЛОВИЕ

В достаточно широком смысле многие естественные и искусственные объекты могут быть охарактеризованы как системы с управлением, поскольку процесс их развития меняется в зависимости от влияния внешних и внутренних управляющих воздействий. Система с управлением состоит из двух главных частей: исполнительной и управляющей систем.

Исполнительная система выполняет основную рабочую функцию, возложенную на всю систему с управлением. В производственной деятельности людей примером исполнительной системы является промышленное предприятие, объединяющее целенаправленные и согласованные действия машин и технологических процессов, выполняющее основную функцию — производство определенного количества заданных видов продукции. Более сложными примерами могут служить производственные объединения, отрасли промышленности, народное хозяйство в целом. Всякая исполнительная система функционирует во времени. Она поддерживается в определенном рабочем состоянии управляющей системой, которая приводит исполнительную систему в заданное состояние и контролирует реализацию выбранного режима в динамике.

Управляющие системы полезно разделить, как это делается в предлагаемой книге, на два больших класса: прямого (жесткого) управления и регулирования. В соответствии с принципами анализа управляющих систем, которые выбирает автор, он в первую очередь и достаточно детально обсуждает свойства систем регулирования. При этом он делает это исходя из основных представлений теории регулирования о технических системах и устройствах. Вообще говоря, можно считать общепризнанным понимание кибернетики как науки об общих свойствах управляющих систем (независимо от тех кон-

кретных областей, где используются системы с управлением).

Широкое разнообразие управляющих систем, как наблюдаемых в естественных условиях, так и созданных разумом и руками человека, заставляет применять для их исследования самые разнообразные методы. По мысли автора, к наиболее подходящим способам исследования динамических экономических систем относятся в первую очередь методы теоретической кибернетики. Теоретическая кибернетика включает в себя достаточно много разделов. Некоторые из них представляются иногда довольно далекими друг от друга. Однако их объединяет единая цель анализа общих свойств управляющих систем. Конкретные особенности различных подходов могут быть перенесены из одной области знания в другую, что позволяет осуществить более широкое взаимопроникновение методов, применяемых в различных дисциплинах. Эта идея является главной в предлагаемой работе; мысль автора движется в направлении использования методов, применяемых в технической кибернетике, к решению проблем управления экономическими системами. В связи с этим первая глава книги содержит изложение главных исходных позиций автора, необходимых основ теории регулирования, некоторые способы анализа экономических моделей и элементы теории исследования операций. В этой главе, которая во многом носит справочный характер, следует отметить два полезных момента. Первый из них относится к позиции автора как исследователя, стремящегося к тому, чтобы уменьшить все увеличивающийся в настоящее время разрыв между достижениями чисто теоретической кибернетики и слабым использованием ее результатов для практических целей. Следует отметить, что эта убежденность автора в возможности и необходимости применения весьма сложных конструкций теоретической и технической кибернетики к решению экономических задач управления проходит красной нитью через всю книгу и является ее особенностью.

Вторым важным моментом в первой главе следует признать новые интересные разработки автора в теории линейных иерархических многомерных систем регулирования с вертикальными и горизонтальными связями. Автор разработал новый подход и соответствующий аппарат для исследования таких систем, что позволило ему в третьей главе рассмотреть важную практическую про-

блему анализа многоуровневой системы складского хозяйства.

В этой главе следует обратить внимание на комплексный способ подхода к кибернетическому моделированию экономических процессов, поскольку здесь отражены многосторонние связи кибернетики с теорией оптимизации, включая динамическую оптимизацию, эконометрией, исследованием операций и с теорией информации. Правда, теория информации и информационные аспекты управления излагаются в книге излишне кратко с упоминанием некоторых традиционных приложений. В то же время следует отметить, что существует обширная литература, посвященная именно реализации кибернетических методов управления в экономических системах, где обсуждаются вопросы анализа и использования экономической информации. В этих работах рассматриваются вопросы классификации экономической информации, методы измерения, характеристики ее потоков и ценности.

Опыт разработки систем управления в нашей стране свидетельствует о том, что для эффективного использования кибернетических методов необходимо тщательно проработать все эти вопросы. Советский читатель может найти указанные сведения, например, в книге Е. Г. Ясина «Теория информации и экономические исследования». Вполне современным и правильным представляется то, что автор большое внимание в первой главе книги уделяет имитационному моделированию как средству изучения сложных систем, которое следует применять тогда, когда аналитические методы становятся бессильными. Этот подход позволяет не идти по пути нарочитого упрощения моделей изучаемых систем, к которым зачастую прибегают вынужденно, только для того, чтобы применить известный аналитический метод или «хороший» метод оптимизации, а, напротив, работать с моделями, достаточно точно отражающими существо исследуемого процесса.

В качестве основного метода машинной имитации автор рассматривает так называемую непрерывную имитацию, когда динамический процесс моделируют разностным уравнением, позволяющим с фиксированным временным шагом вычислять состояния системы в последующие моменты времени. Весь процесс имитации состоит в этом случае в том, что исследователь, изменяя параметры управления, может выбрать наилучшую в определенном смысле траекторию развития системы и

соответствующую этой траектории оптимальную совокупность параметров управления.

Существенно новым и полезным является предложенный автором подход к сложным системам управления с позиций интенсивно развиваемой в настоящее время теории многосвязного регулирования. Здесь автором получены результаты, позволяющие предложить новые пути анализа линейных иерархических многомерных систем регулирования с иерархически избыточными связями. Эти результаты используются во второй главе при построении и анализе интересной модели сложной организации, в которой обобщаются достаточно хорошо изученные модели линейной и матричной организации, а также применяется метод машинной имитации для расчета параметров, соответствующих оптимальной структуре сложной организации. В частности, решаются вопросы, связанные с распределением полномочий и ответственности на примере двухуровневой системы, состоящей из главного регулятора (центра) и двух субрегуляторов (подсистем). Исследование этой частной задачи выполнено чрезвычайно тщательно и может быть использовано, например, для иллюстрации в учебных курсах по экономической кибернетике и исследованию операций.

Третья глава работы посвящена описанию и различным аспектам практического использования сложной имитационной модели, позволяющей «проиграть» различные варианты функционирования многоуровневой иерархической системы управления запасами и выполнения заказов сбытовыми организациями, составляющими имитационный комплекс, и взаимосвязи между ними. Практическая направленность работы автора проявляется в том, что приведены решения ряда конкретных задач управления сбытом на межрегиональном уровне и дан их содержательный анализ. Избранный автором имитационный подход служит эффективным инструментом решения сложных задач управления современным производством. Книга, несомненно, будет полезна широкому кругу читателей, поскольку только в условиях планового хозяйства экономическую кибернетику можно применять в национальных масштабах.

Д. э. н. профессор К. А. БАГРИНОВСКИЙ

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Мне особенно приятно, что эта книга издается на русском языке, в стране, традиционно известной выдающимися достижениями в экономике, математике и кибернетике.

Назначение и цель этой книги состояли в том, чтобы изложить читателям ориентированное на практику введение в теорию экономической кибернетики, проиллюстрировав при этом основные теоретические концепции примерами, взятыми из производственной деятельности.

Хотя кибернетика как наука в наши дни все еще находится на начальном этапе своего развития, я попытался как можно более полно рассмотреть различные аспекты этой дисциплины, их взаимосвязь и взаимопроникновение. Я полностью отдавал себе отчет в сложности поставленной задачи. Однако попытка ее решения и уменьшения тем самым разрыва между теорией и практикой казалась мне не только оправданной, но и насущно необходимой. Приводимые в книге кибернетические концепции и примеры их практического применения иногда содержат новые подходы к совершенствованию управления современным производством и экономикой в целом.

Немецкое издание этой книги предназначалось прежде всего для работников, занятых в сфере производства и управления, а также для учащихся и преподавателей вузов экономического и иного профиля, интересующихся возможностями практического применения этой молодой научной дисциплины. Однако и для специалистов по теории регулирования, эконо-

метрии, исследованию операций, системному анализу и системной динамике эта книга может оказаться полезной, поскольку приводимые в ней конкретные примеры отражают многолетний опыт практической работы автора на различных промышленных предприятиях Швейцарии.

Я стремился найти разумную альтернативу между слишком строгим и крайне упрощенным изложением концептуального, математического и иного аппарата, методов и средств кибернетики.

Глубокое понимание кибернетики предполагает хорошее знание определенных разделов математики. Стремление к наглядности побудило отказаться от пространственных математических доказательств и крайне строгих формулировок. Для более глубокого ознакомления с предметом приведена специальная литература.

Рассмотренные примеры применения экономической кибернетики стали ядром книги. В них речь идет прежде всего о внедренных задачах среднесрочного и долгосрочного прогнозирования, формирования и оптимизации сложных организационных структур, систем управления запасами товарно-материальных ценностей и систем распределения как на стратегическом, так и на оперативном уровнях.

Возможно, что иногда изложение покажется слишком специфичным для практиков, тогда как профессионалы сочтут отдельные разделы слишком громоздкими. Так, например, рассмотрение проблемы управления запасами может показаться отдельным читателям излишне пространным. Но это полностью соответствует замыслу книги. К сожалению, во многих учебниках изложение заканчивается там, где материал усложняется. Практика управления по своей природе сложна. С этим моментом связано то, что до сего времени рекомендации теории принятия управленческих решений сравнительно редко применяются на практике.

В отличие от Советского Союза в вузах капиталистических стран не существует ка-

федр экономической кибернетики, подготавливающих специалистов в этой области. Там предоставляется возможность стать специалистом, например, по политэкономии, теории регулирования, прикладной математике, автоматике. Именно поэтому в немецком издании книги довольно значительный объем занимали разделы книги, относящиеся к теории регулирования, внутрипроизводственному планированию, системной динамике и другим дисциплинам.

При переводе книги на русский язык была учтена более широкая подготовка советских читателей в области указанных разделов экономической кибернетики. В связи с этим текст оригинала книги подвергся значительным сокращениям. Кроме того, при переводе были опущены излишне пространные пояснения отдельных экономико-математических моделей управления запасами, поскольку предполагалось, что советские читатели достаточно хорошо знакомы с ними.

Русское издание книги было несколько иначе структурировано без потери при этом наиболее важных для практического применения экономической кибернетики деталей, представляющих самое ценное во всем изложении. За этот нелегкий труд я особо признателен научному редактору перевода профессору К.А.Багриновскому.

В заключение мне хотелось бы искренне поблагодарить всех тех, кто способствовал успешному изданию книги на русском языке.

Швейцария, Цюрих, февраль 1981 г.

ПЕТЕР ЭРТЛИ-КАЯКОБ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И МЕТОДЫ КИБЕРНЕТИКИ

1.1. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ

В практике экономической жизни — в промышленности, торговле и управлении — растет потребность в более достоверных моделях планирования, прогнозирования, оптимизации. Кибернетика может предложить ряд интересных и многообещающих подходов к их разработке и практическому применению, поскольку как междисциплинарная наука о сложных динамических системах она довольно близка к отображению и решению насущных проблем промышленности, торговли, общественных организаций.

К сожалению, между теоретической кибернетикой и ее применением на практике разрыв все возрастает: с одной стороны, бурно развиваются кибернетические теории, с другой — нередко отсутствуют предпосылки их успешного практического применения.

Цель. Эта книга должна способствовать уменьшению разрыва между теоретической кибернетикой и ее практическим применением для решения экономических проблем.

Средства. Основой успешного применения кибернетики на практике служит усвоение ее основных концепций и методов практическими работниками. Автор полагает, что конкретные примеры могут продемонстрировать переход от теории к практике и решению возникающих в ней проблем.

Метод. Кибернетика требует определенного стиля мышления. Он все еще не получил широкого распростра-

нения у экономистов. Именно поэтому в первой главе приводятся основные понятия экономической кибернетики, даются их определения и разъясняются методы, применяемые для решения практических проблем.

1.1.1.

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Исходя из требований практики, следует прежде всего рассмотреть научно-теоретические аспекты, позволяющие выделить кажущиеся почти непреодолимыми противоречия теории с практикой, модели с действительностью, а также уточнить цели и задачи кибернетики.

Наука. Наука — это постоянно развивающаяся система знаний о свойствах, причинах, связях и закономерностях природы, общества и мышления, использования определенных понятий и категорий, критериев, законов, теорий и гипотез.

Теория. Теория — это система высказываний о реальной или предполагаемой действительности. Важнейшими элементами теории служат сформулированные в ней законы развития описываемых ею явлений. Наряду с этим любая теория содержит также суждения, относящиеся к практической деятельности (рис. 1.1). Эти суждения могут носить форму моделей. Все теории и модели можно объединить в две крупные категории: дескриптивные и нормативные.

Дескриптивные теории или модели выполняют как систематизирующую, так и прогностическую функцию. Они должны как пояснять существующие, так и предсказывать новые ситуации.

Конструктивные теории или модели относятся к формированию новых знаний и объектов. В их число входят прежде всего методология науки, эвристика, праксеология, системотехника.

Теория связана с практикой, реальной действительностью. Практика — критерий истинности теории. Конеч-

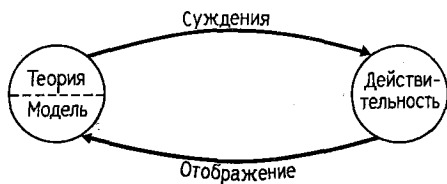


Рис. 1.1.

Связь между теорией, моделью и объективной реальностью

но, связь между теорией и практикой не всегда очевидна. По нашему мнению, хорошая теория всегда тесно связана с практикой при большой глубине концепций. Чаще всего глубина и емкость понятий теории взаимно исключают друг друга. Важное требование к теории состоит в том, чтобы ее положения были кратки и ясны.

Сказанное можно сформулировать так. Произведение широты $AB(T)$, глубины $AT(T)$, концентрации $AD(T)$, понятности суждений $AV(T)$ и степени допустимости ложных суждений $FG(T)$ теории T можно назвать объемом суждений $A(T)$ этой теории, т. е.

$$A(T) \equiv AB(T) \cdot AT(T) \cdot AD(T) \cdot AV(T) \cdot FG(T).$$

Объем суждений теории можно рассматривать как критерий ее качества:

$$A(T) \rightarrow \text{Max!}$$

Практика. Практикой иногда называют процесс прямого и косвенного изменения людьми окружающей их среды. Нередко под практикой имеют в виду любое применение теории. Практика — критерий истины, адекватности человеческого знания. Человек может получить точное представление о реальности только путем прямых или косвенных воздействий на внешнюю по отношению к нему среду. Следовательно, практика и познание образуют диалектическое единство. Постоянное сопоставление теории с практикой — обязательная предпосылка развития теории.



Рис. 1.2.
Изучение объекта методом имитации

Модель и действительность. Модель — это наиболее приемлемое отображение реальной системы (действительности) или системы, которую предполагается реализовать (мыслимой или будущей реальности). Поведение модели можно изучать с помощью имитации, результаты которой позволяют получить выводы о поведении реальной системы (рис. 1.2).

Мы не всегда отдаем себе отчет в том, что почти все человеческие действия основываются на модельных представлениях. Большинство моделей, повседневно нами используемых, имеет концептуальную природу. Отображение окружающей среды человеком, строго говоря, всегда неправильно, поскольку при этом сложная реальность заменяется упрощенной моделью. К тому же возможности мозга, сознания и памяти человека более ограничены, чем принято думать. Наш мозг может одновременно обрабатывать около 160 бит информации. Напомним, что большие ЭВМ имеют память емкостью свыше 10 млн. бит.

Таким образом, строго говоря, не существует «практиков» в чистом виде. Есть «теоретики», имеющие дело с более или менее хорошими моделями, а так называемые «практики» используют чаще всего очень простые, интуитивно ясные модели, которые с точки зрения «теоретиков» нередко представляются сомнительными.

Ситуации, сложность которых превышает определенный уровень, не могут быть поняты. Применение упрощенных моделей, позволяющих обеспечить частичное их понимание, является необходимым приемом мышления для того, чтобы справиться с ситуациями, сложность которых превышает возможности мозга человека. Неизбежное присущее моделям упрощение всегда можно назвать недопустимым. Решающий момент состоит в том, позволяет ли использование конкретной модели продвигаться в решении проблемы. Разработка моделей, предназначенных прежде всего для получения информации, представляет собой не разовое действие, а многоэтапный итеративный процесс.

1.1.2.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ

Сложные проблемы требуют для своего решения определенной последовательности действий (рис. 1.3). Важнейшие элементы этой последовательности описаны ниже.

Выдача задания. Последовательность действий начинается с обоснования необходимости решения проблемы,

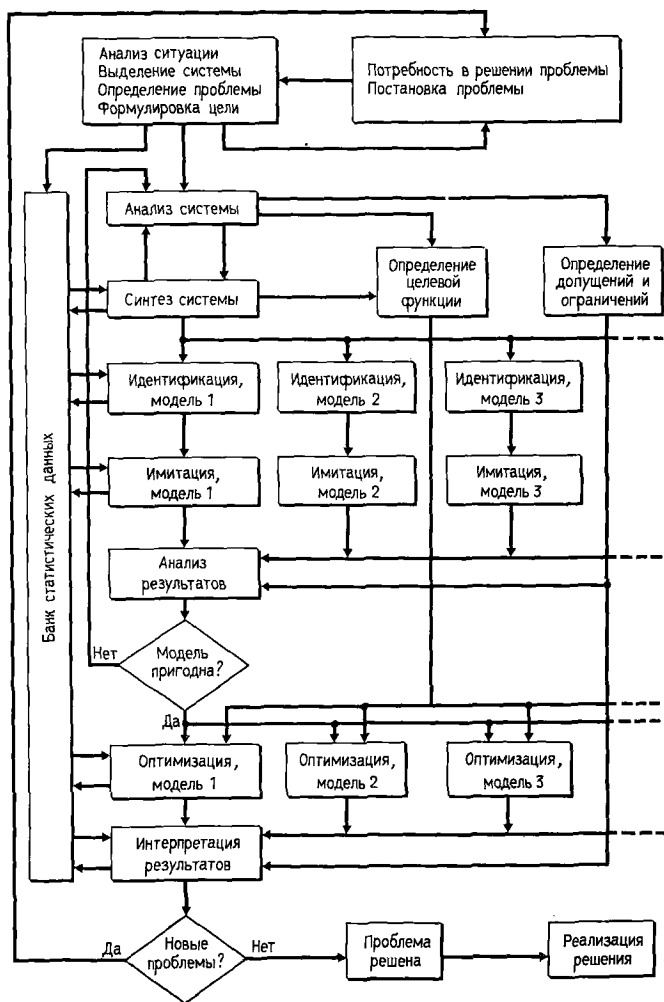


Рис. 1.3.

Последовательность действий при системном подходе к решению проблемы

после чего выдается задание, в котором характеризуются проблема, ограничения и возможные пути достижения успеха.

Анализ ситуации сводится к изучению проблемы. На этом этапе наряду с исследуемой системой анализируется ситуация вне ее, т. е. во внешней среде, в которую входит