Ю. И. ЧЕРНЯК

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ ЭКОНОМИКОЙ

ВВЕДЕНИЕ

Что такое системный анализ? Системный анализ применяется в экономике и технике, биологии и медицине, истории и филологии, в политике и военном деле. Он используется в теоретических и прикладных исследованиях, при выборе образцов новой техники и вариантов капиталовложений и т. п. Поэтому ответить на поставленный вопрос непросто. При этом надо иметь в виду следующее:

1. Системный анализ является такой областью исследований, где еще нет установившейся системы понятий, общепринятой терминологии и единства мнений исследователей и практиков по многим принципиальным вопросам.

2. Область системного анализа достаточно широка и включает большое разнообразие постановок задач и соответственно множество методов решения, она лежит на стыке целого ряда отраслей науки и сфер человеческой деятельности: политики, экономики, военного дела, космических и геофизических исследований, создания технических систем.

3. Опыт системных исследований невелик, так что нет возможности подобрать сквозной пример достаточно крупного завершенного исследования. Поэтому, рассматривая различные этапы системного анализа, приходится ссылаться на примеры исследований разных объектов с разной степенью завершенности.

Для более ясного изложения материала предварительно сформулируем вопросы, относящиеся к системному анализу. Вопросы поставлены в том виде, в каком они возникали при проведении практических работ по системному анализу.

5 г. **Можно ли дать однозначное определение системного анализа?** Известно, что определяя понятие, мы его ограничиваем, сужаем, обедняем. Тем не менее в качестве

рабочего инструмента можно использовать одно из возможных определений как главное, выделив некоторые существенные черты явления, отличающие его от других исходных.

Системный анализ — методология исследования трудно наблюдаемых и трудно понимаемых свойств и отношений в объектах с помощью представления этих объектов в качестве целенаправленных систем и изучения свойств этих систем и взаимоотношений между целями и средствами их реализации. Он применяется при такой постановке задачи, когда необходимые для ее решения сведения об объекте не могут быть получены непосредственным его наблюдением. Тогда объект рассматривается в качестве подсистемы некоторой системы, как совокупность подсистем во взаимодействии с другими системами.

Это определение, которое следует рассматривать в качестве рабочего, позволяет отличить методы системного анализа от других методов исследования и относит его к определенной области научных знаний. Другие определения отражают иные черты этого сложного понятия. Их мы рассмотрим позже.

Чем отличается системный анализ от других методов исследования? Во множестве методов исследования и анализа подавляющее большинство ориентировано на непосредственное наблюдение объектов с учетом их природы и специфики. При этом всегда предполагается, что исследуемый объект можно выделить, отграничить от окружающей среды, что его можно наблюдать непосредственно или посредством приборов. В отличие от них метод системного анализа, базирующийся на теории систем, учитывает принципиальную сложность исследуемого объекта, его разветвленные и прочные взаимосвязи с окружающим миром, ненаблюдаемость целого ряда его свойств.

Поэтому, отталкиваясь от реального явления, от имеющихся фактических данных о его свойствах и связях с окружающим миром, исследователь переводит их далее в абстрактные категории теории систем и на основе известных свойств систем выявляет новые свойства и новые взаимосвязи.

В большинстве методов исследования точно определены объекты. Системное исследование обычно включает

в качестве одного из важных этапов именно определение объекта, его нахождение или конструирование.

Почти все методы исследования исходят из четко сформулированной заранее задачи. Системный анализ решает вопросы, как правильно ставить задачи, какие методы исследования использовать.

Главное в системном анализе — как сложное превратить в простое, как не только трудноразрешимую, но и труднопонимаемую проблему превратить в четкую серию задач, имеющих метод решения.

Системный анализ всегда конкретен. Он имеет дело с определенным народнохозяйственным объектом (пусть вначале нечетко определенным), с конкретной народно хозяйственной проблемой (пусть вначале неясно сформулированной).

Метод системного анализа продуктивен тогда, когда прилагается к вполне определенным классам задач, которые будут подробно рассмотрены в § 1 главы I.

Как складывался метод системного анализа? Генезис системного анализа может быть прослежен с античных времен; понятие системы применялось еще философами-материалистами Древней Греции. Высказывания и примеры исследований в духе системного анализа можно найти у ряда выдающихся ученых разных эпох.

Диалектический материализм, развитый и использованный для анализа и формулирования законов общественного развития в трудах классиков марксизма-ленинизма, является обобщением прогрессивной философской мысли предшествующих эпох и базисом дальнейшего развития науки. Системность является одной из важных черт диалектического метода, а системный подход к исследованию экономических явлений — прямым выводом из философии марксизма.

«В области явлений общественных, — писал В. И. Ленин, — ...необходимо брать не отдельные факты, а *всю совокупность* относящихся к рассматриваемому вопросу фактов, *без единого* исключения...» [2. т. 30, с. 350—351]. Блестящим примером реализации системного принципа в экономике является разработка плана ГОЭЛРО. На важнейших этапах развития нашей страны неоднократно реализовывались подобные грандиозные планы развития, охватывающие все решающие участки нашей социальной и экономической жизни, науки и производства.

Научно-техническая революция второй половины XX века и порожденные ею новые условия вызвали потребность в обобщении самих системных методов, в выработке чисто рабочего инструментария решения крупных комплексных проблем с учетом дальней перспективы. Такой инструмент, получивший название системного анализа, был разработан рядом научных учреждений США в начале 60-х годов по заданию военных ведомств.

На русском языке имеется довольно обширная переводная литература по системному анализу. Но участвуя на протяжении многих лет в работах по системному анализу на различных народнохозяйственных объектах, автор пришел к твердому убеждению, что ни одна из американских инструкций непригодна для применения в наших условиях. Плановое социалистическое хозяйствование, методы и формы работы наших планово-хозяйственных органов, сами постановки задач системного исследования настолько отличаются от зарубежных, что не только в целом в рамках системного подхода, но и в каждом конкретном случае вырабатывается собственная концепция системного анализа.

Можно ли обойтись без системного анализа? Идеи и принципы системного подхода, методы системного анализа и другие методы научного решения проблем исследования были порождены объективными условиями новой научно-технической революции, социальными, политическими и экономическими факторами. Задачи планирования и управления в масштабе народного хозяйства, его отраслей и отдельных сфер жизнедеятельности общества характеризуются в наше время новыми чертами. Масштаб проблем необычайно возрос, и большинство решений в различных сферах хозяйственной деятельности должно приниматься с учетом влияния их друг на друга.

Принятие решения даже только в области отдельных технических систем связано с большим риском неэффективных затрат и потерь. Поэтому любое решение должно быть тщательно обосновано. Особенно это относится к собственно хозяйственным, экономическим решениям, связанным с крупными взаимодействующими комплексами, новыми отраслями, комплексным освоением новых видов ресурсов или новых территорий.

Новые, научно разработанные методы решения задач управления получили высокую оценку на XXIV съезде КПСС, что является важным стимулом и непосредственным указанием к их дальнейшему совершенствованию и развитию. «Наука серьезно обогатила теоретический арсенал планирования, разработав методы экономико-математического моделирования, системного анализа и другие. Необходимо шире использовать эти методы...»,— отмечал Л. И. Брежнев на XXIV съезде КПСС [3, с. 67].

Независимо от того, какие машины и другие технические средства будут использоваться для дальнейшего совершенствования и автоматизации управления, самое ценное, что может быть создано, — это умение работников управления в каждом конкретном случае (в повседневной работе и в случае возникновения новых проблем) правильно поставить цели, составить программу их достижения. Умение аппарата управления в общегосударственных масштабах ставить цели и достигать их представляет собой важнейший ресурс государства, залог неуклонного повышения эффективности общественного производства.

Каково место системного анализа в ряду других методов и форм управления? Системный анализ ни в коей мере не противопоставляется другим методам анализа проблем и принятия решений. Новым является синтез в единой методологии некоторого взаимосвязанного круга понятий, методов и приемов, которые ранее использовались разрозненно при решении отдельных частных проблем в науке и технике. Далее, этот комплекс системных понятий и методов распространяется на совершенно новые сферы деятельности, где раньше эти понятия не использовались, — на область планирования, управления.

Сила системного метода в анализе именно сложных проблем заключается в том, что он позволяет, с одной стороны, разложить слишком сложную для решения проблему на ее составляющие вплоть до постановки конкретных, имеющих отработанные методы решения задач, а с другой — удерживать их вместе в качестве единого целого.

Как весьма точно выразился советский исследователь С. П. Никаноров, системный анализ позволяет предста-

вить процесс решения проблемы как процесс конструирования, изготовления и использования систем [1].

Что является существенным в системном анализе, на чем концентрируется его внимание, весьма точно сформулировано американским исследователем Квейдом: «Анализ систем есть способ рассмотрения проблемы. Математический аппарат и использование вычислительных машин при этом могут быть необходимыми или даже полезными, но могут такими и не быть. Иногда может быть достаточно серьезного размышления над проблемой. Но в любом анализе, связанном с подготовкой решения при наличии неопределенностей, независимо от его сложности присутствуют определенные элементы. Эти элементы — **цель** или **цели, альтернативы** или средства для достижения этих целей, **расходы** или все то, что необходимо затратить для достижения каждой из альтернатив, **модель** или описание зависимости между альтернативами и тем, что они выполняют и стоят, и **критерии,** в соответствии с которыми выбирается предпочтительная альтернатива, — присутствуют в любом анализе, целью которого является оказать влияние на выбор образа действия» [10, 106].

На кого рассчитана книга? Главным образом на тех, кто проводит или собирается провести конкретное системное исследование в области экономического планирования, организации производства и управления, разработки автоматизированных систем управления или совершенствования управления народнохозяйственными объектами. Это в основном работники отраслевых или ведомственных научно-исследовательских институтов, вычислительных центров, отделов НОТ, прикладных экономических лабораторий производственных объединений, предприятий или работающих по их заказам научно-исследовательских секторов вузов.

Книга задумана прежде всего как практическое пособие по проведению системного анализа в различной постановке задач на разных объектах. Сделана попытка отобрать наиболее типичные случаи, чтобы исследователи могли находить определенные аналогии

---

[1] Никаноров С. П. Системный анализ: этап развития методологии решения проблем в США. Вступительная статья в кн. Оптнер С. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. Пер. с англ. М., «Советское радио», 1969.

Глава I
МЕТОД СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

§ 1. КОГДА НЕОБХОДИМ СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ?

Как решаются проблемы? По словам К. Маркса, «самый плохой архитектор от наилучшей пчелы с самого начала отличается тем, что, прежде чем строить ячейку из воска, он уже построил ее в своей голове» [1, т. 23, с. 189]. Расхождение между желаемым и действительным будет составлять проблему. В таком понимании проблема — это абстрактная категория из области познания, выражающая понимание людьми мотивов своей деятельности. В зависимости от того, осознаны ли проблемы отдельной личностью, коллективом, обществом, они могут принимать характер проблем личных, коллективных, общественных. Проблемы порождаются и решаются людьми. Поэтому, исследуя понятие «проблема», нельзя забывать о чисто человеческих чертах его восприятия и связанных с этим трудностях. К ним относятся: неясность понимания проблем; трудность постановки проблем на достаточно отдаленную перспективу; затрудненность классификации проблем — а отсюда и неправильный выбор средства их решения; искаженная оценка проблем, когда близкие, но мелкие проблемы заслоняют крупные, но отдаленные; неверная оценка значимости проблем под влиянием узкопрофессиональной точки зрения; смешение целей, которых хотят достичь, со средствами их достижения и целый ряд других. Социологические, психологические, коммуникационные и другие факторы, лежащие в основе этих трудностей, не являются предметом данной книги. Отметим лишь, что одним из назначений методов системного анализа является правильная и четкая постановка проблем.

Для того чтобы решать проблемы, люди создают системы. В самом общем понимании система есть способ

решения проблемы — совокупность всех необходимых знаний, сведений, материальных средств и способов их использования, методов организации деятельности людей, направленных на решение проблемы. Комплекс системных понятий является достаточно обширным и разветвленным. Здесь отметим лишь, что одним из назначений системного анализа является правильный отбор системного инструментария для решения поставленной проблемы.

Чтобы правильно сконструировать систему, необходимо точно определить ее цели. Если мы имеем дело с крупной проблемой на общественном уровне, то и решающая ее система будет весьма крупной и сложной. Для нее можно определить цель лишь в очень общих терминах. Между тем работа системы осуществляется конкретными людьми, конкретными организациями. Необходимо общую, слабо сформулированную цель конкретизировать, довести через ряд последовательных звеньев до конкретных исполнителей. Разукрупнение, конкретизация, т. е. декомпозиция цели, является также одним из назначений системного анализа.

Для достижений целей могут быть использованы самые различные средства, лежащие в разных областях человеческой деятельности, имеющие материальную форму или являющиеся просто способами организации деятельности людей. Эти средства чрезвычайно различаются между собой по стоимости, доступности, дефицитности и другим характеристикам. Необходимы какой-то единый метод, единая точка зрения для отбора средств достижения целей. Он обеспечивается критерием достижения цели — показателем, на основе которого предпочитаются те или иные средства. Одним из назначений системного анализа является выработка критериев отбора средств достижений целей.

Отбирая конкретные средства достижения целей и намечая способы действий, люди принимают решения, причем обычно имеется множество различных вариантов в той или иной степени удовлетворительного решения проблемы. В ряде случаев эти варианты трудно сравнимы между собой, так как подчас не имеют единиц измерения, включают явления самой различной природы — материальные и финансовые, социальные и политические, моральные и психологические и целый ряд других.

Одним из назначений системного анализа является сравнение вариантов решений с целью отбора лучшего.

Для решения каких проблем используется системный анализ? Совершенно очевидно, что сложный, специально разработанный и довольно-таки громоздкий научный аппарат, каким является системный анализ, стоит применять только для решения достаточно сложных, крупных проблем, связанных с деятельностью многих людей, с большими материальными и иными затратами.

Трудно установить какую-либо классификацию проблем, с тем чтобы точно сказать, где можно, а где нельзя применять системный аппарат.

Пути возникновения проблем различаются по потребностям и возможностям. Первый случай более простой: существующие ресурсы или методы работы, какие-либо товары перестали удовлетворять людей и требуется изменить существующее положение. Системный анализ применяют в том случае, если возникла очень сложная проблема. Второй случай в принципе более сложен: появляется новая возможность, такая, например, как полеты в космическое пространство, использование термоядерной энергии. В каждом случае развитие таких возможностей связано с созданием целых новых отраслей в народном хозяйстве. В этом случае применение системного анализа оказывается не только полезным, но и совершенно необходимым, так как здесь предстоит еще сформулировать саму проблему, имеющую сложный характер, поскольку реализация новых возможностей сказывается на самых разнообразных сторонах человеческой деятельности, жизни общества и государства. Можно отметить и еще более сложные случаи, когда новые возможности порождаются повсеместно и почти ежечасно: так, например, экспериментальная химия синтезирует в год до трехсот тысяч новых соединений с самыми разнообразными свойствами, которые могут быть использованы во многих, если не во всех отраслях производства.

Человеческую деятельность можно условно разделить на две области: область рутинной деятельности, т. е. регулярных, повседневно решаемых задач, и область решения новых, впервые возникающих задач. В первой из них способы решения задач обычно хорошо отработаны и почвы для системного анализа не представляется, хотя

само наличие рутины в некоторых случаях составляет проблему. Так, наличие многомиллионного аппарата экономического управления само по себе создает трудности в управлении, порождает проблемы; большую проблему создает тенденция к постоянному увеличению численности работников аппарата управления. Но в сфере человеческой деятельности, связанной с решением новых, неизвестных ранее задач (например, в перспективном планировании, в науке, в конструкторских разработках), методы системного анализа применимы почти повсеместно, а в некоторых случаях без них нельзя обойтись.

В методе системного анализа принято также различать проблемы по степени их структуризации, т. е. по ясности, осознанности их постановки; степени детализации и конкретизации представлений об их составляющих и взаимосвязях; и, наконец, по соотношению количественных и качественных факторов, отмечаемых в постановке проблемы. Учитывая это, выделяют три класса проблем: хорошо структуризованные и количественно сформулированные; слабо структуризованные, или смешанные проблемы, которые содержат как количественные, так и качественные оценки; неструктуризованные, или качественные проблемы. Для первого класса проблем методы системного анализа не нужны, поскольку для их решения существует развитый и мощный аппарат математического моделирования и строгие количественные методы решения. В качестве основной области приложения методов системного анализа называют второй класс проблем — слабо структуризованных, со смешанными количественными и качественными оценками. Считается, что неструктуризованные проблемы не решаются методами системного анализа, для их решения применяются так называемые эвристические методы. Конечно, между тремя классами проблем трудно провести какие-либо четкие границы, но суть дела в другом. Метод системного анализа как раз и есть метод структуризации, упорядочения проблем. Системный анализ применяется для того, чтобы поначалу хотя бы слабо структуризовать неструктурированную, смутно определенную проблему, а затем собрать новую дополнительную информацию о ней, установить взаимосвязи составляющих, дать, где это только возможно, количественные оценки

(хотя бы субъективные, экспертные) и перевести проблему в разряд структуризованных, к решению которых уже можно приложить аппарат математического моделирования и выбора оптимальных решений.

В ряде случаев системный анализ пытаются определить через те сферы человеческой деятельности, в которых он находит преимущественное применение, как методологию решения исследовательских, военных, политических, экономических проблем. Достаточно полный обзор применения системного анализа дан в работах советских исследователей.

Мы будем рассматривать вопросы применения системного анализа только в области экономического управления.

В каких ситуациях экономического управления возникает потребность в системном анализе? Никто никогда не пытался классифицировать ситуации экономического управления, да и вряд ли это вообще возможно. Поэтому к тем 12 типам ситуаций управления, которые будут названы ниже, следует относиться соответственно как к нестрогой и отнюдь не исчерпывающей классификации.

Итак, системный анализ применим в следующих ситуациях:

1. При решении новых проблем, когда с помощью системного анализа формулируется проблема, определяется, что и о чем нужно знать, кто должен знать.

2. Если решение проблемы предусматривает увязку целей со множеством средств их достижения.

3. Если проблема имеет разветвленные связи, вызывающие отдаленные последствия в разных отраслях народного хозяйства, и принятие решения по ним требует учета полной эффективности и полных затрат.

4. В решении всех тех проблем, где существуют различные трудно сравнимые варианты решения проблемы или достижения взаимосвязанного комплекса целей.

5. Во всех случаях, когда в народном хозяйстве создаются совершенно новые системы (например, коренным образом перестраивается система связи).

6. В тех случаях, когда осуществляется улучшение, совершенствование, реконструирование производства или экономических отношений.

7. Во всех проблемах, связанных с автоматизацией производства, а особенно управления, в процессе созда-

ния автоматизированных систем управления в любом звене.

8. Во всякой работе по совершенствованию методов и форм экономического управления, ибо известно, что ни один из методов экономического управления не действует сам по себе, а только в определенном сочетании, во взаимосвязи.

9. В тех случаях, когда совершенствование организации производства или управления или же создание автоматизированной системы управления проводится на объектах уникальных, нетипичных, отличающихся большой спецификой своей деятельности, где нельзя действовать по аналогии.

10. В случаях, если принимаемые на будущее решения, разработка плана или программы развития должны учитывать фактор неопределенности и риска.

11. Во всех случаях, когда планирование или выработка ответственных решений о направлениях развития принимается на достаточно отдаленную перспективу (15—25 лет).

12. Во всякой разработке или совершенствовании системы управления, когда имеется в виду создание системы оптимального планирования или управления, где требуется выработка самих критериев оптимальности с учетом целей развития и функционирования экономической системы, ее места в общественном разделении труда и экономических взаимосвязей.

Едина ли методология системного анализа или существуют разные методики? Анализ примеров осуществленных системных исследований, а также возможных постановок задач показывает, что цели проведения таких исследований могут быть совершенно различными. Почти без преувеличения можно сказать, что сколько исследований, столько и разных постановок задач системного анализа.

В числе этих задач можно отметить следующие:

правильно и с возможно большей четкостью сформулировать проблему, перевести ее из разряда неструктуризованных в разряд слабо структуризованных;

собрать информацию, относящуюся к делу, для того чтобы наметить хотя бы приблизительные мероприятия по исследованию проблемы и последующей разработке системы;

выявить в полной мере назначение системы, решающей проблему, с тем чтобы определить ее состав, методы действия и взаимодействия с другими системами;

разработать несколько вариантов возможного развития системы при различных внешних условиях, которые могут создаться в будущем, для того чтобы подготовить информацию для последующего принятия решений;

выбрать единственный наилучший курс развития системы при любых внешних обстоятельствах и их изменениях в будущем;

выявить основные цели развития экономического объекта, детализовать цели по каждой из конкретных производственных и иных организаций и их подразделений, которые не вытекают непосредственно из их деятельности, а определяются народнохозяйственными целями;

выявить критерии эффективности деятельности системы в целом, вытекающие из ее роли в общественном разделении труда, выявить взаимосвязь критериев эффективности подсистем данной экономической системы;

установить взаимосвязь целей данной экономической системы со средствами их достижения, с теми ресурсами, которыми располагает или будет располагать система, с тем чтобы наметить правила выработки решений по наилучшему использованию ресурсов;

разработать конкретную программу развития экономической системы (отрасли, территориально-производственного комплекса, производственного объединения) на основе принципа оптимального использования всех ее ресурсов для достижения целей системы;

проверить эффективность взаимодействия подсистем экономической системы (подотраслей, производственных объединений, предприятий), выявить образовавшиеся диспропорции и узкие места, наметить мероприятия по их устранению;

выявить эффективность организации управления, функции и структуру органов управления, наметить мероприятия по их совершенствованию;

наметить и обосновать пути совершенствования экономических взаимоотношений, хозяйственного расчета, методов стимулирования;

разработать конкретные показатели планирования с учетом специфики данной экономической организации, отобрать конкретные формы морального и материаль-

ного стимулирования, установить определенные формы хозяйственного расчета, разработать конкретные законодательные или административные акты, регулирующие экономические взаимоотношения организаций, предприятий, хозрасчетных подразделений, а также работников производства;

сформулировать цели создания автоматизированной системы управления, обосновать ее функциональную структуру, составить план ее последовательной разработки и внедрения;

выявить состав задач, реализуемых автоматизированной системой управления, их взаимосвязь между собой, подобрать критерии оптимальности во взаимосвязанной системе моделей;

упорядочить руководство разработкой сложного комплексного проекта, выявить функции управления и на их основе обосновать организационную структуру управления;

составить конкретный план-график реализации крупного и сложного комплексного проекта;

обосновать различные возможные варианты проектных решений изготовления новых изделий, конструкций, систем, разработать методы сравнения и анализа этих вариантов;

выбрать единственный наилучший (оптимальный) вариант изделия, конструкции, системы;

проверить, нет ли каких-либо упущений в разрабатываемой конструкции изделия, учтены ли в ней современные достижения науки и техники, предусмотрены ли возможности дальнейшей модернизации в случае новых научных открытий и изобретений;

проверить эффективность работы предприятия, объединения и взаимодействия различных подразделений организации (конструкторов, технологов, плановиков, линейных подразделений управления производством) вплоть до отдельных исполнителей;

сконструировать орган управления, наиболее соответствующий задачам, которые перед ним ставятся.

Естественно, что при таком разнообразии целей, постановок задач, объектов исследования неизбежно существование различных методик системного анализа. Все они представляют различные варианты методик, объединяемых в принципе единой методологией.

Существуют объективные законы человеческой деятельности, которые проявляются в решении любого типа проблем. Эти закономерности, выявленные частично путем обобщения опыта и теоретических исследований, составляют основу методологии системного анализа. Поэтому можно наблюдать большое единообразие действий в решении любых задач системного анализа, значительное сходство методик, разработанных для разных конкретных случаев.

Пока можно говорить о наличии единой принципиальной методологии системного анализа и разных вариантах методики ее реализации, которые применяются в зависимости от обстоятельств. Дальнейшее развитие идет в направлении все большей унификации методов исследования, выявления типичных, стандартных процедур на всех последовательных ступенях системного анализа, их формализации и машинной реализации.

Каковы условия успеха системного анализа? Первым условием успеха системного анализа является применение его там, где он действительно нужен. Сам характер системного исследования, посвященного сложным вопросам на сложных объектах, требует высокого уровня знаний, привлечения на той или иной стадии анализа специалистов высокой квалификации. Между тем мода на системный анализ побудила заняться им многочисленных научных работников, аспирантов и даже студентов-дипломников. Естественно, что в таком случае выбирается «посильный» и вполне обозримый объект, либо некая гипотетическая модель, с которой можно производить любые действия, либо же частные проблемы себестоимости, производительности труда, качества продукции и т. д.

Не может быть успешного системного исследования в случае недобросовестного отношения к нему руководства организации-заказчика или самих исследователей. В памфлете на современный «менаджеризм» английского сатирика С. Паркинсона, часть которого опубликована в русском переводе, говорится: «Всегда должно казаться странным, что промышленная корпорация, возглавляемая выдающимся президентом, управляемая опытными директорами и битком набитая руководящими работниками, известными своей компетентностью и рвением, должна призывать внешних консультантов, чтобы

получить от них совет, как распределить работу между своими сотрудниками. Если директора не знают как организовать работу, то закономерно спросить, что же они тогда знают и за что, черт возьми, они получают деньги... Тщательно проведенное исследование позволяет установить, что клиенты, обращаясь к промышленным консультантам, делают это по двум причинам. В первом случае администраторам нужны козлы отпущения, которых можно принести в жертву при проведении реорганизации, а на нее они уже решились. В другом — они хотят избежать реорганизации, которую им навязывают» [23]. Что системный анализ подчас используется в качестве «научного» прикрытия весьма субъективных решений военных или промышленных руководителей, отмечает также целый ряд опытных американских исследователей (Э. Квейд, С. Оптнер, С. Янг). Однако, как отмечает Э. Квейд, опасность кроется не в недобросовестности, так как метод системного анализа позволяет воспроизвести и проверить его результаты, а в несовершенстве самих методов системного анализа, поскольку они неизбежно включают и субъективный фактор человеческих оценок. Он пишет, что опасен не обман, а наше несовершенство, неумышленное пренебрежение важными факторами, логические построения на основе ложных предпосылок и неосознанное желание обосновать уже принятое решение и т. п. Единственным методом получения количественной оценки неформализуемых факторов (таких, например, как относительная важность достижения тех или иных целей, оценка политических, моральных, этических аспектов научных, экономических или военных мероприятий) является получение экспертных оценок, своеобразный опрос общественного мнения. Естественно, что результаты его будут в значительной мере определяться подбором группы экспертов, тем, какая степень авторитетности придается заранее исследователями мнению той или иной группы экспертов, процедурой обработки их оценок. Но имеется и еще одна опасность, а именно, что все эксперты будут ошибаться, причем ошибка будет систематическая. Так, например, сравнение регулярно осуществлявшихся прогнозов развития авиации с фактическими данными показало, что с момента зарождения авиации и до наших дней эксперты систематически ошибаются в оценках темпов ее

развития примерно в два раза в сторону занижения. Исследователи могут внести поправку и в окончательные результаты обработки оценок экспертов, однако они не могут дать гарантии, что их мнение является более квалифицированным, чем мнение экспертов. Особенно велика опасность, что никто из экспертов и исследователей не обратит внимание на влияние сторонних косвенных факторов на развитие планируемой системы, таких, как научные открытия в совершенно иных, не связанных непосредственно с данной системой областях, появление новых политических факторов и т. д.

Условиями успеха системного анализа следует считать наличие трех элементов: 1) явно понятой потребности, цели или назначения; 2) источника идей, накопленной информации, опыта и представления о предмете; 3) ресурсов — опытных специалистов, а также оборудования, материалов и денежных средств. Системный анализ является сам по себе инструментом обеспечения наличия всех этих трех элементов: выявления и детализации целей, соответствующей информации, ресурсов и их увязки с целями. Таким образом, специалисты по системному анализу должны знать условия успеха своей работы и приступать к ней только при их выполнении.

§ 2. ПОНЯТИЙНЫЙ АППАРАТ СИСТЕМНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Что такое понятийный аппарат? Понятийный аппарат должен быть достаточно общим, чтобы его можно было использовать во всех видах деятельности от начала до завершения решения любой проблемы. Можно выделить условно четыре этапа решения любой проблемы:

1) понять проблему и правильно ее сформулировать;

2) исследовать все, что имеет отношение к решению проблемы, т. е. сформулировать систему в уме;

3) сконструировать и создать комплекс методов и средств решения проблемы, т. е. систему;

4) организовать правильное использование системы и управление ею.

Задача системных исследований сводится в конечном счете к поиску простоты в сложном, поиску эффективных средств исследования и управления сложными экономическими и другими объектами. Четыре отмеченных выше

требования соответствуют последовательным ступеня
познания, превращения непознанной «вещи в себе» в уп
правляемую и практически используемую «вещь дл
нас».

В основе нового научного подхода лежат поняти
«система» и около 20 связанных с ним системных поня
тий. Возникает вопрос, каким образом такой узкоогра
ниченный понятийный аппарат помогает решать самы
различные проблемы, характеризующиеся наибольше
сложностью из всех возможных проблем, и оказывае
непосредственное воздействие на практику в самых раз
личных областях человеческой деятельности. Дело в том
что эти понятия являются абстракциями высокого уров
ня, обобщающими законы человеческой деятельност
в решении самого различного рода проблем. «В теори
познания, — писал В. И. Ленин, — как и во всех други
областях науки, следует рассуждать диалектически, т. е
не предполагать готовым и неизменным наше познание
а разбирать, каким образом из *незнания* является *зна
ние,* каким образом неполное, неточное знание становит
ся более полным и более точным» [2, т. 18, с. 102].

В соответствии с отмеченными четырьмя этапам
решения любой проблемы можно выделить четыре вза
имно дополняющих понятия, вкладываемых в терми
«система»:

1) в философском теоретико-познавательном смысл
система есть способ мышления как способ постановк
и упорядочения проблем;

2) в научно-исследовательском понимании систем
представляет собой общую методологию исследовани
процессов и явлений, отнесенных к какой-либо област
человеческих знаний в качестве объекта системно
анализа;

3) в проектном понимании система представляет
как методология проектирования и создания комплекс
методов и средств для достижения определенной цел

4) в наиболее узком, инженерном, смысле систем
понимается как взаимосвязанный набор вещей и спос
бов их использования для решения определенных зада

Итак, *понятийный аппарат — это комплекс взаим
связанных понятий и правил обращения с ними на п
следовательных этапах человеческой деятельности в пр
цессе решения проблем.* Понятийным аппаратом систе

ного исследования является теория систем, которая рассматривает то общее, что свойственно любым системам.

Что такое система? В научной литературе имеется множество определений системы, относящихся как к общим системам, так и к конкретным системам различных классов. Отметим, что в них общего и взаимно дополняющего, что можно использовать для определения наиболее широкого понятия системы:

1. Наличие объекта, который представляет собой множество подобъектов (иначе — наличие множества объектов, которые рассматриваются в качестве единого комплекса, цельности). Эти объекты могут быть материальные — совокупность отдельных машин, природных объектов; понятийные — такие, как «поле» или «импульс» в физике; знаковые — слова естественного языка, символы математических или химических обозначений. В качестве объектов могут рассматриваться не только сами вещи, понятия или знаки, но и совокупность их свойств или их отношений.

2. Наличие субъекта исследования, или наблюдателя. Равнозначные, но более узкие понятия — исследователь, аналитик, разработчик, пользователь системы. В понятие «наблюдатель» может вкладываться различное конкретное содержание. Это может быть отдельный человек, машина, коллектив людей, взаимодействующих с машинами.

3. Наличие задачи, которая определяет отношение наблюдателя к объекту и является критерием, по которому производится отбор объектов и их свойств. Задача в конкретных случаях получает различные интерпретации: постановка и спецификация проблемы, исследование свойств объекта, его конструирование, реконструирование, создание объекта, управление им, его использование.

4. Наличие связи между объектом, наблюдателем и задачей, что выражается в наличии языка, с помощью которого наблюдатель может отразить все свойства объекта, которые необходимо принять во внимание при решении задачи. Язык здесь понимается в общенаучном смысле как совокупность тезауруса (комплекса понятий и взаимосвязей между ними), знаковой системы (алфавита и словаря), грамматики (правил построения знако-

вых конструкций), семантики (правил осмысления зна-
ковых конструкций, т. е. соотнесения их к элемента
и связям тезауруса).

Наблюдатель, объект и задача образуют тройно
единство, обеспечиваемое наличием общего языка, в ко-
тором проявляется их взаимосвязь. На высшем уровне
абстракции, на котором обобщаются свойства всех си
стем, можно дать два взаимнодополняющих определени
системы, которые будут соответствовать двум важней
шим сторонам человеческой деятельности — познания
действительности и воздействия на нее:

*система есть отражение в сознании субъекта (иссле
дователя, наблюдателя) свойств объектов и их отноше
ний в решении задачи исследования, познания;*

*система есть способ использования субъектом (кон
структором, эксплуатационником) свойств объектов
отношений между ними в решении задачи проектирова
ния, эксплуатации или управления.*

В соответствии с различными классами задач позна
ния действительности или воздействия на нее можно вы
делить три класса систем:

1) система рассматривается как взаимосвязанный
комплекс материальных объектов — такой подход удо
бен при исследовании природных объектов или процес
сов материального производства;

2) система рассматривается как бы состоящей из
двух частей: она включает, с одной стороны, набор ма
териальных объектов, а с другой — информацию об их
состояниях. Такой подход принят в описании процессов
управления материальным производством;

3) система рассматривается в чисто информацион
ном аспекте, т. е. как некоторый комплекс отношени
(связей, информации). Такой подход используется в за
дачах, связанных с социально-экономическими отноше
ниями и процессами управления.

Первым шагом системного анализа является опреде
ление системы и ее уточнение путем разложения на че
тыре составляющих — определение задачи, наблюдате
ля, объекта и языка.

Постановка задачи — преобразование неясно сфор
мулированной проблемы хотя бы в слабо структуриз
ванную форму. Это осуществляется путем декомпозици
проблемы, разложением ее на взаимосвязанный ком

плекс подпроблем, уточнением каждой из них до степени постановки задачи (задача характеризуется постановкой: «дано»; «требуется определить»). Этот шаг в системном исследовании носит название проблемного анализа, он рассмотрен в § 3 главы II.

Определение наблюдателя — установление его позиции по отношению к объекту. Наблюдатель может быть отделен от объекта и осуществлять его исследование как бы со стороны. В другом случае наблюдатель может сливаться с объектом, составлять его неотъемлемую часть (случай типичный для всех физических исследований). При построении социально-экономических систем такая возможность обычно не принимается во внимание, хотя это оказывает подчас решающее влияние на результаты исследования. При определении позиции наблюдателя решается вопрос о том, будет ли система рассматриваться в качестве открытой или закрытой. Закрытая система представляет собой пару: наблюдатель — объект; в случае построения открытой системы устанавливаются взаимные отношения трех категорий: наблюдатель, объект, среда. Наблюдатель имеет дело фактически с двумя объектами: главным объектом, представляющим совокупность выделенных подобъектов, и дополнительным объектом, называемым **средой**, который также состоит из подобъектов. Здесь возможны уже три случая положения наблюдателя: он отделен от объекта и среды, сливается с объектом, сливается со средой. Разъяснения в отношении позиций наблюдателя будут даны в § 1 главы IV.

Формулировка объекта — задание критериев, по которым те или иные подобъекты включаются или не включаются в систему. По этим критериям производится отбор конкретных объектов (составление списка объектов), т. е. определение границ системы. В случае построения открытой системы объекты отбираются по двум различным критериям: объекты, над которыми решается задача, и объекты, влияние которых необходимо учитывать при решении задачи. Определение в экономике объекта составляет важную и трудную часть системного анализа. Если при анализе технических систем, например автомобиля, совсем нетрудно определить, что относится и что не относится к данной системе, то в анализе экономических систем подчас совершенно не-

очевидно и неясно, какие объекты включать в данную систему, в ее среду, а какие вовсе не принимать во внимание. Подробнее этот вопрос будет рассмотрен в § 1 главы III.

Для описания системы обычно используют язык достаточно хорошо известной и отработанной отрасли знаний. Поэтому следующий этап исследования системы — *выбор языка* — по существу сводится к классификации проблемы, к выбору конкретного научного аппарата. Внутренние свойства выбранного для решения проблемы языка накладываются на свойства исследуемой системы и влияют на результаты ее анализа.

Итак, система, решающая проблему,— это единство четырех понятий: задача, наблюдатель, объект, язык. Они составляют основу системного анализа. Определив систему, можно приступать к исследованию ее свойств.

Каковы свойства, общие для всех систем? В понятийном аппарате теории систем находят воплощение выработанные практикой и обобщенные наукой общие правила мышления и человеческой деятельности, которые и составляют свойства систем.

Общие свойства систем любой природы — выделение в них некоторых стандартных компонентов и типов взаимодействия между ними, т. е. абстрагирование систем. Эти типы компонентов поддаются формализации в различных языках и доступны различным способам математической или логической обработки.

Система есть некоторая целостность, отграниченная от «внешнего мира», некоторое единство объектов. На эту целостность принято рассматривать как состоящую из частей, называемых **элементами**. Предел деления определяется постановкой задачи, решаемой наблюдателем над объектом, а масштаб измерения определяется инструментальными возможностями, т. е. языком наблюдателя. Важно подчеркнуть, что элемент в системе есть не только отдельная вещь, понятие или свойство вещи, но и элементное отношение. Элемент обозначается некоторым высказыванием, знаком, символом, называемым **переменной**, которая характеризует элемент или комплекс элементов (объекты в их отношении друг к другу, отношения, связанные одним объектом; или же отношение отношений). При изучении системы переменные принимают некоторые **значения** на определенном для них

множестве значений в выбранном языке (качественные, порядковые или количественные характеристики). **Параметрами** системы называют те переменные, значения которых принимаются неизменными при решении данной задачи. Изучить систему — значит определить элементы системы, выразить их переменные, найти значения переменных, выделить параметры. Элементы, не полностью идентифицируемые, т. е. те, для которых не удается установить все заданные критериями идентификации отношения с другими элементами, очевидно, имеют эти отношения с окружением системы, с наблюдателем или со средой. Такие элементы называют **входами** системы (если через их посредство наблюдатель или среда оказывает воздействие на объект) и **выходами** системы (если через их посредство объект оказывает воздействие на наблюдателя или среду).

Из этого небольшого числа элементарных, логически взаимосвязанных компонентов системы — элемент, переменная, параметр, вход, выход, отношения элементов — конструируются любые другие более сложные компоненты.

Эти понятия и термины составляют основу понятийного аппарата и языка системного анализа.

Задача системного анализа — нахождение простого в сложном. Простота в человеческом мышлении при рассмотрении сложных проявлений объективной реальности достигается за счет определенной дисциплины мышления, которая отражается в правилах обращения с компонентами системы. Эта дисциплина мышления обеспечивается рядом априорных установлений и правил, которые используются при построении системы. Их можно рассматривать в качестве аксиом, которые не вытекают ни из каких специальных рассуждений, а отражают опыт человеческой практики, обобщенный наукой. В разносторонности и кажущейся противоречивости этих утверждений отражается их диалектическое единство, свойство человеческого мышления придерживаться здравого смысла, не впадать в абсурдные крайности. Эти утверждения, или постулаты, есть по существу краткие сформулированные свойства систем. Отметим основные из них:

1. **Целостность:** комплекс объектов, рассматриваемых в качестве системы, какова бы ни была их природа, пред-

ставляет собой некоторое единство, целостность, обладающую общими свойствами и поведением.

2. **Делимость:** целостный объект всегда рассматривается в качестве состоящего из элементов.

3. **Изолированность:** комплекс объектов, образующих систему, и связи между ними можно отграничить от их окружения и рассматривать изолированно

4. **Относительность изолированности:** изолированность системы является относительной, поскольку учитывается воздействие наблюдателя и среды на объект и его обратное воздействие через элементы, являющиеся входами и выходами.

5. **Идентифицируемость:** каждая составная часть системы (элемент) может быть отделена от других составляющих, т. е. идентифицирована.

6. **Разнообразие (множественность):** каждый элемент системы обладает собственным поведением и состоянием, отличным от поведения и состояния других элементов и системы в целом.

7. **Наблюдаемость:** все без исключения входы и выходы системы либо контролируемы наблюдателем, либо, по крайней мере, наблюдаемы.

8. **Неопределенность:** наблюдатель не может одновременно фиксировать все свойства и отношения элементов системы и именно с целью их выявления осуществляет исследование.

9. **Отображаемость:** язык наблюдателя имеет достаточно общих элементов с естественным языком исследуемого объекта, чтобы отобразить все те свойства и отношения, которые нужны для решения задачи.

10. **Нетождественность отображения:** знаковая система наблюдателя отлична от знаковой системы проявления свойств объектов и их отношений, система строится с помощью перекодирования в новую знаковую систему, неизбежная при этом потеря информации определяет нетождественность системы исследуемому объекту.

Эти постулаты общей теории систем, или общие правила научного мышления, проинтерпретированные для определенных типов систем и ситуаций их исследования, и составляют основу, на которой формируются правила системного анализа.

Определить систему можно, последовательно перебирая один элемент за другим и все их возможные пары

для установления отношений между ними. Однако почти всегда это оказывается практически невозможным, если число элементов в системе достаточно велико [18].

Чтобы представить систему в целом, вводят понятие **структуры** — частичное упорядочение элементов и отношений между ними по какому-либо одному признаку. Структура системы есть уже не отношение элементов, а отношение их отношений, которые образуют обычно ступенчатую, иерархическую конструкцию. Структура системы представляет собой дальнейшую абстракцию, выделение в чистом виде системного отношения, когда элементы и конкретные отношения между ними остаются временно неспецифицированными.

Понятие структуры играет чрезвычайно важную роль в системном анализе, в зависимости от знания структуры классифицируют проблемы. Если структура системы известна, то задача исследования сводится к определению значения переменных, отображающих элементы и их отношения; идентификация имеет характер определения количественных отношений в системе. Если структура известна лишь частично (или известны лишь некоторые структуры системы, недостаточные для идентификации), то проблема приобретает качественный характер и называется слабо структуризованной. Вообще говоря, качество и количество неразделимы, но в зависимости от того, что известно или что может быть известно, проблемы разделяются на качественные и количественные. Проблема поиска нового качества — это задача выявления логической структуры, скрывающей это качество. В этом случае неизвестным является структура. Именно вскрытие структур и является предметом системного анализа.

Знание структуры системы — это знание закона, по которому порождаются элементы системы и отношения между ними (в пространстве, во времени или в любой другой координате). Как указывает известный польский ученый Оскар Ланге, целостности — это просто системы. Их способ действия есть совместный результат способов действия отдельных элементов и сетей связей между ними, т. е. структура [11]. Наблюдатель, определяя структуру системы, как бы пытается восстановить чертежи конструкции изучаемого им конкретного объекта, согласно которым он создан людьми или природой. Правда, один реальный объект может иметь тысячи и миллионы

разных структур. Так, например, структура коллектив будет совершенно различной в зависимости от того, по какому признаку «ранжируются» его члены: по профес сии, квалификации, стажу, заработку, должности и т. д. В системном исследовании наблюдатель фиксирует те структуры, которые видимы, наблюдаемы, и путем преобр разования системы выявляет скрытые, ненаблюдаемые структуры, за которыми скрывается то новое качество, которое нужно выявить для решения задачи. При этом могут встретиться самые различные сложные случаи, воз никнуть специфические трудности, для преодоления ко торых развивается далее аппарат систем, выводятся пра вила системного анализа.

Какие бывают системы? В зависимости от того, в ка кой преобладающей области ведется системное исследо вание, систему называют экономической, социальной, биологической, технической и т. д. Таких названий мож но давать бесчисленное количество. Нас интересуют об щие правила анализа систем любой природы, а для этого мы должны классифицировать системы по другому приз наку, а именно по тем ситуациям, с которыми сталкивает ся исследователь при изучении любых систем и которые определяются особенностями их структур.

Какие же классы систем встречаются в системном анализе?

Число классов систем ничем не ограничено, по мере возрастания сложности проблем вырабатываются новые правила их решения, которые находят выражение в соз дании новых классов систем. Мы рассмотрим только наи более употребительные классы в практике системного анализа.

1. **Большие системы.** В решении проблем весьма ти пична ситуация, когда система необозрима для наблюда теля, т. е. задачу нельзя решить без того, чтобы не прини мать во внимание факт, что наблюдатель физически не может одновременно наблюдать всю систему.

Системы подобного типа, не наблюдаемые единовре менно с позиции одного наблюдателя либо во времени, либо в пространстве, либо в любых других координатах, назовем большими системами. В таких случаях систем рассматривается последовательно по частям. Таким об разом, *большая система — это система, которая не може рассматриваться иначе как в качестве совокупности ап-*

риорно выделенных подсистем. Схема построения большой системы представлена на рис. 1.

Для того чтобы получить необходимые знания о большом объекте, наблюдатель последовательно рассматривает его по частям, строя его подсистемы. Далее он перемещается на более высокую ступень, на следующий уровень иерархии и, рассматривая подсистемы уже в качестве объектов, строит для них единую систему. Если

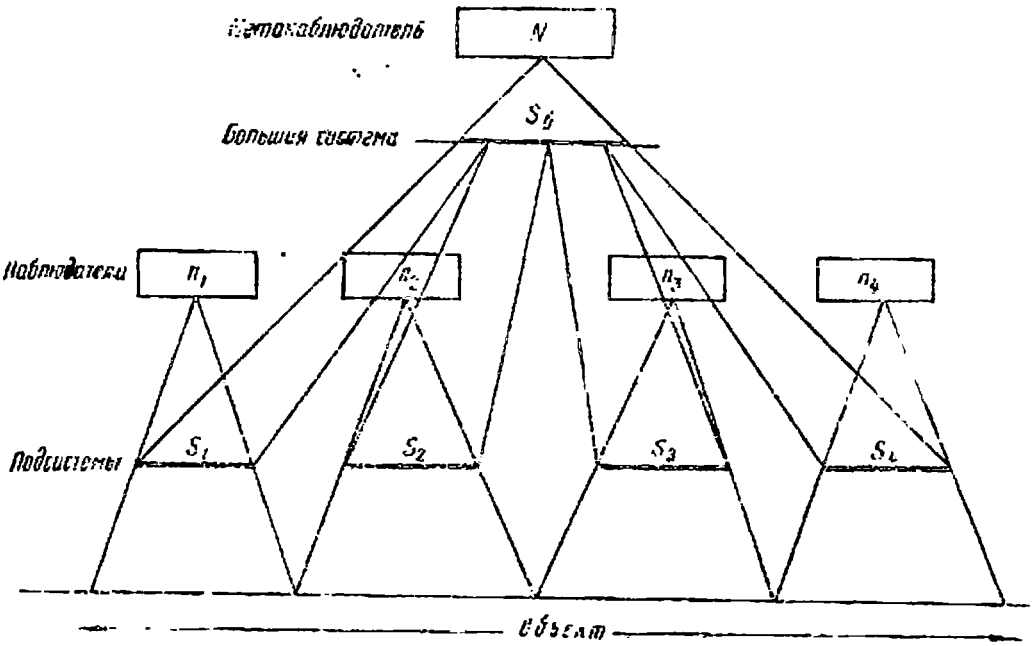


Рис. 1. Построение большой системы

совокупность подсистем оказывается снова слишком большой, чтобы можно было построить из них общую систему, то процедура повторяется, и наблюдатель переходит на следующий уровень иерархии и т. д. Положение в принципе остается таким же, если ряд членов некоторого коллективного наблюдателя будут рассматривать разные подсистемы одновременно, а некоторая часть — в качестве объектов на следующем уровне иерархии.

Каждая из подсистем одного уровня иерархии описывается одним и тем же языком, а при переходе на следующий уровень наблюдатель использует уже метаязык, представляющий собой расширение языка первого уровня за счет средств описания свойств самого этого языка. Создание этого языка равноценно открытию законов порождения структуры системы и является самым ценным результатом исследования.

Поскольку лингвистические и логические процедуры этой работы поддаются типизации и последующей формализации, то здесь открывается путь к автоматизации ряда процедур системного анализа.

Если исследователь идет от наблюдения реального объекта, то большая система создается путем композиции, составления ее из малых подсистем, описываемых одним языком.

Операция, противоположная композиции, есть декомпозиция большой системы, т. е. разбиение ее на подсистемы. Она осуществляется для того, чтобы извлечь новую ценную информацию из знания системы в целом, которая не может быть получена другим путем.

Важным понятийным инструментом системного анализа является иерархия подсистем в большой системе. В иерархии экономических систем можно выделить (если это необходимо) уровни: народное хозяйство, отрасль, подотрасль, предприятие, цех, бригада — возможны, конечно, и любые другие деления. Рассмотрение систем иерархии дает возможность выявить новые их свойства. Так, например, в условиях социалистического хозяйства цели отрасли никоим образом нельзя выявить из наблюдения системы отрасли или составляющих ее подсистем; они выявляются только из анализа отрасли в качестве подсистемы народного хозяйства и анализа ее роли в общественном разделении труда.

Величина большой системы может быть измерена исходя из различных критериев. В качестве таких критериев могут быть приняты: число подсистем, априорных или апостериорных, или же число ступеней иерархии подсистем, чему соответствует число наращений метаязыка.

2. **Сложные системы.** Когда в процессе решения проблемы объект не удается представить в виде большой системы, т. е. когда объект в целом нельзя скомпоновать из некоторого набора подобъектов, то можно подойти к решению этой задачи на основе проецирования исходной задачи на спектр языков. Это равноценно тому, что наблюдатель последовательно меняет свою позицию по отношению к объекту и наблюдает его с разных сторон. Или разные наблюдатели исследуют объект с разных сторон. Наблюдатель верхнего уровня (метанаблюдатель) пользуется их отображениями свойств объекта для

конструирования некоторой обобщающей сложной системы, решающей задачу.

Поясним сказанное простым примером. Решается задача выбора конкретного материала для промышленного изготовления ветрового стекла автомобиля. Объектом рассмотрения является множество всевозможных прозрачных материалов различной природы (сортов стекла, прозрачных пластмасс и пленок и разных их комбинаций). Задачу нельзя решить без того, чтобы не рассмотреть этот объект в самых различных аспектах и разных языках: прозрачность и коэффициент преломления — язык оптики; прочность, упругость — язык физики; наличие станков, штампов, инструментов — язык технологии; стоимость и рентабельность — язык экономики и т. д.

Каждый из наблюдателей отбирает подмножество прозрачных материалов, удовлетворяющих его требованиям и критериям. В области пересечения подмножеств, отобранных всеми наблюдателями, метанаблюдатель производит отбор единственного конкретного прозрачного материала для ветрового стекла, работая в метаязыке, объединяющем понятия всех языков нижнего уровня и описывающем их свойства и соотношения. Не следует думать, что этот метаязык чрезмерно труден, почти недоступен. Ведь метанаблюдатель будет производить свой выбор в уже ограниченной области пересечения всех подмножеств.

Принципиальная трудность решения задачи состоит в том, что подмножества, отобранные наблюдателями первого уровня, могут вообще не пересечься. В таком случае метанаблюдателю придется «скомандовать» некоторым из них снизить свои требования и соответственно расширить подмножества потенциальных решений. В другом случае область пересечения может оказаться достаточно большой, так что метанаблюдатель будет испытывать затруднения в выборе конкретного элемента. В первом случае встает вопрос: кому из наблюдателей первого уровня приказать снизить свои требования (оптику, физику, технологу, экономисту). Во втором случае — чьими требованиями и в какой степени руководствоваться в отборе конечного решения? Совершенно очевидно, что здесь не может существовать никаких строгих объективных правил отбора, а приходится прибегать к чисто чело-

веческим процедурам социологического типа — опро общественного мнения, выявлению мнений авторитетны экспертов в различных областях и приданию им количе ственных оценок. Подобные процедуры получения суб ективных оценок представляют собой важный инстру мент системного анализа.

Так обстоит дело в случае композиции сложной систе мы из комплекса моделей.

Противоположным случаем является декомпозиц сложной системы, когда критерий системы известен, и решение задачи достигается в результате решения ка дой из подсистем своей собственной задачи в собстве ном языке. В этом случае приходится осуществлять де композицию критерия системы в критерии составляющ ее подсистем с одновременным переводом его в разны языки подсистем. Соответствующие случаи в системно анализе будут подробно рассмотрены в § 1 главы III.

С измерением сложности систем дело обстоит так же как и с измерением их величины. Системы можно соизме рять по степени сложности, используя разные аспекты самого этого понятия: путем соизмерения числа модело сложной системы, путем сопоставления числа языков используемых в системе, путем соизмерения числа объ единений и дополнений метаязыка.

Понятие сложности является одним из основополага ющих в системном анализе. Системный анализ есть стра тегия исследования, которая принимает сложность ка существенное, неотъемлемое свойство объектов и пока зывает, как можно извлечь ценную информацию, подхо дя к ним с позиции сложных систем. По мнению амери канского исследователя Рассела Аккофа, простота не за дается в начале исследования, но если ее вообще можно найти, то она находится в результате исследования.

Итак, *сложная система — это система, построенна для решения многоцелевой задачи; система, отражаю щая разные, несравнимые аспекты характеристики объек та; система, для описания которой необходимо испол зование нескольких языков; система, включающ взаимосвязанный комплекс разных моделей.* Процесс по строения сложной системы показан на рис. 2.

Очевидно, что большие и сложные системы — эт фактически два способа разложения задачи на ее соста ляющие или соответственно построения различным спо

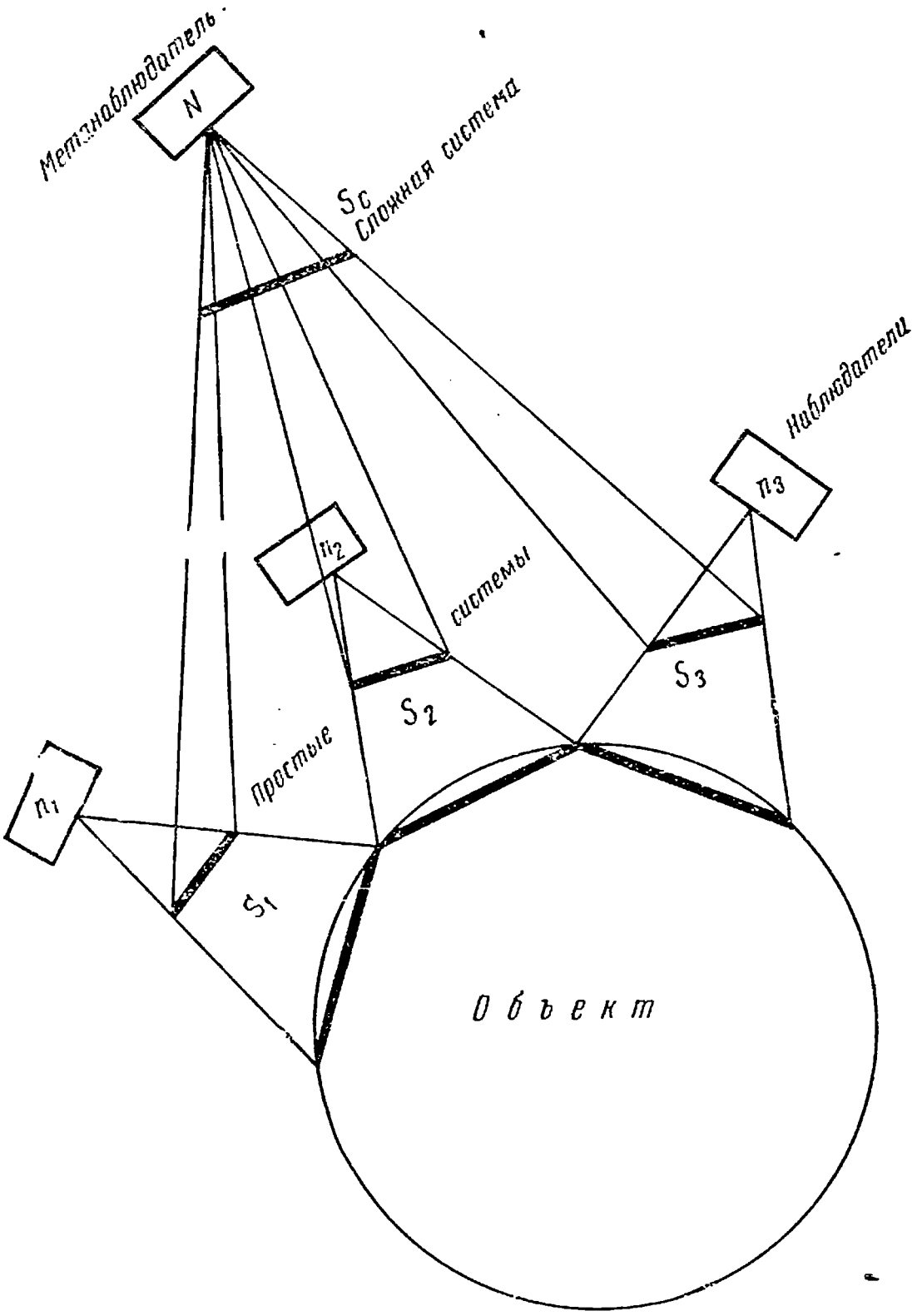


Рис. 2. Построение сложной системы

собом взаимосвязанных систем для решения этой задач
в том случае, когда задача трудна для решения в целом

3. **Динамические системы.** Системы постоянно изме
няются и их иногда приходится рассматривать как дина
мические. Всякое изменение, происходящее в системе, на
зывается **процессом.** Процесс иногда определяют как пре
образование входа в выход системы: изменение на вход
системы приводит к изменению состояния ее выхода
результате происходящего в ней процесса. Процесс со
тавляет важнейшее понятие в системном анализе, кото
рый имеет дело главным образом с динамическими си
темами. Участие в процессе является тем критерием, п
которому отбираются элементы, входящие или не входя
щие в систему. Система, содержащая все элементы, уча
ствующие в данном процессе, называется полной систе
мой, она может быть отображена в виде полной модел
(см. § 2 главы II).

В подавляющем большинстве случаев изменение си
тем рассматривается во времени, хотя в принципе допу
стимы и любые другие координаты (например, в систем
гравитации или в системе размещения производства из
менения рассматриваются в пространстве). Если чере
определенные промежутки времени фиксируется состоя
ние системы, в которой происходит некоторый процес
изменения, то получается протокол событий, описываю
щий поведение системы. Если у системы может быт
только одно поведение, то ее называют детерминирова
ной. Но социально-экономические системы обладаю
множеством всевозможных поведений. Если поведени
системы совершенно непредсказуемо, то ее вообще невоз
можно изучать. Но поведение социально-экономически
биологических и многих других систем предсказывает
с определенной степенью вероятности на основе изучени
протокола их прошлого поведения. Такие системы назы
ваются вероятностными. Понятие поведения настольк
важно в социально-экономических и биологических иссле
дованиях, что сложилась самостоятельная наука о пов
дении, а некоторые авторы даже говорят о целой широко
группе поведенческих наук, куда относят и системны
анализ. Для некоторых динамических систем отмечает
свойство равновесия, т. е. их способность возвращать
в первоначальное состояние или к первоначальному пов
дению, компенсируя возмущающие действия среды. I

этого положения исходит целый ряд экономических теорий, описывающих поведение экономических систем и базирующихся на основополагающей работе Джона фон Неймана [37].

Широкий комплекс исследований и даже целый раздел кибернетики посвящены свойствам самоорганизации динамических систем, т. е. их способности восстанавливать свою структуру или поведение для компенсации возмущающих воздействий или изменять их, приспосабливать к условиям окружающей среды [25]. Структура динамической системы — это инвариант ее поведения, т. е. то, что остается неизменным в ее поведении в любой рассматриваемый отрезок времени. Другими словами, структура динамической системы — это законы, управляющие ее поведением, которые выражаются в метаязыке ее поведения. В системном анализе используется прием композиции и декомпозиции структуры динамических систем. Композиция динамической системы — это прогнозирование или предсказание возможного, вероятного или неизбежного будущего на основе знания прошлого и современного состояния системы. Декомпозиция динамической системы — это определение современной линии поведения на основе знания возможного, вероятного или неизбежного будущего.

4. **Кибернетические, или управляющие, системы.** *Кибернетические системы — это один из классов систем, с помощью которых исследуются процессы управления в технических, биологических и социальных системах.* С их помощью проектируются методы воздействия на биологические организмы или популяции, организационные механизмы управления человеческими коллективами, машинные и человеко-машинные системы управления. С этой целью понятийный аппарат теории систем обогащается еще целым комплексом понятий. Центральным понятием здесь является информация, т. е. средство воздействия на поведение системы безотносительно к материальному составу этого средства. Понятие информации раскрывается через взаимосвязь с понятиями «знание», «сообщение», «коммуникация», «связь», «данные». Система становится кибернетической, если в отношении нее принята следующая аксиома: система является относительно изолированной в информационном отношении и абсолютно проницаемой в материально-

энергетическом отношении. Это означает, что всякое по
ступление информации из среды в систему (вход) и пос
тупление информации из системы в среду (выход) кон
тролируемы, либо хотя бы наблюдаемы, материальны
же и энергетические потоки не рассматриваются (точнее
рассматриваются только в качестве носителей информа
ции). Введение такого дополнительного постулата необ
ходимо, чтобы упростить такие сложные объекты, каки
ми являются процессы управления. Эта простота дости
гается за счет коренного ограничения множества, на
котором определяются элементы: в кибернетических сис
темах рассматривается лишь шесть типов элементов, ко
торые соответствуют шести первичным элементам логи
ческих схем или шести типам релейных переключателей
(элементарные блоки: канал, инверсии, задержки, дизъ
юнкции, конъюнкции, удвоения). Кибернетические систе
мы позволяют предельно упростить объективно чрезвы
чайно труднопонимаемые процессы управления с целью
решения задач исследования и проектирования.

Важным понятием кибернетической системы является
понятие обратной связи. Обратная связь есть информа
ционное воздействие выхода на вход системы. Управле
ние, которое осуществляется в кибернетических системах,
представляет собой принятие решений на основе уже при
нятых ранее и оценке их результата на выходе системы;
полученная информация снова поступает на ее вход.
Этот процесс управления в его простейшей форме удоб
но рассмотреть с помощью простой кибернетической мо
дели регулирования, которая представлена на рис. 3 и
выделена в середине его замкнутым контуром. Объект
регулирования (О) получает конкретную интерпретацию
в зависимости от рассматриваемой системы любого уров
ня: производственный агрегат, предприятие, отрасль, на
родное хозяйство в целом. Регулятор (Р) получает со
ответствующее истолкование в данной системе: рабочий-
оператор, орган управления, комплекс акто
экономического законодательства, комплекс органов уп
равления экономикой в целом.

Передавая командную информацию, регулятор изме
няет поведение объекта и протекающие в нем процессы.
Блок контроля (К) регистрирует поведение объекта, яв
ляясь первичным источником информации обратной свя
зи. Блок сравнения (С) оценивает направление и величи

ну отклонений поведения объекта от заданного блоком регулирования, перерабатывая и преобразуя информацию обратной связи. Блоки К и С в экономических системах интерпретируются как системы контроля, учета, статистики. Переработанная информация обратной связи направляется в регулятор для выработки новых команд. Информационное кольцо Р—О—К—С—Р будет простым

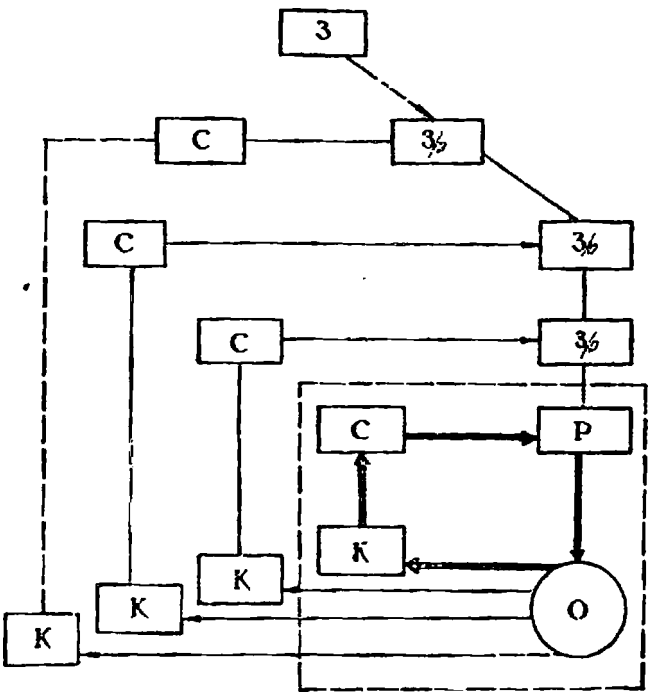


Рис. 3. Многоконтурная модель регулирования

контуром регулирования. Команда вырабатывается в соответствии с уставкой (настройкой) регулятора, которую можно интерпретировать как цель управления. Эта цель управления вводится в систему задающим блоком (З), который выходит за пределы рассмотренного контура регулирования, т. е. относится уже не к данной системе, а к надсистеме.

В рамках рассмотренной схемы регулирования (на рисунке — штриховая линия) нельзя определить, откуда в процессе управления берутся цели и критерии регулирования. Для исследования этого вопроса необходимо кибернетическую систему рассматривать уже в качестве большой, т. е. рассмотреть последовательно иерархию контуров регулирования. Задающий блок каждого внут-

реннего контура превращается в регулятор внешнего, который, в свою очередь, имеет задающий блок-регулятор следующего внешнего контура. Это оказывается также недостаточным для адекватного отображения процессов управления в обществе и экономике.

Регулирование в контуре любого ранга осуществляется не по одной, а по целому ряду одновременно сосуществующих уставок, поступающих из разных контуров управления и отражающих многоплановость экономической и социальной жизни. В органах управления это находит выражение в сосуществовании и непрерывном взаимодействии разных типов учреждений, осуществляющих руководство разными сторонами жизни одних и тех же экономических объектов: органов функциональных, отраслевых, территориальных и других. Очевидно, что экономические управляющие системы должны быть представлены в качестве сложных систем, а отображающая их модель регулирования — не только иерархической, но и многоконтурной.

Модель, представленная на рис. 3, помогает глубже понять сущность управления и его автоматизации. Под автоматизацией управления обычно понимают значительное повышение способности систем управления перерабатывать информацию за счет насыщения их электронной вычислительной техникой и мощными техническими каналами связи.

В области системного анализа использование идей и методов кибернетики породило ряд самостоятельных направлений, которые носят названия «проектирование организации», «управление с помощью целей» и др. [34]. В области экономики проектирование рациональной организации управления сводится к определенному сочетанию и взаимосвязи каналов командной информации (называемых административными рычагами) и каналов обратной связи (называемых экономическими рычагами) с учетом социальных, психологических и других человеческих факторов. Эти вопросы рассмотрены в § 2 главы IV.

5. **Целенаправленные системы.** У некоторых кибернетических систем имеется свойство целенаправленности, т. е. управление ею направляет систему к определенному поведению или состоянию, компенсируя внешние возмущения. Достижение цели в большинстве случаев имеет

вероятностный характер, так же как и поведение системы, и определяется мощностью управляющего устройства. В окружающей нас реальной действительности можно различить три класса объектов, которые в научном исследовании трактуются в качестве систем (следовательно, можно говорить и о трех классах систем): 1) не обладающие целями (например, явления природы); 2) обладающие постоянными целями, заложенными в их конструкции (например, некоторые типы автоматических машин); 3) обладающие способностью формировать и изменять цели в процессах приспособления к среде и развития. К последнему классу относятся все социально-экономические системы.

Цель — это одна из центральных категорий теории систем и системного анализа. Как и все абстрактные категории, она имеет весьма широкое толкование и разные интерпретации. Цели определяют как желаемое состояние системы, как определенную реакцию на выходе системы, как инвариант поведения системы (какое бы поведение ни осуществляла система, она стремится к определенной точке). Системный анализ — прежде всего практическая прикладная дисциплина, поэтому все исследователи в этой области постоянно подчеркивают, что цели неотделимы от средств их достижения. То, что является целями с одной точки зрения, является средствами — с другой. То, что целесообразно сделать, часто зависит от того, что возможно сделать.

Критерий — это правило, или норма, по которому отбираются те или иные средства достижения цели. Цель в общем случае указывает направление действия («достигнуть Марса», «произвести 1 млн. т стали»). Критерий в общем случае дополняет понятие цели и указывает эффективный способ ее достижения («в минимальный срок», «за счет повышения производительности труда»). Если имеется достаточная информация о критериях и они являются количественными, то можно связать аналитическим выражением цель и средства ее достижения, что будет представлять собой критерий эффективности, или критерий функционирования системы. Если нужно удовлетворить не одно требование, то выражения получаются путем некоторого объединения критериев. Способ представления цели в виде критериев эффективности позволяет решать вопросы выбора средств для достижения цели

путем оптимизации аналитических выражений различны
ми методами. Этот способ получил такое широкое ра
пространение, что понятия «цель» и «критерий» в некот
рых областях техники и исследования операций ста
считать синонимами. Это не имеет значения, если удает
получить критерий эффективности. Но в проблемах, реш
емых методами системного анализа, значительная час
критериев носит качественный характер, поэтому тако
аналитического выражения получить не удается, и след
ет четко различать цели и критерии отбора средств
достижения. Вопросы конструирования критериев буд
рассмотрены в § 1 главы III.

Для целого ряда объектов, рассматриваемых в кач
стве систем, отмечаются и более сложные свойства, напр
мер сложное (неоднозначное) поведение, наличие слож
ной цели и целый ряд других. Эти свойства буду
изложены далее по ходу рассмотрения конкретного ма
териала.

Какие действия можно производить с системами? Если принять во внимание такое очевидное обстоятель
ство, что любая система не только существует, но и совер
шает какие-то действия (каковы бы они ни были), то ока
жется, что анализ даже простых объектов требует ис
пользовать понятие сложной системы, ибо при этом
пользуются двумя комплексами понятий, двумя языками
С одной стороны, исследуются **функции** системы — все
что система делает, может делать, должна делать, а с
другой — **схема**, т. е. совокупность элементов, участвую
щих в реализации функции системы, и методы, с помощью
которых система осуществляет свои действия.

В такой двухаспектной системе (самой простой из
сложных систем) существует два типа задач: анализ — по
заданной схеме найти реализуемую ею функцию; син
тез — по заданной функции найти реализующую ее схему
Задачи как исследования, так и проектирования первона
чально формулируются в самом общем виде, с большой
степенью неопределенности, что связано с отсутствием
информации как о том, что изучаемый объект делает
(каковы функции системы), так и о том, каким образом
это осуществляется (какие схемы реализуют эти функ
ции). Поэтому на практике процесс познания и реализа
ции полученных знаний для улучшения или создания но
вых вещей, методов всегда представляет собой сложную

переплетающуюся и многократно повторяемую последовательность операций анализа и синтеза.

Таким образом, название «системный анализ» несколько односторонне отражает этот сложный научный инструмент. В том, что называют «системным анализом», последовательно реализуются задачи анализа и синтеза, а конечным результатом является, как правило, синтез системы, необходимой для решения проблемы.

§ 3. ИНСТРУМЕНТЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Существует ли единая методология системного анализа? При том огромном и ничем не ограниченном разнообразии задач, решаемых с помощью методов системного анализа, трудно было бы рассчитывать на выработку единого, пригодного для всех случаев инструментария. На разных стадиях исследования, которое продвигается от интуитивной и достаточно слабо сформулированной постановки проблемы до выбора оптимальных решений с помощью строгих математических методов, естественно, используется весьма разветвленный научный инструментарий. По-видимому, целесообразно поэтому установить первоначально принципиальную последовательность этапов системного анализа. Однако, рассматривая наиболее значительные оригинальные исследования в этой области, нетрудно убедиться, что каждый автор предлагает свою классификацию этапов. Это не должно вводить в смущение, поскольку совершенно очевидно, что каждый автор, работая в определенной сфере и на определенном уровне управления, создает такую классификацию, которая наиболее подходит для решения превалирующих в этой области задач. Если рассмотреть такие работы в каждой области, то выявляется большая общность воззрений и принципиальное единство подходов к разделению процесса системного анализа на этапы. В табл. 1 отражены все выделенные различными авторами этапы. Из таблицы видно, какой этап каким автором исключается из рассмотрения. Здесь представлены классификации двух советских и двух американских исследователей, наиболее полно характеризующих определенную школу системного анализа. Классификация Стенфорда Оптнера [22] является представительной для, так сказать, клас-

Таблица 1

Сравнительная классификация этапов системного анализа

По С. Л. Оптнеру	По С. Янгу	По Н. П. Федоренко	По С. П. Никанорову
1. Идентификация симптомов	2. Выявление проблемы		1. Обнаружение проблемы 2. Оценка актуальности проблемы
2. Определение актуальности проблемы		1. Формулирование проблемы	3. Анализ ограничений проблемы 4. Определение критериев
3. Определение целей	3. Диагноз 1. Определение цели организации	2. Определение целей 3. Сбор информации	5. Анализ существующей системы
4. Определение структуры системы и ее дефектов			
5. Определение возможностей	4. Поиск решения	4. Разработка максимального количества альтернатив	6. Поиск возможностей (альтернатив)
6. Нахождение альтернатив		5. Отбор альтернатив 6. Построение модели в виде уравнений, программ или сценария	7. Выбор альтернативы

По С. Л. Оптнеру	По С. Янгу
7. Оценка альтернатив	5. Оценка и выбор альтернативы
8. Выработка решения	
9. Признание решения	6. Согласование решения 7. Утверждение решения
10. Запуск процесса решения	8. Подготовка к вводу в действие
11. Управление процессом реализации решения	9. Управление применением решения
12. Оценка реализации и ее последствий	10. Проверка эффективности

Продолжение

По Н. П. Федоренко	По С. П. Никанорову
7. Оценка затрат	
8. Испытание чувствительности решения (параметрическое исследование)	
	8. Обеспечение признания
	9. Принятие решения (принятие формальной ответственности)
	10. Реализация решения
	11. Определение результатов решения

сической американской школы системного анализа, ти
пичным объектом исследования которой является оцен
и отбор конкретных проектов систем вооружения, про
мышленных систем, планов капиталовложений по зака
зам правительственных и военных органов и крупных кор
пораций. К этой школе принадлежат также Бернард Рад
вик и Эрих Квейд, работы которых переведены на
русский язык [24; 10]. Однако их классификации даны в
оригинальном и несравнимом виде. Классификация Рад
вика относится к довольно узкой области отбора вариан
тов военно-промышленных решений, по своему содержа
нию ближе к методике технико-экономического анализа
систем вооружений. Квейд не дает классификации этапов
а выделяет основные элементы системного анализа, кото
рые должны быть исследованы в ходе повторяющихся
циклических процедур. В число этих элементов он вклю
чает: 1) цели, 2) альтернативные средства, 3) затраты
ресурсов, 4) модели, или связь целей со средствами, 5)
критерии. Стенли Янг является ярким представителем
и одним из основоположников школы системного проек
тирования и управления организациями. Системный ана
лиз в его понимании есть стержень структуры организа
ции и постоянный метод ее работы [34].

Классификация академика Н. П. Федоренко [27] отра
жает воззрения советской экономико-математической
школы, представители которой работают на высших
уровнях планирования народного хозяйства СССР, раз
рабатывая методы оптимального народнохозяйственного
планирования, а также оптимальную организацию про
цессов народнохозяйственного планирования. Системный
анализ рассматривается здесь в качестве вспомогатель
ного инструмента системы комплексного планирования,
который должен использоваться плановыми органами и
научными организациями главным образом на предвари
тельной, так называемой предплановой стадии. Клас
сификация С. П. Никанорова отражает в основном точку
зрения советских специалистов, работающих на отрас
левом уровне и связанных с разработкой автоматизиро
ванных систем управления, где системный анализ должен
стать одним из методов разработок и функционирования
этих систем, реализуемым в специальных подсистемах
(см. сноску на с. 8). Формулировки этапов в табл. 1 даны
в несколько сокращенном и унифицированном виде.

В первой и второй колонке таблицы допущены смещения последовательностей этапов для обеспечения сравнимости. У Оптнера определение целей предшествует определению структуры системы и ее дефектов, т. е. диагнозу системы. У Янга определение цели организации стоит на первом месте в связи с его концепцией проектирования организации под определенную цель.

Анализ таблицы позволяет сделать вывод о наличии принципиального единства в последовательности проведения системного анализа с любой целью и на любом объекте. Тем не менее мы не считаем эклектический подход достаточно приемлемым в данном случае и предлагаем новый вариант классификации этапов системного анализа. Он учитывает все основные этапы приведенных выше классификаций, а также некоторых других по другому принципу — по принципу логической последовательности этапов исследования, увязанных с изложенными в предыдущем параграфе основными положениями теории систем, лежащими в основе системного анализа. Пригодность и удобство предлагаемой классификации этапов были проверены в серии системных исследований на всех основных уровнях управления, рассматриваемых в последующих трех главах настоящей книги. Ставилась задача дать некоторую максимальную классификацию, учитывающую разные типы системных исследований в основных звеньях иерархии органов экономического управления, полностью увязав ее с логической конструкцией теории систем.

Какие этапы и работы включает системный анализ?

Чтобы дать цельное представление о составе и последовательности работ по системному анализу, объединим их в табл. 2. В составе каждого из 12 этапов перечислены возможные работы, номера в правой части являются отсылками к табл. 3, указывая, какие из инструментов обычно используются на каком этапе.

Кратко охарактеризуем каждый из этапов:

I. Вопрос о том, существует ли проблема, имеет первостепенное значение, поскольку приложение огромных усилий к решению несуществующих проблем — отнюдь не исключение, а весьма типичный случай. В области разработки автоматизированных систем управления в народнохозяйственном масштабе вносит большую путаницу и причиняет значительный вред надуманная «проблема-

Таблица

Принципиальная последовательность этапов и работ по системному анализу

I. *Анализ проблемы*	1, 3, 4, 7
Существует ли проблема?	
Точное формулирование проблемы	
Анализ логической структуры проблемы	
Развитие проблемы (в прошлом и будущем)	
Внешние связи проблемы (с другими проблемами)	
Принципиальная разрешимость проблемы	
II. *Определение системы*	5, 10
Спецификация задачи	
Определение позиции наблюдателя	
Определение объекта	
Выделение элементов (определение границ разбиения системы)	
Определение подсистем	
Определение среды	
III. *Анализ структуры системы*	3, 5, 6, 8, 10
Определение уровней иерархии (в больших системах)	
Определение аспектов и языков (в сложной системе)	
Определение процессов — функций (в динамической системе)	
Определение и спецификация процессов управления и каналов информации (в кибернетических системах)	
Спецификация подсистем	
Спецификация процессов (функций) текущей деятельности (рутинных) и развития (целевых)	
IV. *Формулирование общей цели и критерия системы*	2, 4, 7, 8, 10, 12
Определение целей-требований надсистемы	
Определение целей и ограничений среды	
Формулирование общей цели	
Определение критерия	
Декомпозиция целей и критериев по подсистемам	
Композиция общего критерия из критериев подсистем	

Продолжение

V. *Декомпозиция цели выявление потребности в ресурсах и процессах*	4, 6, 11
Формулирование целей верхнего ранга	
Формулирование целей текущих процессов	
Формулирование целей эффективности	
Формулирование целей развития	
Формулирование внешних целей и ограничений	
Выявление потребностей в ресурсах и процессах	
VI. *Выявление ресурсов и процессов, композиция целей*	2, 4, 7
Оценка существующей технологии и мощностей	
Оценка современного состояния ресурсов	
Оценка реализуемых и запланированных проектов	
Оценка возможностей взаимодействия с другими системами	
Оценка социальных факторов	
Композиция целей	
VII. *Прогноз и анализ будущих условий*	1, 2, 4, 6, 7, 9, 11
Анализ устойчивых тенденций развития системы	
Прогноз развития и изменения среды	
Предсказание появления новых факторов, оказывающих сильное влияние на развитие системы	
Анализ ресурсов будущего	
Комплексный анализ взаимодействия факторов будущего развития	
Анализ возможных сдвигов целей и критериев	
VIII. *Оценка целей и средств*	2, 7, 8
Вычисление оценок по критерию	
Оценка взаимозависимости целей	
Оценка относительной важности целей	
Оценка дефицитности и стоимости ресурсов	
Оценка влияния внешних факторов	
Вычисление комплексных расчетных оценок	
IX. *Отбор вариантов*	4, 5, 7, 8
Анализ целей на совместимость и входимость	
Проверка целей на полноту	
Отсечение избыточных целей	
Планирование вариантов достижения отдельных целей	
Оценка и сравнение вариантов	
Совмещение комплекса взаимосвязанных вариантов	

Продолжение

X. *Диагноз существующей системы*	3, 5, 7, 10
Моделирование технологического и экономического процесса	
Расчет потенциальной и фактической мощности	
Анализ потерь мощности	
Выявление недостатков организации производства и управления	
Выявление и анализ мероприятий по совершенствованию организации	
XI. *Построение комплексной программы развития*	5, 6, 7, 11,
Формулирование мероприятий, проектов и программ	
Определение очередности целей и мероприятий по их достижению	
Распределение сфер деятельности	
Распределение сфер компетенции	
Разработка комплексного плана мероприятий в рамках ограничений по ресурсам во времени	
Распределение по ответственным организациям, руководителям и исполнителям	
XII. *Проектирование организации для достижения целей*	3, 4, 5, 6, 10
Назначение целей организации	
Формулирование функций организации	
Проектирование организационной структуры	
Проектирование информационных механизмов	
Проектирование режимов работы	
Проектирование механизмов материального и морального стимулирования	

призрак» информационного взрыва, которая маскирует другие, действительно актуальные проблемы народнохозяйственного управления. Правильное и точное формулирование проблемы является первым и необходимым этапом любого системного исследования. Как известно, успешное формулирование проблемы может быть равносильно половине решения проблемы.

II. Чтобы построить систему, проблему надо разложить на комплекс четко сформулированных задач. При этом в случае большой системы задачи образуют иерархию, сложной — спектр, т. е. над одним объектом будут решаться совершенно различные задачи в разных языках.

Позиция наблюдателя в принципе определяет критерий решения проблемы. Определение объекта — только на первый взгляд легкая задача, в некоторых случаях она составляет наибольшую трудность исследования.

Аналогичные трудности встречаются в определении народнохозяйственной системы и среды.

III. Произвол в выделении подсистем и реализуемых в них процессов неизбежно обрекает системное исследование на неудачу. Если в технических системах, по крайней мере в их материальной части, структура подсистем ясно просматривается, то в системах экономического управления все структурные соотношения не только не очевидны, но и весьма сильно скрыты за отношениями административной подчиненности. При решении текущих задач экономического управления как объективно — с точки зрения количественного соотношения распределения усилий, так и субъективно — в сознании работников учреждений — рутинные процедуры заслоняют цели и процессы развития. Выявление целей и процессов развития и отделение их от рутинных требуют от исследователя не только строгости логического мышления, но и умения найти необходимые контакты с работниками управления.

IV. Формулирование общей цели организации и особенно, конструирование критерия эффективности системы, никоим образом невозможно путем опроса общественного мнения, оно представляет собой сложную логическую процедуру в рамках понятий теории систем, требующую, однако, тонкого знания специфики экономики и технологии исследуемого объекта.

V. На больших и сложных экономических объектах (а именно с такими имеет дело системный анализ) общая цель системы настолько отделена от конкретных средств их достижения, что выбор решения требует большой трудоемкой работы по увязке цели со средствами ее реализации путем декомпозиции целей. Эта важная и трудоемкая работа, как правило, является центральной в системном анализе. Она породила метод дерева целей, который является главным, если не единственным, инструментальным достижением системного анализа.

VI. В целом ряде случаев, особенно когда мы имеем дело с непроизводственными, а тем более неэкономическими системами (системами здравоохранения, народного образования и целым рядом других), выразить явным об-

разом цель и критерий эффективности развития логич
ским путем не удается. Для исследователя неприемл
путь анализа от «естественных потребностей человека»
связи с их непрерывным развитием и изменением. В т
ком случае приходится идти в определенной мере трад
ционным путем от анализа существующего положени
достигнутого уровня и последовательного прогноза.

VII. Системный анализ имеет дело, как правило, с пе
спективой развития, причем иногда весьма отдаленно
Поэтому наибольший интерес представляет любая инфор
мация о будущем — о будущих ситуациях, ресурсах, нау
но-технических открытиях и изобретениях, которые коре
ным образом преобразуют экономические системы и про
текающие в них процессы, а также о будущих система
социальных ценностей, которые окажут существенное
влияние на изменение соотношения и в ряде случаев и на
трансформацию целей и критериев. Поэтому прогнозиро
вание, получение информации о будущем любыми нау
ными методами представляет собой важнейшую и, безус
ловно, сложнейшую часть системного анализа.

VIII. Целый ряд социальных, политических, морал
ных, этических и других факторов, которые нельзя не при
нимать во внимание в системном анализе, поскольку он
подчас оказывают решающее влияние на формулирова
ние целей и отбор средств их реализации, а также на оцен
ку ресурсов, в принципе не исчисляются количественно
Единственный способ их учета — это получение субъек
тивных оценок экспертов, специалистов как по данной
проблеме, так и по широкому кругу взаимосвязанных
проблем. Поскольку системный анализ, как правило, име
ет дело с неструктуризованными или слабо структуризо
ванными, т. е. лишенными количественных оценок, пр
блемами, то получение оценок специалистов и их обра
ботка представляются необходимым этапом системно
анализа большинства проблем.

IX. Несоответствие потребностей и средств их удовле
творения составляет закон и важнейший стимул эконо
мического развития. Поскольку понятие цели неотделим
от понятия средств ее достижения, то центральным мо
ментом принятия решений в системном анализе являет
усечение целей — отсечение тех целей, которые признан
малозначащими или не имеющими средств для достиж
ния, и отбор конкретных вариантов достижения взаимо

связанного комплекса важнейших целей. В системных исследованиях «инженерного» типа и относительно небольшого масштаба «отбор альтернатив» считается самой важной, если не единственной задачей системного анализа. В задачах экономического управления усечение дерева целей и выбор взаимосвязанного комплекса вариантов представляет важную задачу, особенно в связи с тем, что научно-технический прогресс, изменение условий среды порождают громадное количество вариантов мероприятий для достижения комплекса экономических целей. Эти мероприятия должны уложиться в ограничения по ресурсам, поскольку закон планомерного развития народного хозяйства диктует строгие рамки распределения ресурсов для обеспечения отдельных народнохозяйственных подсистем.

X. Проблемы народнохозяйственного управления, решаемые методами системного анализа, возникают не на пустом месте, а в реально существующих органах управления, обычно в их взаимосвязанных комплексах. Задачей системного анализа большей частью является не создание нового органа управления, а усовершенствование работы существующих органов, ориентация их на решение проблемы. В этих случаях возникает необходимость в диагностическом анализе органов управления, направленном на выявление их возможностей, недостатков, узких мест в сборе, переработке информации и принятии решений с целью устранения этих недостатков и лучшего ориентирования системы. Новая система будет эффективно внедряться в том случае, если она облегчает работу органа управления, способствует решению актуальных задач и достижению ближайших целей. Поэтому выявление актуальных проблем управления и ближайших целей является также предметом диагностического обследования и анализа органов управления. Это обследование связано с массовым опросом работников данного органа управления, его смежников, вышестоящих и подчиненных организаций, в ходе которого выявляется, а затем анализируется необходимая информация. Это дает основание для построения обоснованного организационного плана внедрения вновь спроектированной системы.

XI. Как отмечалось ранее, результаты системного анализа получаются в рамках системных понятий, и для того чтобы перейти к практическому планированию меро-

приятий, они должны быть переведены на язык эконом
ческих категорий. В результате решения задач системн
го анализа крупных народнохозяйственных пробле
включающих планы научных исследований, разработо
капиталовложений и строительства, развития отрасл
и территорий, создаются комплексные программы разв
тия. Эти программы распределяются во времени, закре
ляются за различными исполнителями, устанавливаетс
порядок руководства и координации, создается систе
ответственности.

XII. В некоторых случаях для реализации таких ко
плексных программ необходимо создавать постоянны
или временный орган управления; в ряде случаев цель
системного анализа является перепроектирование то
или иного органа управления. Системный анализ име
ряд специфических методов и приемов проектирован
эффективных органов управления, ориентированных н
цель, т. е. на создание и использование определенной си
темы в народном хозяйстве.

Научный инструментарий системного анализа прив
ден в табл. 3. Системный анализ является прежде всег
каркасом, объединяющим все необходимые научные зна
ния, методы и действия для решения сложных пробле
Методы имеют далеко не равноценное значение и испол
зуются в разной степени.

Большинство перечисленных методов разработано з
долго до появления системного анализа и используетс
самостоятельно. Роль методологии системного анализ
сводится к максимально точной формулировке задачи н
каждом этапе и к подбору на каждом этапе метода,
наибольшей степени соответствующего существу поста
новки задачи. В ряде случаев системная методология по
зволяет более точно очертить круг задач, наиболее эф
фективно решаемых каждым данным методом, в отноше
нии некоторых методов системная методология позволил
несколько переосмыслить и переоценить их значение
границы применимости, найти типовые постановки зада
решаемых данным методом.

Вклад методологии системного анализа в развитие та
ких точных методов, как численные и аналитические, ме
тоды экономико-математического моделирования, отно
сительно невелик. То новое, что вносит здесь системна
методология,— это подход не от метода, а от задачи, тр

Таблица 3

Научный инструментарий системного анализа

Инструменты системного анализа	Этапы, на которых они применяются
Неформальные методы	
Метод сценариев	I, VII
Метод экспертных оценок («Дельфи»)	VI, VII, VIII
Диагностические методы	I, III, X, XII
Графические методы	
Метод деревьев целей	I, IV, V, VII, IX, XII
Матричные методы	II, III, IX, X, XI, XII
Сетевые методы	III, V, VII, XI, XII
Количественные методы	
Методы экономического анализа	I, VI, VII, VIII, IX, X, XI
Морфологические методы	III, IV, VIII, IX
Статистические методы	VII
Методы моделирования	
Кибернетические модели	II, III, IV, X, XII
Описательные модели	VI, VII, XI
Нормативные операционные модели (оптимизационные, имитационные, игровые)	IV, XI

бование комплексного использования целой серии методов, или их системного использования для решения различных частей и этапов проблемы. Но целый ряд слабо формализованных методов был порожден развитием именно системной методологии и потребностями системного анализа проблем — проблем неструктуризованных или слабо структуризованных. К числу собственных инструментальных достижений системной методологии относятся методы сценариев, получения и анализа экспертных оценок — метод «Дельфи» — и методы построения и анализа деревьев целей. Тесно связаны с развитием системного анализа также и диагностические методы.

Метод сценариев является средством первичного упорядочения проблемы и средством получения и сбора информации о взаимосвязях проблемы с другими проб-

лемами и о возможных и вероятных направлениях буду
щего развития. Метод назван по аналогии с хорошо и
вестной и тщательно отработанной технологией напис
ния киносценариев. Группа высококвалифицированны
специалистов составляет план сценария, где стремите
главным образом наметить области науки, техники, эк
номики, политики, которые не должны быть упущены и
внимания при постановке и решении проблемы. Разли
ные разделы сценария обычно пишутся разными группа
ми специалистов или отдельными специалистами, гд
развертывается возможный, вероятный ход событий в
времени, начиная от сложившейся к настоящему времен
ситуации или от какого-нибудь значительного события з
будущем, которое окажет влияние на постановку и реше
ние проблемы или взаимосвязанного круга проблем. Ис
пользование широкого круга специалистов разных про
филей в написании сценария обеспечивает многосторон
нее, разноаспектное рассмотрение проблемы, позволяет
проследить ее ветвление, взаимосвязи с другими пробле
мами. Сценарии могут использоваться на самых различ
ных этапах системного анализа, когда требуется собрать
и упорядочить весьма разнородную и неструктуризован
ную информацию. Но главной областью применения это
го инструмента являются этап I системного анали
за — анализ проблемы и этап VII — прогноз и анали
будущих условий.

В использовании экспертных оценок при постанов
и анализе самых различных проблем нет в принципе ни
чего нового. Однако в этой весьма традиционной области
научно-технической и экономической экспертизы произо
шел крупный сдвиг с изобретением и быстрым распрост
ранением так называемого метода «Дельфи». Он был раз
работан американским исследователем О. Хелмером дл
решения сложных стратегических проблем с целью полу
чить более широкие источники чрезвычайно дефицитной
информации о будущем, предельно устранить субъектив
ный фактор в суждениях и оценках будущего, стимулиро
вать способы мышления специалистов путем создани
специальной информационной системы с обратными свя
зями, устранить помехи в обмене информацией между
специалистами, давление авторитета и другие формы
давления, обеспечить повышение достоверности прогно
зов путем специальных процедур количественной оценк

мнений экспертов и их машинной обработки. В отличие от метода сценариев метод «Дельфи» предполагает предварительное ознакомление привлекаемых экспертов с ситуацией с помощью какой-либо модели: такой моделью может быть как строгая математическая модель, например эконометрическая модель развития экономики, так и неформальное описание процесса, например сценарий. В системном анализе основной формой модели, которая подлежит усовершенствованию и насыщению информацией с помощью экспертных оценок, является, как правило, дерево целей.

Специалистам предлагается оценить структуру модели в целом и дать предложения о включении в нее неучтенных связей. При этом используется анкетный метод с унифицированными формами вопросов, ответов и оценок. Результаты каждого этапа опроса и систематизации его результатов доводятся вновь до сведения всех экспертов, что позволяет им далее корректировать свои суждения на основе вновь полученной информации. Полученная информация далее сопоставляется и анализируется на основе использования данных экспертами количественных оценок. Существует целый ряд процедур усреднения и объективизации мнений экспертов, а также ряд процедур оценки авторитетности и удельного веса мнений самих экспертов, например их взаимной оценки компетентности в той или иной области. В тех случаях, когда отсутствуют объективные данные, что относится в особенности к информации о будущем, метод «Дельфи» представляется самым надежным средством получения многосторонних и в то же время достаточно надежных данных. В системном анализе метод «Дельфи» используется на этапе VI для оценки современного состояния тех факторов, которые не поддаются непосредственной количественной оценке (например, оценке современных социальных факторов, влияющих на формирование целей), на этапе VII — в качестве одного из важнейших методов получения и обработки прогнозной информации. Особенно часто метод «Дельфи» используется на этапе VIII.

Диагностические методы представляют собой достаточно хорошо отработанные приемы массового обследования предприятий и органов управления с целью усовершенствования форм и методов их работы. В СССР имеется целый ряд методик и инструкций по осуществле-

нию диагностического обследования предприятий и о
раслей [19]. Диагностические методы применяются сп
циально на этапе диагностики обследуемого объект
(этап X), но могут использоваться также и на други
этапах для получения необходимой информации, в час
ности, на этапе I — формулирования проблемы, эта
III анализа структуры системы, этапе XII — проект
рования организации. Относительно диагностических ме
тодов существуют самые различные суждения: некоторы
авторы отождествляют их с методами системного анал
за, другие считают совершенно самостоятельной методо
логией. Разграничения между ними не имеют особог
значения. Анализ и диагноз систем как по задачам, так
по методам взаимно дополняют друг друга и во много
взаимно переплетаются. В низовых звеньях управлени
хозяйством — на предприятиях, в производственных об
единениях — преобладающее значение имеет диагности
ка, поскольку цели этих объектов более или менее ясн
и стабильны, а объекты невелики и наблюдаемы. На вы
ших уровнях — в отраслях, республиках, ведомст
вах — преобладающее значение приобретают други
этапы системного анализа в силу сложности целей и проб
лем. В масштабах народного хозяйства в целом диагно
стика может иметь только вспомогательное значение дл
выявления проблем междуведомственных рассогласова
ний и препятствий к продвижению информации, так как
здесь аппарат управления практически необозрим.

В процессе создания методов системного анализа был
специально разработан и тщательно отлажен метод дере
ва целей, который стал центральным, главным методом
системного анализа. Дерево целей представляет связный
граф, вершины которого интерпретируются как цели, а
ребра или дуги — как связи между целями. При этом в
понятие целей на разных уровнях вкладывается различ
ное содержание: от объективных народнохозяйственных
потребностей и желаемых направлений развития на верх
нем уровне дерева до решения задач и осуществления
отдельных мероприятий на нижних уровнях. Основным
требованием к дереву целей является отсутствие циклов
в остальном же метод является достаточно гибким, чтобы
удовлетворить любым требованиям. Дерево целей пред
ставляет собой главный инструмент увязки целей высше
го уровня с конкретными средствами их достижения на

низшем производственном уровне через ряд промежуточных звеньев. В качестве основного инструмента системного анализа метод дерева целей используется на этапах V, VI, VII, VIII и IX. Кроме того, этот метод используется для структуризации и анализа проблемы, структуризации системы, декомпозиции критериев оптимальности, а также в процессе проектирования организации в качестве инструмента обеспечения полноты охвата функций управления.

Матричные формы представления и анализа информации не являются специфическим инструментом системного анализа, однако широко используются на различных его этапах в качестве вспомогательного средства. Матрица является не только чрезвычайно наглядной формой представления информации, но и формой, которая во многих случаях раскрывает внутренние связи между элементами, помогает выяснить и проанализировать ненаблюдаемые части структуры. Замечательным примером блестящего использования свойств матриц является открытие Менделеевым периодической таблицы элементов, которая позволила упорядочить целый ряд объективных закономерностей, присущих химическим элементам, интерполировать и экстраполировать их свойства в тех случаях, когда элементы еще не были открыты. Матрицы используются для представления и анализа систем и их структур (этапы II и III). Перестроение дерева целей в матрицу бывает удобно для анализа структуры дерева целей, для выявления взаимосвязей и отношений между целями (так называемый анализ перекрестной поддержки целей) на этапе IX — отбора вариантов и усечения целей. При решении задач отбора конкретных вариантов мероприятий или средств широко используются различные типы таблиц решения. И, наконец, так называемые функционально-целевые матрицы являются одним из основных инструментов проектирования организаций, ориентированных на цель (этап XII).

Наиболее наглядным и удобным средством отражения динамических, развивающихся во времени процессов, их анализа и планирования с включением элементов оптимизации являются широко известные **сетевые методы.** Такие известные сетевые методы, как МКП, ПЕРТ и их модификации, используются в системном анализе главным образом на этапе построения комплексных прог-

рамм развития Элементы нижних уровней деревьев це
лей, перегруппированные по признаку временных логич
ских взаимосвязей, можно преобразовать в сеть (эта
XI). Анализ этих сетей может послужить для дальне
шей корректировки деревьев целей. Более сложные ми
гомерные сети используются для распределения сфер о
ветственности, распределения работ по конкретным ис
полнителям в организациях, ориентированных на цель

На всех стадиях системного анализа применяются хо
рошо отработанные **методы экономического анализа.** В
процессе системного анализа значительная часть инфор
мации не имеет количественных оценок или в принцип
не может их иметь, поэтому основной задачей системног
анализа является задача путем структуризации и введе
ния субъективных оценок преобразовать систему в неко
торый комплекс задач, которые наилучшим образом ре
шаются именно методами экономического анализа.

На этапах III и IV системного анализа — определени
и анализа структуры системы, а также на этапах VIII,
IX — анализа деревьев целей на их полноту и отбор
конкретных вариантов достижения целей могут оказаться
полезными **методы морфологического анализа.**

Широкий круг **статистических методов анализа трен
дов, факторного анализа, статистической экстраполяци**
и ряд других могут использоваться в принципе в качестве
инструментов получения информации о будущем на этап
VII системного анализа — прогнозирования будущих ус
ловий развития. Однако использование этих методов тре
бует наличия большого количества достаточно достовер
ной исходной информации, что связано со значительным
затратами усилий исследователей. Поэтому в системно
анализе обычно предпочитают получать информацию
будущем менее трудоемкими и более эффективными пр
цедурами экспертных оценок, статистические же метод
используются лишь при наличии заранее подготовлени
го хорошего статистического материала.

Кибернетические модели, отображающие процессы у
равления в экономических системах, должны использ
ваться всякий раз, когда именно эти процессы являют
предметом системного анализа. В кибернетических мод
лях могут использоваться самые различные выразител
ные средства — схемы, блок-схемы, таблицы, диаграмм
Однако если исследуемые процессы управления являю

ся достаточно сложными, а именно такова специфика системного анализа, то приходится прибегать к более развитым средствам. Поскольку процесс системного анализа представляет собой исследовательский процесс добычи, систематизации и переработки информации, то сам процесс системного анализа может быть изображен кибернетическими моделями различного типа. К этому приходится прибегать, если ставится задача анализа самого процесса системного исследования с целью механизации и автоматизации отдельных процедур.

Экономико-математические модели описательного типа (описывающие состояние объекта или его поведение) являются важнейшим средством представления экономических систем в процессе системного анализа в той их части, где имеется достаточная количественная информация. Наибольшее практическое применение находят при этом хорошо отработанные и относительно простые модели матричного типа, в частности модели отраслевых, межотраслевых и межрегиональных балансов типа «затрат-выпуска». Метод системного анализа предназначен специально для работы с неструктуризованной или слабо структуризованной информацией, но предельно точное знание исследуемого экономического объекта является залогом успеха анализа. В балансово-нормативных моделях экономических объектов (предприятия, отрасли, республики, народного хозяйства в целом) не только вмещается большое количество конкретной информации, характеризующей элементы системы, их производственно-экономические структуры и связи, но и достигается хорошее понимание и ясное представление об экономической системе в целом.

Нормативные операционные экономико-математические модели служат для нахождения оптимальных и приближенно оптимальных решений. Модели такого типа — оптимизационные, имитационные, игровые — могут использоваться в системном анализе в том случае, если они уже заранее отработаны и по ним имеется собранная и проанализированная исходная информация. Соотношение складывается таким образом, что скорее системный анализ является вспомогательным средством для экономико-математических методов, но средством чрезвычайно важным, поскольку решает ключевые проблемы экономико-математического моделирования. Первая из

них — это увязка экономико-математических моделей системы моделей через посредство установления взаимосвязей их критериев на различных уровнях иерархии и разных аспектах экономической деятельности; вторая — трансформация неструктуризованной и слабоструктуризованной информации в строго классифицированные и количественно оцененные показатели, без чего «не работают» экономико-математические модели.

Цели каждого системного исследования бывают строго определены и ограничены. Ни на практике, ни в литературе нам не приходилось встречаться ни с одним случаем системного анализа, где бы были необходимы все его последовательные этапы в приведенной выше классификации. В одних случаях бывает достаточно одного лишь анализа проблемы, в других — речь идет лишь о выборе конкретного варианта системы или группы мероприятий. На уровне предприятия системное исследование часто ограничивается одной диагностикой. Обычно этапы системного анализа сочетаются в различных комбинациях. Помимо всего прочего, инструменты системного анализа являются не только взаимодополняющими, но и в определенной степени взаимоисключающими. Так, если имеется экономико-математическая модель объекта или управленческого процесса, то все менее строгие методы являются ненужными. Использование того или иного метода диктуется только практическими соображениями — удобством отображения и понимания объекта.

Поэтому дальнейшее изложение книги построено не по этапам системного анализа и не по отдельным инструментам, а по наиболее типичным проблемам управления в экономике, встречающимся на различных уровнях управления — народного хозяйства, отраслей и промышленных объединений, производственных объединений и предприятий.

Глава II
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОБЛЕМ

§ 1. АНАЛИЗ ЦЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

Зачем нужно анализировать цели развития экономики?

1. Формулировка и анализ целей — неразрывная составная часть планирования, причем одна из важнейших его частей. Цели — это планы, выраженные в виде результатов, которые должны быть достигнуты. Знание методов анализа целей необходимо всем работникам плановых органов.

2. Сам процесс планирования не остается неизменным, он постоянно совершенствуется во всех звеньях управления народным хозяйством. В настоящее время наметилась явная тенденция к повышению роли целевых принципов в планировании, к развитию системы комплексного планирования. Системный анализ позволяет экономисту, плановику любого уровня четко разделить понятия целей, средств, ресурсов и мероприятий и установить правильные соотношения между ними.

3. Планирование приобретает все более широкий горизонт: не только народнохозяйственные планы, но и планы отраслей и предприятий начинают разрабатывать с ориентацией на 20—25 лет вперед. Это новая, трудная и непривычная форма плановой работы. Цели — это связь настоящего с будущим и обратная связь будущего с настоящим: то, что мы делаем сейчас, определит, что будет в будущем; от того, какие мы поставили цели на будущее, зависит направление наших действий сейчас.

4. В условиях научно-технической революции планирование во всех звеньях должно осуществляться на основе прогнозируемых крупных открытий и технологических

сдвигов. Сами по себе крупные события в науке, полит
ке, мировой экономике непосредственного воздействия
отрасли народного хозяйства, тем более на отдельн
производство, не оказывают. Они воздействуют через и
менение целей и условий на народнохозяйственном уро
не, в результате чего к отрасли предъявляются соверше
но новые производственные и экономические требовани
Поэтому влияние на отрасль или производство прогноз
руемых событий будущего должно оцениваться чер
сдвиги в дереве целей развития народного хозяйства,
чему должны быть также готовы работники отраслей
других звеньев народного хозяйства.

5. Экономист-плановик всегда работает в условия
жестких ограничений по ресурсам. Эффективность это
работы обеспечивается только тесным взаимодействие
плановиков народнохозяйственного уровня с плановика
ми, экономистами конкретных отраслей и производст
на базе методов системного анализа.

6. Развитие ресурсов представляет важнейшую на
роднохозяйственную цель. На программы развития ре
сурсов оказывают важнейшее влияние не только сложив
шиеся экономические связи, но и будущие услови
развития, а также оценка этих ресурсов. Конкретные ме
роприятия по развитию ресурсов, осуществляемые в на
стоящем и ближайшем будущем, зависят от их будуще
оценки, что достигается также методами системного ан
лиза.

7. Даже если на уровне народнохозяйственного пла
нирования уже принято решение о развитии определен
ной отрасли, то разработка детальной программы требуе
снова обратиться к комплексу целей развития народног
хозяйства, чтобы специфицировать требования, предъяв
ляемые к отрасли. Конкретная программа развития от
расли может быть составлена только на основе анализ
достаточно детализированного дерева целей развития на
родного хозяйства.

8. В развитом социалистическом обществе функци
государственного управления чрезвычайно сложны и мно
гообразны. Они реализуются многочисленными органам
управления. Но ни одна из функций не выполняется ка
ким-либо единственным органом управления. Основные
сферы государственной деятельности в большей или мень
шей степени связаны с экономикой; управление едины

народнохозяйственным процессом осуществляется с учетом целей, требований, команд каждой из этих сфер управления. Увязка целей развития экономики в столь большом числе аспектов требует наличия единой универсальной методологии, которая в определенной степени обеспечивается системным анализом. Такие комплексы возникают в системах экономического управления не автоматически; это наиболее ответственная работа органов управления, оказывающая наиболее значительное влияние на весь процесс управления и результаты работы системы вообще. Одновременно это весьма сложный и трудоемкий управленческий процесс, требующий больших затрат труда квалифицированного руководящего персонала. Методология системного анализа не только позволяет распределить сферу ответственности между многочисленными органами управления за принятие комплексных экономических решений, но и создать единые принципы выработки целевых решений и предложить единые методы и формы этой работы.

9. В каждой отрасли, в каждом объединении и даже на предприятии существует множество проблем, настоятельность которых не может быть оценена с точки зрения данной системы. Между тем ограниченность ресурсов требует отбора небольшого числа проблем, подлежащих первоочередному решению. Такие проблемы позволяет выявить анализ народнохозяйственных целей развития

10. Даже в отраслевом масштабе существует огромное количество вариантов развития научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ. Ориентация в них невозможна без оценки народнохозяйственной значимости каждого направления.

Таким образом, знание методов анализа народнохозяйственных целей необходимо не только работникам, непосредственно занимающимся народнохозяйственным планированием, но и отраслевикам, технологам, научно-исследовательским работникам. Для решения конкретного отраслевого вопроса достаточно определить основные цели развития экономики, ориентированные на конкретную задачу и дающие информацию для учета народнохозяйственных требований к данной экономической или производственно-технической подсистеме.

Какое средство предлагается в качестве универсального для работы с целями? Существуют многочисленные

способы выражения и анализа целей: тексты, таблицы, различные специальные формы. В то же время этот инструмент должен быть достаточно гибким, чтобы удовлетворить многочисленным требованиям, сформулированным выше. В наибольшей степени этим требованиям отвечает представление целей и их анализ с помощью метода дерева целей. Этот прием получил в последнее вр

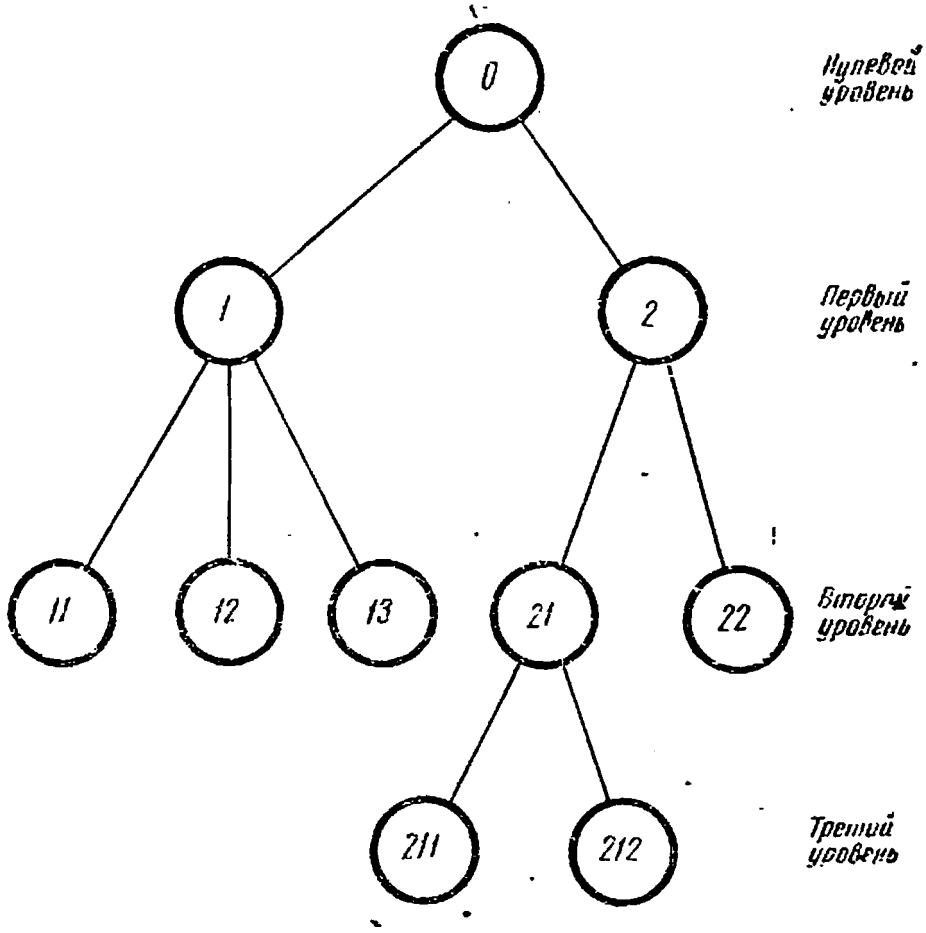


Рис. 4. Принципиальная схема дерева целей

мя такое широкое распространение, что развернутую форму цели называют просто деревом целей. Дерево целей имеет вид, приведенный на рис. 4.

Смысл дерева целей заключается в том, что в случае, когда общую цель системы не удается связать со средствами достижения, требуется разбить ее на более мелкие цели, которые обеспечивают решение задачи. При этом должно быть выполнено два формальных требования — полнота и непротиворечивость. Непротиворечивость дерева целей означает, что достижение одной из пары целей предполагает достижение другой, и наоборот

Выполнение этого требования означает отсутствие циклов на дереве целей.

Описание каждой цели в дереве должно достаточно полно раскрывать ее содержание и устанавливать степень или факт ее достижения (цель достигнута, цель не достигнута). В дереве целей не могут присутствовать изолированные цели, т. е. цели, не связанные ни с какими другими.

В окончательном варианте дерева целей каждая цель должна характеризоваться некоторым кодовым обозначением (индексом, шифром и т. д.), указывающим на ее связь с целями более высокого уровня. Например, обозначение 013 означает, что цель 3 второго уровня связана с целью 1 первого уровня, достижение которой необходимо для выполнения цели нулевого уровня. Связь целей 011 и 01, показанная на рисунке дугой 011 — 0,1, означает, что цель 01 не может быть достигнута, если не достигнута цель 011 и т. д. Система кодирования целей может быть буквенная, буквенно-цифровая, двоичная. Кодирование вершин дерева должно обеспечивать его однозначное построение и разъединение, не нарушая общего принципа кодирования.

Формальная структура дерева целей может быть заполнена любым конкретным содержанием. Дерево целей представляет собой лишь каркас, организующий разнородную содержательную информацию. Сам по себе формальный аппарат деревьев целей не подсказывает никаких способов их построения. Для того чтобы строить конкретные деревья целей развития народного хозяйства, необходимо изучить закономерности целеобразования в экономических системах.

На основе чего формулируются правила работы с экономическими целями? Закономерности целеобразования в системах являются отражением объективных законов формулирования целей в обществе, в социальных коллективах, у людей. Необходимо помнить о коренных отличиях объекта — общества, государства, экономики, которые представляют определенные комплексы человеческих отношений, — от их систем, где отображается некоторая часть этих отношений.

Экономика есть неразрывная часть жизнедеятельности общества в целом, в то же время это относительно обособленная сфера деятельности. Соответственно и эко-

номическая система является одним из аспектов сло
ной системы общества.

Отсюда вытекает, что в формулировании целей эко
мической системы участвуют два информационных ко
тура целеобразования — общественной системы и ее эк
номической подсистемы. В первом контуре циркулиру
информация о новых общественных потребностях, удо
летворяемых экономическими средствами; во втором —
собственно экономическая информация — о достигнуто
уровне, о современных и будущих экономических ресу
сах, об эффективных вариантах развития экономики.

На следующей стадии работы государственных орг
нов происходит следующая трансформация целей — и
общеэкономических в конкретные цели-задания органа
экономического управления (министерствам, ведомствам
производственным и иным объединениям, предприятиям
Система экономического управления представляет собо
одну из подсистем сложной экономической системы, и п
се законам понятия (в том числе — цели), переходя и
системы в подсистемы, перекодируются в новый язык —
в данном случае в язык конкретных производственных
транспортных и строительных заданий, финансовых пока
зателей, показателей производительности труда, каче
ства изделий и т. п. В формулировании целей системы
органов экономического управления в сложной системе
участвуют уже три информационных контура — вклю
чается собственная система информации рассматрива
мого объекта.

Для каждого конкретного звена экономического уп
равления (главка, треста, территориально-отраслевого
управления) в формулировании целей самым непосред
ственным образом участвует и четвертый информацион
ный контур — непосредственно вышестоящее звено. Не
сколько более опосредствованно в целеобразовании
принимают участие и другие информационные контуры —
в частности ведомственных систем (Госбанка, системы
материально-технического снабжения, Госкомитета по
науке и технике и др.).

Каждое конкретное звено системы экономического
управления в свою очередь включает ряд подразделений,
организованных по линейному и функциональному при
знакам (отделы и управления). Цели, установленные в
виде заданий (показателей) данного звена, проходят в

его подразделениях процесс переработки в задания для нижестоящего звена системы управления или для непосредственных исполнителей на предприятиях. На верхнем уровне руководства данного звена задания функциональным подразделениям детализируются и разукрупняются в языке функций; в функциональных подразделениях эти задания переводятся на язык ресурсов для линейных подразделений, где они преобразуются непосредственно в производственные цели.

Таким образом, дерево целей развития народного хозяйства отражает в формализованном и, следовательно, неизбежно упрощенном виде чрезвычайно сложный комплекс объективных общественных отношений. Дерево целей может отразить лишь определенную сторону этого сложного комплекса, но отнюдь не выразить его целиком. А то, какая сторона должна быть отражена, зависит целиком от постановки конкретной задачи исследования: ради чего строится дерево целей развития народного хозяйстве. Поэтому нельзя дать единого предписания, как шаг за шагом построить дерево целей развития народного хозяйства, можно лишь установить некоторые общие правила, вытекающие из содержательного анализа закономерностей целеобразования в экономических системах. Единообразие и универсальность этих общих правил обеспечиваются тем, что экономические закономерности интерпретируются здесь в терминах системных понятий.

Каковы основные правила построения дерева целей развития народного хозяйства? Мы изложим некоторые общие правила построения дерева целей на народнохозяйственном уровне, которые являются результатом как логического рассмотрения, так и практики построения ряда таких деревьев, предназначенных для решения разного рода проблем. Последовательность формулирования правил не имеет никакого значения, они не отражают ни степени важности этих правил, ни последовательности осуществления работ.

1. «Большие» цели не складываются из «маленьких». Цели общественной системы составляются на верхнем уровне общества в целом и затем распадаются на подцели. Отсюда следует вывод, что дерево целей развития народного хозяйства надо строить «сверху» с формулирования народнохозяйственных целей, пусть даже в достаточно общих формулировках на основе главных директивных

установок, выраженных в партийных и правительственных материалах. Однако если для народного хозяйства в целом исключено построение дерева целей путем его композиции из целей отдельных предприятий или отраслей и других экономических объектов, т. е. «снизу», то этот прием вполне допустим для отраслей, предприятий и т. д.

2. Поскольку целеобразование есть информационный, управленческий процесс, он должен быть отображен кибернетической системой. Для кибернетической системы, отображающей любой экономический объект, цель может быть представлена в качестве задающего блока типовой модели регулирования с обратной связью извне от непосредственного вышестоящего уровня иерархии. В формулировании целей верхних уровней дерева целей развития народного хозяйства должны быть учтены требования общественной системы и всех ее основных компонентов — сфер политической, социальной, оборонной и прочих.

3. Информация, на основе которой формулируется цель системы данного уровня иерархии, поступает в целеобразующий (задающий) блок по внесистемным каналам (в отличие от информации, на основе которой вырабатываются команды управления и которая поступает в блок управления по внутрисистемным каналам). Это означает, что при формулировании дерева целей народного хозяйства должны быть использованы все доступные источники информации из всех основных сфер государственной деятельности.

4. Характер процесса целеобразования в общественной системе таков, что для решения практических задач ее необходимо рассматривать в качестве большой системы с иерархической структурой подсистем разных рангов. При построении дерева целей развития народного хозяйства следует учитывать цели и интересы всех основных уровней и звеньев народнохозяйственной системы. При формулировании целей разных уровней используется различная информация, получаемая из источников, соответствующих уровням иерархии народного хозяйства.

5. Экономическую систему, исследуемую с точки зрения структуры ее целей, необходимо представлять в качестве сложной системы, включающей подсистемы разных классов, описываемых в разных языках. Цели, отра-

жаемые в разных ветвях дерева целей развития народного хозяйства, формулируются с привлечением специалистов разных отраслей знаний и профилей, причем неизбежным является постепенное по мере развития дерева расхождение в языках. Это ограничивает возможности последовательного разбиения дерева, поскольку при слишком продолжительном делении языки выражения целей в разных ветвях становятся несопоставимыми. На определенной стадии приходится считать завершенным построение дерева целей развития народного хозяйства и далее приступать к построению нового дерева в новом языке, более соответствующем целям решения конкретной задачи.

6. Экономическая подсистема (так же как и системы политическая, социальная, культурная и т. д. — число их может быть расширено или ограничено при необходимости рассмотрения тех или иных аспектов жизни общества) представляет подсистему общественной системы, рассматриваемой в качестве сложной; она проявляется на стыке потребностей общества и его ресурсов; в ней отображаются способы эффективного использования ресурсов для удовлетворения общественных потребностей путем организации общественного производства. Отсюда следует вывод о принципиальном ограничении снизу дерева целей развития экономики. Экономические цели можно дробить лишь в той степени, пока они остаются в рамках общественных и экономических категорий. Там, где начинается рассмотрение конкретных видов ресурсов, технологий, конструкций и т. д., дальнейшее дробление целей в рамках одного дерева невозможно. Даже наиболее детализованное дерево целей развития народного хозяйства ограничивается 7—8 уровнями иерархии. Рассмотрение выбора различных вариантов ресурсов, конструкций, технологических средств требует построения новых деревьев целей или же применения других более удобных приемов.

7. Система органов экономического управления представляет подсистему экономической системы, рассматриваемой в качестве сложной. Она проявляется на стыке материальных процессов производства, распределения, потребления и сопровождающих их информационных процессов и отображает способы эффективного управления общественным производством посредством совмест-

ной деятельности органов экономического управления. Отсюда следует, что если предметом системного анализа является совершенствование методов работы органов экономического управления и дерево целей строится для спецификации требований к проектируемой или совершенствуемой системе управления, то для его построения нужно использовать, по крайней мере, два важнейших источника информации: требования к системе управления, вытекающие из целей развития самого народного хозяйства; возможности, создаваемые комплексом наук о процессах управления и переработки информации (кибернетика, экономико-математические методы, комплекс наук об организации управления) и новыми средствами переработки информации (новейшие поколения электронных вычислительных машин, новая техника связи и т. д.).

8. Любая цель высших уровней иерархии дерева целей достигается лишь посредством осуществления подцелей, на которые она распадается. Отсюда следует, что рассматривать конкретные средства достижения целей и расходуемые на это ресурсы можно лишь на низших звеньях дерева целей, на пределе его разветвления. Следовательно, когда речь идет о выборе конкретных вариантов реализации целей дерево целей должно по всем своим ветвям быть доведено до уровня, который считается нижним в данной ветви.

9. Средства достижения цели являются ее подцелями, они в свою очередь становятся целями для следующего нижестоящего уровня иерархии. Поэтому дерево целей в целом надо рассматривать как однородную структуру, как одну общую цель, лишь детализированную по уровням иерархии и аспектам, отражаемым в разных ветвях.

10. Цель развития экономической системы — понятие сложное и богатое содержанием. При ее декомпозиции следует не упустить из внимания основные, решающие аспекты:

деление сложной составной цели системы на подцели, определяемые состоянием самой системы («внутренние цели»), средой системы («внешние цели»);

деление сложной, составной цели системы на подцели, отражающие задачи сохранения системы (поддержание ее внутреннего равновесия, сохранение структуры), цели успешного осуществления системой ее функций (цели

совершенствования структуры и сохранение равновесия со средой), цели развития системы;

деление составной сложной цели во временном аспекте — цели текущие, так сказать, повседневные, имеющие силу на протяжении всего рассматриваемого периода; цели конечные — на конец периода; цели, обеспечивающие дальнейшее сохранение и развитие системы за пределами рассматриваемого периода.

Для обеспечения полноты анализа необходимо декомпозировать цель в шести аспектах, которым на дереве целей будут соответствовать шесть ветвей, начинающихся с первого уровня. В некоторых случаях, когда рассматриваются цели не народного хозяйства в целом, а отдельных его подсистем — последние три группы внешних целей целесообразно объединить в одну, рассматриваемую как ограничения на развитие системы.

11. Цели верхнего уровня экономической системы формулируются неизбежно в очень общем виде, в весьма агрегированных абстрактных понятиях, по формулировкам, сходным с лозунгами. По мере перехода на каждый последующий нижний уровень иерархии цели дезагрегируются, детализируются, переформулируются в более конкретные понятия, приобретают сначала более определенные качественные, а затем и количественные характеристики. Все дерево целей представляет собой единую, но детализованную цель данной системы в целом. Отсюда следует, что с помощью одного дерева целей можно решить только одну, хотя и довольно сложную задачу.

12. Цели верхнего уровня экономической системы, рассматриваемой в качестве сложной, превращаясь в подцели составляющих ее подсистем, перекодируются в язык данного класса систем с соответствующей трансформацией понятий и их знаковых обозначений.

13. С учетом многоконтурного и многоаспектного регулирования в экономической системе для любой ее конкретной подсистемы цель имеет сложный характер, т. е. формулируется одновременно в нескольких языках в соответствии с числом информационных контуров, принимавших участие в формулировании цели. Отсюда следует вывод, что из анализа дерева целей народного хозяйства нельзя вывести однозначное определение цели какой-либо экономической подсистемы. Эта цель будет тоже

иметь сложный, составной характер и декомпозироваться своим деревом цели.

14. В каждом звене иерархической системы управления народным хозяйством осуществляется переработка целей, в результате которой вырабатываются простые однофункциональные цели реализации конкретных мероприятий. Из этого следует, что цели, сформулированные в дереве целей, еще не привязаны ни к каким конкретным органам управления, они не могут быть отождествлены с целями конкретных организаций.

15. Весь комплекс целей, представленных в виде дерева, реализуется наиболее эффективно в том случае, если каждая подсистема стремится к достижению своей собственной цели (в едином дереве целей).

Непротиворечивость целей других подсистем той же системы и соблюдение условий наиболее эффективного достижения общей цели обеспечиваются действием критериев.

Как организуется работа по построению дерева целей народного хозяйства? Состав рабочей группы должен быть постоянным и включать от пяти до пятнадцати человек. Меньшее число участников не обеспечивает необходимого разностороннего подхода, постоянного обмена мнениями, систематической критики работы по ходу ее осуществления. При большем числе участников возникают трудности обмена информацией в коллективе, определенная доля участников становится пассивной. Не следует думать, что путем увеличения численности рабочей группы можно ускорить работу. В группе нужны только активные участники, поскольку вся работа протекает в непрерывном ознакомлении с новой информацией и дискуссиях, технические работники здесь не нужны. Участников незаинтересованных, неподготовленных или неспособных к активной творческой работе целесообразно исключить заранее.

Работу по построению дерева целей удобно проводить в виде рабочих семинаров, организованных по известным методам «мозгового штурма» и созываемых раз в неделю, в декаду, в месяц. В промежутках между семинарами участники подбирают необходимую информацию и разрабатывают предложения по своим темам. Удобно разделить тематику между участниками, в определенной мере специализировав их по ветвям дерева целей, однако

в зависимости от типа поставленной проблемы разные ветви будут иметь различное значение.

Рабочие семинары организуются в такой последовательности:

1) сообщение участниками новых сведений, имеющих непосредственное отношение к существу работы;

2) формулировка и утверждение целей на обсуждаемом уровне дерева целей и потенциальных средств их достижения на низшем уровне;

3) выявление недостающих сведений и распределение заданий на добычу этой информации;

4) обсуждение и утверждение предложений об уточнении структуры дерева целей, которая систематически корректируется на основе вновь полученных сведений.

Построение дерева целей начинается с формулирования общей цели нулевого уровня. Выработке формулировки может предшествовать работа по сценарию. Наиболее трудная часть работы — это подготовка и обсуждение сценариев по перспективам развития, предсказанию вероятных будущих условий и возможных будущих вариантов развития. Как бы ни были плохи доклады по этой тематике, они должны быть обсуждены без критики с единственной конструктивной целью — выявить наличие, а в еще большей степени отсутствие информации, существенно необходимой для построения дерева целей. На этом этапе решаются вопросы об определении горизонта дерева целей, т. е. на какой период или календарный год будут фиксироваться цели.

Общая цель развития экономики формулируется достаточно широко путем синтеза целевых установок, отвечающих объективным потребностям. Широта и общность формулировки не должны смущать исследователей — ведь вся дальнейшая работа по построению дерева целей и есть конкретизация этой общей цели.

По мере развития каждой ветви дерева целей сверху вниз исследовательская группа при формулировании каждой следующей подцели сталкивается с проблемой недостатка или отсутствия информации. Поэтому вместе с деревом целей растет и дерево вопросов, на которые нужно найти ответы. Вопросы удобнее всего записывать на отдельных карточках унифицированной формы, которые индексируются номерами тех целей и подцелей, в связи с постановкой которых возникли эти вопросы. На ос-

нове этой картотеки вопросов формулируются задания на поиск соответствующей информации в период между рабочими семинарами участникам разработки в соответствии с их специализацией. Эта специализация может проводиться как по ветвям дерева, так и по областям знаний (политика и международные отношения, география, геология, научные исследования, промышленность, сельское хозяйство и т. д.). Накопленные, обычно в большом количестве, карточки вопросов затем перегруппировываются и индексируются в соответствии со специализацией участников разработки или по другому признаку, например по признаку источника информации. На некоторые вопросы не удается найти ответа в источниках. Соответствующие карточки накапливаются в специальной картотеке, с тем чтобы впоследствии составить план специального обследования для получения дефицитной информации (ознакомление с вопросами непосредственно на месте, поиск и последующий опрос экспертов по данной группе вопросов, прочие специфические источники информации).

Обычно наибольшую трудность вызывает получение количественных оценок. Конечно, следует стремиться получить хотя бы приблизительные количественные оценки с самого начала построения дерева целей, однако на первом этапе наиболее важным представляется построение правильной структуры дерева, вопросы по численным оценкам могут быть подготовлены для последующего специального обследования.

При переходе от одной ветви к другой возникает целый ряд проблем структуризации, связанных со сложным характером взаимосвязей целей. Здесь возможны различные варианты, выбор которых зависит от того, с какой конечной целью осуществляется разработка дерева целей. Если цели работы таковы, что потребуют последующей оценки относительной важности целей (например, при разработке комплексной программы экономического развития, при выборе наиболее эффективных вариантов капиталовложений и т. п.), то целесообразно зафиксировать цель такого типа в каждой ветви, где она встречается, следя при этом за тем, чтобы уровни, на которых помещается данная цель, были одинаковыми или расходились незначительно. При последующей расчетной обработке дерева целей подцель, которая предусматривает достиже-

ние ряда целей верхних уровней, получит высокую оценку.

В тех случаях, когда построение дерева целей не предполагает получения относительных оценок значимости целей, а главной задачей является именно структуризация различных направлений деятельности в экономике, целесообразно каждую цель поместить только один раз в той ветви, где для этого имеется больше оснований. Однако в картотеке целей с помощью индексов следует отметить, в какие ветви еще могла бы входить данная подцель.

Рассмотрение каждой последующей ветви с соответствующим получением новой информации обогащает представление о системе в целом, ведет к необходимости снова вернуться к уже проработанным ветвям и внести в них некоторые коррективы. В плане рабочих семинаров должно быть предусмотрено такое систематическое возвращение к уже проработанным ветвям для их корректировки и выявления дополнительных взаимосвязей между целями различных уровней разных ветвей.

В случае постановки широких и больших целей исследования, таких, как разработка комплексной программы развития страны на перспективу, дерево целей разрабатывается до выявления конечных потребностей в отдельных видах ресурсов, обладающих частичной взаимозаменяемостью. Как показывают экспериментальные разработки, это достигается на восьмом — десятом уровне. Конечные потребности — еще не основание для составления программы развития, поскольку они составляют лишь часть валовых потребностей. Перерасчет может быть сделан на основе модели межотраслевого баланса народного хозяйства, в котором технологические коэффициенты скорректированы на перспективу. Вычисленные валовые потребности по всем основным группам товаров и услуг могут быть далее сравнены с ресурсами. Учитывая, что работа по определению путей получения того или иного вида ресурсов должна быть проделана по всем видам потребностей и ресурсов, причем с учетом их взаимозаменяемости и возможности международного обмена, осуществление подобного системного исследования представляется чрезвычайно трудоемким и длительным. Оно требует разработки больших объемов детальной технико-экономической информации о существующих ресурсах, о

производственных и экономических структурах, но еще больших объемов прогнозной технико-экономической информации. Осуществление комплексных расчетов на основе такой информации возможно только с использованием экономико-математических моделей, устанавливающих зависимости между взаимозаменяемыми продуктами и технологиями их производства. Исследования такого типа еще никогда не осуществлялись в полном объеме или не доводились до конца. Если ставятся более ограниченные цели исследования, например если дерево целей развития страны строится лишь в качестве вспомогательного инструмента для разработки программы индустриализации, то, очевидно, нет необходимости «разбивать» его до нижних уровней, оказывается практически целесообразным ограничиться четвертым уровнем. Это значительно снижает трудоемкость разработки дерева целей, поскольку именно построение нижних ветвей требует наибольших затрат труда. Сам процесс построения дерева целей облегчается и сокращается за счет того, что, формулируя цели начиная со второго уровня, каждую из них проверяют вопросами: относится ли это к развитию промышленности? Окажет ли какое-либо влияние на программу индустриализации? Существенно ли это с точки зрения поставленной задачи? Таким способом отсекается значительное число целей, и дерево целей развития народного хозяйства может быть построено за короткий срок. Оно служит для последующего построения дерева целей развития промышленности, которое строится отдельно. Но построить его самостоятельно вряд ли удалось бы: ведь сама индустриализация является средством достижения некоторых народнохозяйственных целей, поэтому основная информация для построения дерева целей развития промышленности берется из дерева целей развития народного хозяйства.

§ 2. АНАЛИЗ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Зачем нужно исследовать народнохозяйственные процессы? В тех сложных народнохозяйственных проблемах, для решения которых предназначен системный анализ, нередки случаи, когда систему бывает чрезвычайно трудно определить. Важнейшим компонентом системы яв-

ляется объект. В экономических системах объект может порой «расплываться» до масштабов всего народного хозяйства; при решении одной народнохозяйственной задачи объект может постоянно изменяться. Например, одной из народнохозяйственных систем является система внешней торговли. При определении объекта управления его приходится постоянно расширять, ибо нет, по существу, ни одной отрасли народного хозяйства, ни одного предприятия и организации, которые в той или иной степени не участвуют во внешнеторговом процессе.

Так же трудно определить и орган управления. Легче всего предположить, что внешней торговлей управляет Министерство внешней торговли, однако из первого же ознакомления с его деятельностью вытекает, что оно составляет лишь определенную часть системы управления внешней торговлей.

Если построить дерево целей для комплекса организаций типа системы внешней торговли, то без определения этой системы оно окажется безадресным, цели не могут быть привязаны к средствам, к конкретным держателям этих средств и исполнителям мероприятий.

В этом случае, для того чтобы определить полную систему, т. е. систему, включающую весь комплекс методов и средств, необходимых и достаточных для решения проблемы, нужно исследовать систему в динамике, т. е. исследовать народнохозяйственный процесс.

Особенно актуально встала проблема исследования народнохозяйственных процессов на современном этапе совершенствования системы управления народным хозяйством, для которого характерно массовое создание отраслевых автоматизированных систем управления (ОАСУ). Ввод их в действие и последовательное наращивание комплекса решаемых ими задач выявили, что само понятие ОАСУ должно быть пересмотрено. Если отраслевая автоматизированная система обрабатывает только информацию, циркулирующую внутри отрасли, решает внутриотраслевые задачи, то теряется сам смысл слов «автоматизированная система управления», она превращается в систему автоматизированной обработки данных для министерства, которая выполняет часть рутинной работы аппарата министерства, но не решает проблем управления. Отрасль, соответствующая компетенции определенного министерства или ведомства, — это

условное народнохозяйственное подразделение, которое действует только во взаимодействии со всеми другими отраслями, и именно в этом взаимодействии в ходе осуществления управления и лежат основные проблемы эффективной реализации народнохозяйственных процессов.

В целом ряде случаев название отраслевой автоматизированной системы применяется к системам управления, которые таковой не являются, а неправильное определение ведет и к неправильным решениям. Ряд министерств и ведомств управляют не отраслями народного хозяйства, а ведают определенными народнохозяйственными функциями, осуществляют руководство народнохозяйственными процессами, которые всегда являются межотраслевыми. Возвращаясь к тому же примеру, можно сказать, что для ряда таких органов управления, как Министерство внешней торговли, Государственный комитет по внешним экономическим связям и другие, связанных с реализацией монополии внешней торговли социалистического государства, характерны задачи организации народнохозяйственного процесса — процесса внешних экономических связей Советского государства во всем их многообразии. Главным в работе таких систем является специфика связей политической и внешнеэкономической деятельности государства, разветвленные связи со всеми отраслями народного хозяйства СССР и соответствующими министерствами и ведомствами. Каковы эти связи, какие задачи управления должны решаться для оптимального или эффективного осуществления народнохозяйственного процесса, — на эти вопросы можно ответить с помощью его системного анализа.

Как исследовать народнохозяйственный процесс? Лучшим средством исследования процесса является его моделирование, т. е. выделение основных, существенных сторон процесса и установление связей между ними. При этом наиболее наглядной формой модели, дающей полное и отчетливое представление о процессе в целом, является графическая модель. Текстовые модели типа сценариев служат лишь для предварительной систематизации материала; математические модели, выражающие точные количественные зависимости, — уже результат системного анализа. Поэтому там, где это возможно, системный анализ народнохозяйственного процесса следует начинать с построения графической модели.

Рассмотрим относительно ясный и хорошо изученный процесс транспортировки груза морским флотом. На рис. 5 отображена первая фаза производственного процесса обработки груза (вторая фаза — непосредственная перевозка груза на судне, третья — обработка груза по прибытии в порт назначения). В верхней части схемы показаны основные операции, производимые с грузом, в средней — рабочие процессы, осуществляемые работниками порта, в нижней части — рабочие процессы, производимые работниками флота. Заштрихованная часть схемы показывает, какие операции обработки груза совмещаются с рабочими процессами порта и флота.

Такая схема, отображающая производственный процесс во взаимосвязи всех его основных составляющих, является ценным инструментом анализа, из нее можно сделать ряд практических выводов. Модель указывает те фазы процесса, где должна быть реализована увязка операций производственного процесса в технологической и временной последовательности (заштрихованные части схемы). Модель дает возможность проанализировать прогрессивные методы организации перевозок, которые исключают целый ряд операций рабочих процессов, что значительно повышает эффективность транспортного процесса.

Схема помогает выявить возможные узкие места технологической системы, т. е. факторы, препятствующие выполнению производственного процесса в наиболее эффективном режиме. Она дает возможность проанализировать соответствие технологической системы современным техническим требованиям, мощности технологических звеньев, последовательно связанных в производственном процессе, мощности системы морского транспорта, мощности взаимодействующих с ней других систем (организаций-смежников), соответствие трудовых ресурсов интенсивности производственного процесса.

Однако эта схема отражает только часть народнохозяйственного процесса — материальный технологический процесс. Этот процесс в народном хозяйстве всегда сопровождается процессом информационным, т. е. процессом управления.

Любой народнохозяйственный процесс, любая операция, осуществляемые в народном хозяйстве, выполняются как бы трижды: как информационный процесс плани-

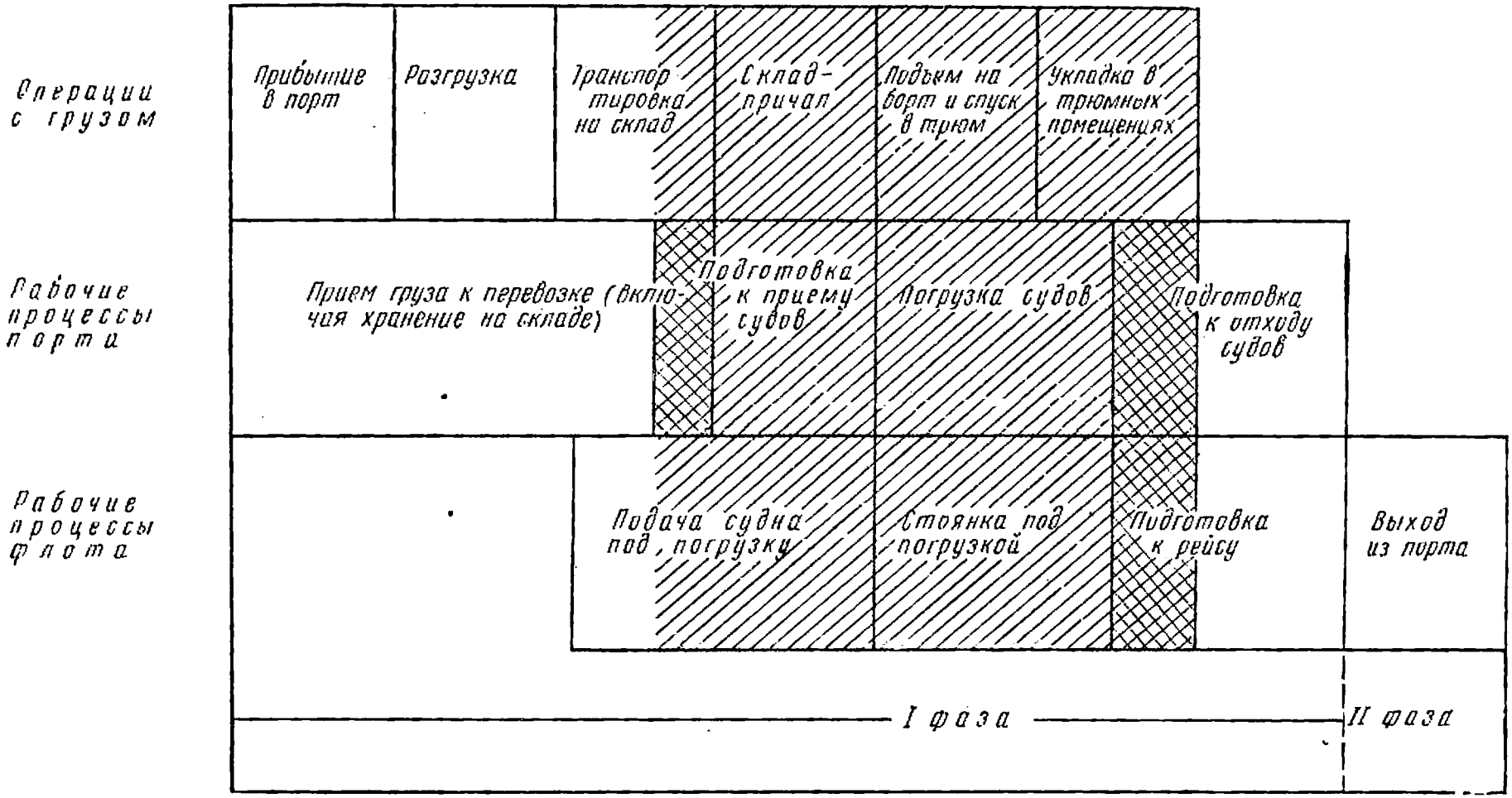


Рис. 5. Модель морского транспортного процесса (первая фаза)

рования, как материальный процесс и снова как информационный процесс учета, предшествующий новым процессам планирования. Процессы переработки экономической информации, предшествующие материальному процессу производства, условно разделяются на следующие сферы: прогноз и перспективное планирование, текущее планирование, оперативное планирование и оперативное руководство. По мере приближения фазы управления к фазе производственного процесса информация последовательно дезагрегируется, разукрупняется, детализируется. Процессы переработки экономической информации, следующие за материальным производственным процессом, также условно разделяются на три сферы: оперативный учет, контроль и анализ; бухгалтерский учет и анализ; статистический учет и анализ. По мере удаления фазы переработки информации от фазы производственного процесса информация последовательно укрупняется.

Полная модель одного из народнохозяйственных процессов (транспортного) отражает последовательное чередование управленческих и материальных процессов, выявляя содержательный состав задач управления, связанных с фазами технологического процесса (табл. 4, см. вкладку). На основании этой модели выявляется, что на уровне календарного планирования обеспечивается та координация работы элементов структуры системы, от которой зависит эффективность материального процесса. В этом виде управленческой деятельности осуществляется выработка согласованных во времени и пространстве различных операций процесса, которые должны обеспечить ритмичную и равномерную работу производственных подсистем. Однако та связь, которая прослеживается во всех видах планов, наглядно показывает, что этот окончательный итог плановой деятельности самым непосредственным образом зависит от качества выполнения всех предшествующих этапов плановой работы. Любые сбои и ошибки в календарном планировании немедленно вызывают сбои технологического процесса, что влечет непосредственные народнохозяйственные потери. Вероятность этих сбоев будет тем меньше, чем тщательнее проделана работа по текущему планированию, а до нее — по прогнозированию и перспективному планированию. Такая полная модель производственного про-

цесса позволяет выявить все основные существенные факторы, определяющие эффективность реализации процесса с точки зрения требований, предъявляемых надсистемой народного хозяйства. Модель позволяет выявить требуемый объем и качество информации, качество методов и средств обработки информации, уровень оперативности принятия решений, оперативность передачи информации и соответственно качество средств связи.

Методология построения полной модели управления (см. табл. 4) очевидна: выявляются взаимосвязанные фазы технологического процесса и строится его модель; по каждой его фазе определяются решаемые в определенной последовательности задачи управления; строится комплексная, полная модель народнохозяйственного процесса, включающего операции переработки информации и технологические материальные процессы. Дальнейшие требования к каждой из управленческих и производственных операций уточняются с помощью методов диагностики, которые будут рассмотрены в § 1 главы IV.

А как быть в том случае, если производственный процесс отсутствует, а наблюдается лишь один, причем достаточно сложный, процесс управления? Ведь в системе органов управления народным хозяйством существует немало таких органов, называемых обычно ведомствами, которые не имеют дела с непосредственными технологическими процессами, занимаются обработкой экономической информации, так сказать, в чистом виде. К таким органам относятся целые развернутые системы взаимодействующих учреждений: система Госплана СССР, система ЦСУ, различные государственные комитеты и комиссии. Эти органы осуществляют управление по одной из функций в масштабах всего народного хозяйства, причем на объектах, административно подчиненных иным органам управления. Собрать эти процессы воедино путем их наблюдения невозможно ни практически, ни теоретически, поэтому построение модели технологического процесса на основе наблюдения исключается.

В этом случае прибегают к логико-лингвистическому (языковому) моделированию народнохозяйственного процесса (табл. 5). Сравнивая ее с табл. 4, нетрудно убедиться в сходстве моделей: обе отображают последовательность этапов народнохозяйственного процесса, которые представлены чередованием так называемых

областей событий Однако содержание обеих моделей различно и получены они разным путем. Если в модели транспортного процесса содержанием каждой области событий являются последовательно решаемые задачи управления или операции перевозочного процесса, то в модели осуществления внешнеторговой операции по экспорту содержанием областей событий являются списки элементов.

Естественно, что в табличной форме можно поместить только заголовки списков элементов (в табл. 5 представлена лишь часть заголовков списков), сами же списки разрабатываются в виде специальных карточек, а затем вводятся в память электронной вычислительной машины. Выделить события удается далеко не сразу, поскольку они осуществляются на самых различных типах предприятий по всему народному хозяйству, управляются и планируются самыми различными органами управления. Сначала выделяются те области событий, которые можно наблюдать в ходе работы ведомства. Далее они дополняются и наращиваются путем наблюдения взаимодействия данного ведомства с другими органами управления, с промышленными предприятиями и транспортными организациями, а также путем умозаключений в отношении недостающих звеньев процесса. Внутри каждой области событий выделяют списки элементов, т. е. тех понятий, с которыми имеют дело работники управления, вырабатывая решения на данном этапе процесса. Эти списки могут содержать самое различное число позиций — от единиц до миллионов.

Задачи управления, решаемые на каждом этапе процесса, не сформулированы, но они представлены в единообразной форме как выбор конкретного элемента из списка и установление его связи с элементом последующего списка. Кто и каким образом осуществляет этот выбор, пока не рассматривается, во всяком случае устанавливается необходимость решения такой задачи, которая может быть уже в дальнейшем развитии работы представлена в виде алгоритма, таблицы решений или в другой форме с указанием конкретного исполнителя. Установить полный список задач, методы их решения — значит установить законы, по которым осуществляются взаимосвязи элементов системы. А определить все элементы системы и все связи между ними — полностью

спроектировать систему. Однако полное ее проектирование относится уже к области автоматизации системного анализа.

Во втором разделе модели отражаются те критерии, которыми в явном или неявном виде, сознательно или неосознанно, согласно инструкции или по традициям работы руководствуются работники различных органов управления, участвующие в решении задач управления экспортной операцией на различных ее этапах. Идеальным случаем считается представление критерия в виде математической функции, однако это возможно только в результате самостоятельного системного исследования (см. § 1 главы III). Но и неформализованное, текстовое представление критериев, по которым отбираются элементы из приведенных в первом разделе списков, дает уже основание для целого ряда выводов.

Раздел третий табл. 5 — в данном случае наименование тех органов государственного и экономического управления, которые являются ответственными за принятие решений на разных этапах управления народнохозяйственным процессом. Они устанавливаются путем анализа документации, циркулирующей между органами управления на разных этапах процесса, но по ней далеко не всегда можно установить фактические связи. Парадокс заключается в том, что наиболее ответственные моменты межведомственных согласований и принятия коллективных или скоординированных решений никоим образом не отражаются в текущей установленной документации. Эти решения вырабатываются в порядке личных контактов, в ходе телефонных переговоров, в ходе заседаний различного рода коллегий и других форм совместной работы ответственных руководителей и получают свое оформление в документах разного рода (постановлениях, решениях, протоколах).

Непосредственно наблюдать эти процессы выработки ответственных решений практически невозможно, так же как невозможно «наблюдать» те критерии, которыми руководствуются в процессе выбора решений. Поэтому работа по построению полной модели народнохозяйственного процесса включает последовательно чередующиеся фазы обследования изучаемого органа управления, подбора дополнительного материала (ознакомление с литературой, беседы со специалистами), выдвижения рабо-

чей гипотезы, включения дополнительных комплексов элементов в модель, проверки гипотезы и включаемых в модель комплексов путем нового обследования объекта и его смежников, привлечения новых дополнительных материалов.

Центральным моментом здесь является выдвижение гипотезы. Вопросы, которые задаются в ходе системного анализа, являются необычными и неожиданными для работников управления, и подчас они не укладываются в традиционную систему понятий. Если задать вопрос: какими критериями Вы руководствуетесь при выработке коллегиального решения по выбору вида сделки, — то можно быть уверенным, что вас не поймут, и если на вопрос и будет дан ответ, то либо настолько общий, что он не даст никакой информации, либо искаженный. На основе имеющейся информации о народнохозяйственном процессе должны быть сделаны рабочие гипотезы, причем они должны быть детализированы и преобразованы в целую серию конкретных вопросов: кто принимает решения по этому вопросу; с какими учреждениями согласовывает; с кем персонально в этих учреждениях согласовывает; что здесь главное. Такие вопросы позволяют получить конкретные и хорошо проработанные ответы на те многочисленные вопросы, которые возникают в ходе моделирования народнохозяйственного процесса. Но отсюда совершенно очевидно, что работники, осуществляющие системный анализ, должны пользоваться доверием со стороны руководителей обследуемых организаций и обладать достаточным авторитетом.

Здесь возникают еще немалые трудности психологического характера. У любой организации, особенно органа управления высшего уровня, существуют свои, ставшие общепризнанными, установившиеся цели, связанные с коллективными интересами работников этого органа и с личными интересами руководителей различных уровней, определяемые сложившимися формами мышления. При отсутствии достаточно глубокого контакта с этими работниками в ответ на вопрос о целях и критериях исследователь всегда получит стандартный и бессодержательный ответ: «Цель — выполнение плана, критерий — народнохозяйственный интерес». То, что данный орган управления сам является лишь средством дости-

жения определенных народнохозяйственных целей и что именно об этих целях идет речь в системном исследовании, необходимо выяснить в ходе длительной работы исследователей и руководящих работников управления. Поэтому системный анализ может иметь успех только при определенной подготовке организации. Системное исследование не может быть навязано, оно должно быть заказано высшим руководством определенного органа управления, когда им достигнуто понимание необходимости выяснения дополнительных аспектов своей работы.

Что дает полная модель управления? В отраслевых и функциональных органах управления за десятки лет их существования накоплен очень большой практический опыт работы. Но то, что именно сейчас ставятся вопросы о коренном совершенствовании управления, показывает, что в изменившихся народнохозяйственных условиях дальнейшее накопление такого практического опыта уже ничего не прибавляет, а необходимы новые идеи в отношении совершенствования управления, новые взгляды на управление. Именно это и обеспечивается системным анализом, в частности полной моделью управления. Системный анализ всегда дает нетривиальные выводы, иногда — неожиданные, а подчас прямо противоположные утвердившимся ранее представлениям.

Громоздкость форм полных моделей управления не позволяет нам привести их сюда, разработанную для внешнеэкономического комплекса. Развиваясь во времени, внешнеторговый процесс претерпевает ряд коренных изменений, он должен рассматриваться в качестве большой сложной динамической системы. Переход из одной области событий в другую связан с изменением языка системы, в основе которого лежит изменение комплексов понятий, используемых в решении задач управления разных этапов. Одновременно меняются и критерии отбора оптимальных или эффективных решений, что говорит о принципиальной невозможности построения единой модели оптимизации внешней торговли и о необходимости создания взаимосвязанного комплекса таких моделей с различными критериями оптимальности. В настоящее время организационная структура органов управления народнохозяйственных систем существует потому, что она так сложилась. Между тем именно наличие общих критериев в решении взаимосвязанных комплексов за-

дач может послужить основанием для выделения соответствующих подсистем управления и, возможно, для последующего проектирования организационных структур.

Рассмотрение третьего раздела табл. 5 показывает переход процесса из одной системы органов управления в другую. Линии, разделяющие области событий, отражают ведомственные барьеры для информации, где происходят наибольшие ее задержки и потери. Трудности межведомственного согласования и совместного решения задач существуют внутри каждой области событий, однако бо́льшими они являются в местах переходов из одной области в другую. Рассматривая управление народнохозяйственным процессом, а не деятельность отдельного министерства или ведомства, можно прийти к выводу, что принципиальные трудности управления лежат именно в продвижении информации между органами управления, замедленности процесса принятия решений по проблемам, относящимся к компетенции одновременно нескольких министерств и ведомств, трудности адресования проблем или даже отдельных сообщений.

Из рассмотрения третьего раздела модели очевидно, что ни один из моделируемых процессов не может совершаться без взаимодействия многих, иногда десятков министерств и ведомств. Отсюда следует вывод, что если отраслевые автоматизированные системы будут развиваться изолированно, то они останутся лишь механизированными системами обработки данных для аппарата министерства. Перспективы развития существующих автоматизированных систем обработки данных и превращения их в автоматизированные системы управления лежат только на пути интеграции управления, что обеспечивается обработкой информации как единого целого в комплексе взаимодействующих ОАСУ разных министерств и ведомств. Дальнейшее развитие АСУ министерств и ведомств, реализующих совместно общегосударственную функцию управления, должно идти по линии практического их слияния в комплексные АСУ для управления комплексными народнохозяйственными процессами. Принципиальная линия разработчиков этих АСУ должна состоять в том, чтобы удовлетворение запросов сегодняшнего дня — механизация отдельных операций обработки данных в аппарате министерства или ведомст-

ва — не заслоняло задач государственного масштаба. Ведущими функциональными подсистемами в АСУ такого типа должны быть не системы оперативного управления или диспетчеризации, а системы целевого планирования, прогнозирования, разработки комплексных программ. Это обеспечит возможность соответствующим министерствам и ведомствам реорганизовать свою деятельность применительно к осуществляемой ими народнохозяйственной функции, осуществлять научно-технический прогноз в своей области для детализации и корректировки целей, планировать комплексы мероприятий, направленных на достижение этих целей в народнохозяйственном масштабе, осуществлять текущее взаимодействие со всеми другими министерствами и ведомствами в реализации этих комплексных программ. Все это показывает, что осуществление действительно крупных и важных задач министерствами и ведомствами может быть достигнуто только в рамках взаимодействия через посредство автоматизированных систем. Постоянное взаимодействие отраслевых и иных систем в единых режимах работы обеспечит общегосударственная автоматизированная система.

§ 3. СОЗДАНИЕ НОВЫХ СИСТЕМ В ЭКОНОМИКЕ

С чего начинается создание новых систем в экономике? При современной сложности народного хозяйства в условиях бурного развития научно-технической революции существует бесконечно большое число возможных направлений и вариантов создания новых систем. Постоянно возникающие задачи экономического управления заключаются в том, чтобы в рамках имеющихся ресурсов принять решение о создании определенного числа систем, о выборе их конкретных вариантов, наиболее удовлетворяющих потребностям общества.

Система — это совокупность методов и средств решения проблемы. Лучшей системой будет та, которая наиболее эффективным образом решает общественную и экономическую проблему, наибольшее число таких проблем. Поэтому в каждом случае принятия решения о создании новых систем в экономике работу надо начинать с анализа проблемы.

Опыт системного анализа привел к убеждению, что анализ проблемы должен быть выделен в совершенно самостоятельный этап работы, проблему нужно анализировать в ее «чистом виде», ставя в центре внимания именно проблему. Попытка на первом же этапе связать проблему с определенными мероприятиями по ее решению, с некоторыми заранее предпочитаемыми средствами может привести к искажению проблемы, к выбору неэффективной системы. Сначала должен быть поставлен вопрос: а существует ли проблема?

В области экономического управления проблемы носят очень сложный характер, они лежат в глубине общественно-экономических процессов. Анализ симптомов и выделение проблемы, ее определение и спецификация являются поэтому важнейшим этапом начала системного исследования.

В научной, научно-популярной литературе весьма много пишут об информационном взрыве, в том числе в области экономического управления. Сенсационные цифры и факты приводят к самым удручающим выводам. Если информационный взрыв — объективный процесс, порожденный современными условиями производства и общественной жизни, к тому же имеющий тенденцию к развитию, то либо остается примириться со все ускоряющимся переходом трудящихся из сферы материального производства в сферу управления, либо подавляющую долю капиталовложений направить на создание машинных систем переработки информации. Но более тщательный анализ проблемы показывает, что так называемый информационный взрыв является отнюдь не объективной тенденцией развития общественного производства и науки, а одним из симптомов, за которым скрываются совсем иные закономерности общественной жизни. В основе этого явления лежит скорее потеря ориентации в условиях усложняющегося общественного производства и развития науки, которые протекают довольно последовательно [31; 32]. Самые общие выводы сводятся к тому, что воспринимаемые в качестве информационного взрыва явления по своему характеру прямо противоположны. Они сводятся к инфляции данных, порождению и возрастанию больших потоков безадресных данных, не несущих в себе информации, вызывающих большую перегрузку аппарата управления, который одновременно

испытывает острый информационный голод — недостаток целого ряда важнейших сведений, необходимых для эффективного принятия решений. Отсюда следует вывод, что средством предотвращения взрыва данных является не только и не столько создание машинных систем переработки информации, сколько весь тот комплекс идей и методов, который связан с системным анализом: выявление проблем и задач, решаемых органами управления народным хозяйством, и информационных потребностей; совершенствование организации управления; создание методов и форм, обеспечивающих коренное повышение коэффициента полезного действия информационных систем, т. е. максимальное насыщение данных информацией, и, наконец, создание необходимого числа машинных систем. Так, по подсчетам, произведенным на раннем этапе разработки автоматизированной системы управления одного крупного автомобильного завода, для автоматизации обработки данных требовалось 30 электронных вычислительных машин; дальнейшие исследования с применением методов системного анализа в области совершенствования методов управления и информационных носителей привели к выводу, что вполне достаточно и одной машины.

Как мы видим, анализ проблемы требует критического рассмотрения некоторых концепций, которые связаны с ее решением. Этот анализ концепций можно даже рассматривать как некоторый самостоятельный этап проблемного анализа. Решая проблему управления или проектирования системы, работники часто придерживаются целого ряда доминирующих концепций, которые определяют не только путь выбора решений, но и саму постановку проблемы. Поэтому, чтобы «чисто» формулировать проблему и принципы отбора решений в системе, следует выделить основной круг концепций, оказывающих решающее влияние на проблему, и рассмотреть их критически.

Так, на выбор направлений разработки автоматизированных систем управления в экономике, помимо концепции информационного взрыва, оказывает существенное влияние еще и опасение вытеснения человека машиной в автоматизированных системах. Анализ данных по ряду стран, где ЭВМ широко внедрены, показывает, что такая тенденция имеет место: электронные машины, безуслов-

но, вытесняют определенную категорию работников из сферы управления. Но проблема вообще заключается совсем не в этом. Нет ничего обидного в том, что исчезнут такие профессии, как учетчики, расчетчики, переписчики документов, курьеры, как бы их должности ни назывались в штатных расписаниях.

Суть дела заключается в том, что действительно в условиях развитого социалистического хозяйства нет места работникам низкого уровня общей подготовки и не обладающим специальными знаниями. Переход от устаревших ручных систем управления к автоматизированным приведет каждого работника управления к выбору: овладеть современными понятиями и методами управления и остаться во главе усовершенствованных систем управления; овладеть техникой отдельных процессов управления и остаться в качестве специалиста в одной из областей обслуживания управления; оставить неквалифицированный труд в области управления и освоить другую нужную народнохозяйственную специальность.

Проблема «человек или машина» в области управления — это не вопрос литературной дискуссии, а вопрос выбора научной стратегии: собираемся ли мы проектировать АСУ так, чтобы они не вытеснили кого-нибудь из управления, или так, чтобы они решали действительно актуальные проблемы управления и вытеснили из управления излишние неквалифицированные специальности, содействуя тем самым улучшению структуры занятости и социальной структуры.

Ни одна из экономических проблем не существует изолированно, каждая из них связана с широким кругом проблем, лежащих в различных областях общественной жизни. Поэтому важным направлением проблемного анализа является установление взаимосвязей данной проблемы с другими важными проблемами общественного развития. Например, достаточно указать выявившуюся в последнее время глубокую взаимосвязь проблем развития промышленности и сельского хозяйства с проблемами освоения новых территорий, с проблемами обеспечения рабочей силой и широким кругом взаимосвязанных социальных проблем, с проблемами сохранения окружающей среды и поддержания экологического равновесия, с проблемами сохранения и дальнейшего развития природных ресурсов.

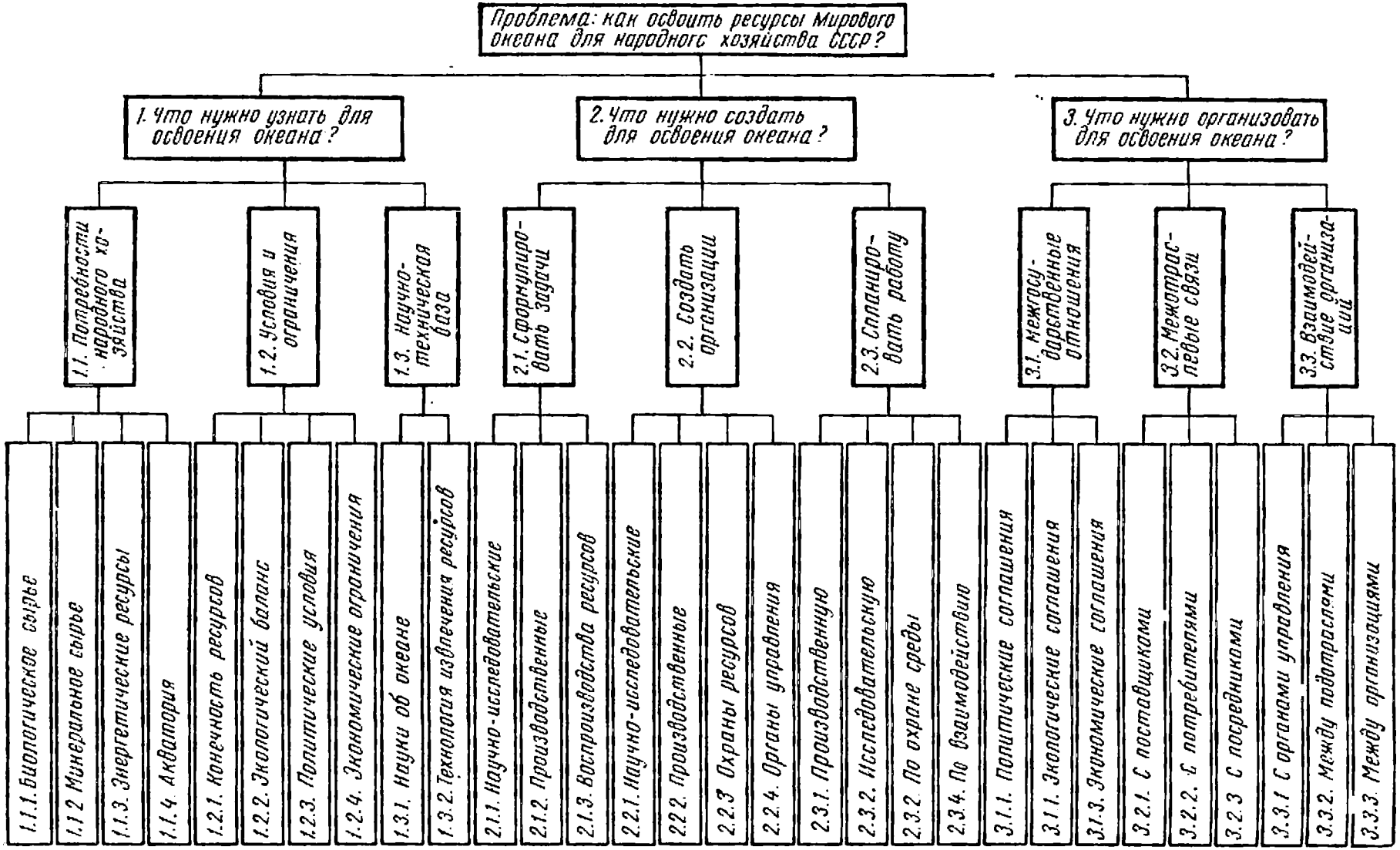


Рис. 6. Дерево проблемы комплексного освоения ресурсов океана

Сложность взаимосвязи экономических проблем такова, что нельзя предписать каких-либо «рецептов» проведения проблемного анализа, можно дать лишь достаточно общие рекомендации. К числу таких рекомендаций относится также требование просмотра «неожиданных связей» проблем, которые в повседневной работе обычно не принимаются во внимание. Исследование таких «неожиданных связей» на основе выдвижения самых различных гипотез должно быть предусмотрено как этап анализа проблемы. В качестве примера можно привести «неожиданную связь» астрономии и экономического планирования. Так, если установлена неизбежность определенного астрономического явления (циклы солнечной активности и другие явления), ведущие к климатическим и погодным сдвигам, то следует рассмотреть их влияние на различные сферы экономики. Следует предусмотреть мероприятия по предотвращению неурожайности, накоплению резервов зерна и других продуктов, удовлетворению повышенного спроса на энергию и т. п.

Какова техника анализа проблем? Здесь нужно связать между собой чрезвычайно много различных факторов, причем факторов самой разной природы. Поэтому используется концепция большой и сложной системы и метод разделения проблемы на ее составляющие. Одним из отработанных и удобных инструментов анализа проблем является дерево проблемы. На рис. 6 и 7 рассматриваются деревья конкретных проблем народнохозяйственного масштаба. Они содержат важнейшую информацию о структуре и взаимосвязи разных сторон проблем. Их принципиальная структура тождественна, т. е. анализируя любую проблему, исследователь задает одни и те же вопросы, которые соответствуют вершинам дерева проблемы.

По возможности четкая формулировка проблемы в целом записывается в общей вершине дерева проблемы нулевого уровня. В трех ветвях первого уровня дерева проблемы ставятся следующие вопросы:

1. Что нужно узнать, чтобы решить проблему?
2. Что нужно создать, чтобы решить проблему?
3. Что нужно организовать, чтобы решить проблему?

Таким образом, в первой ветви планируется комплекс научно-исследовательских работ; во второй — конструкторско-технологических разработок, проектных, строи

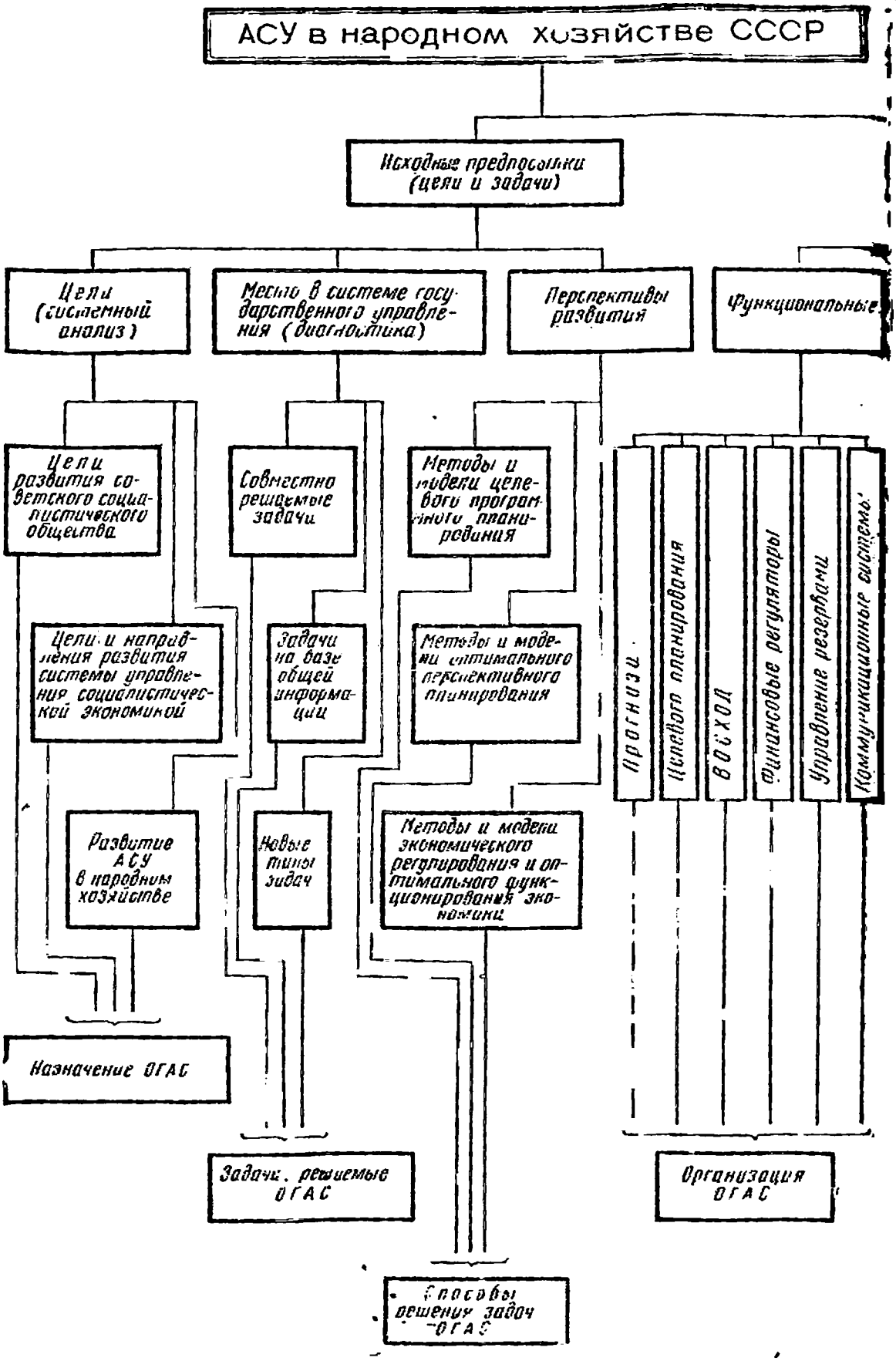
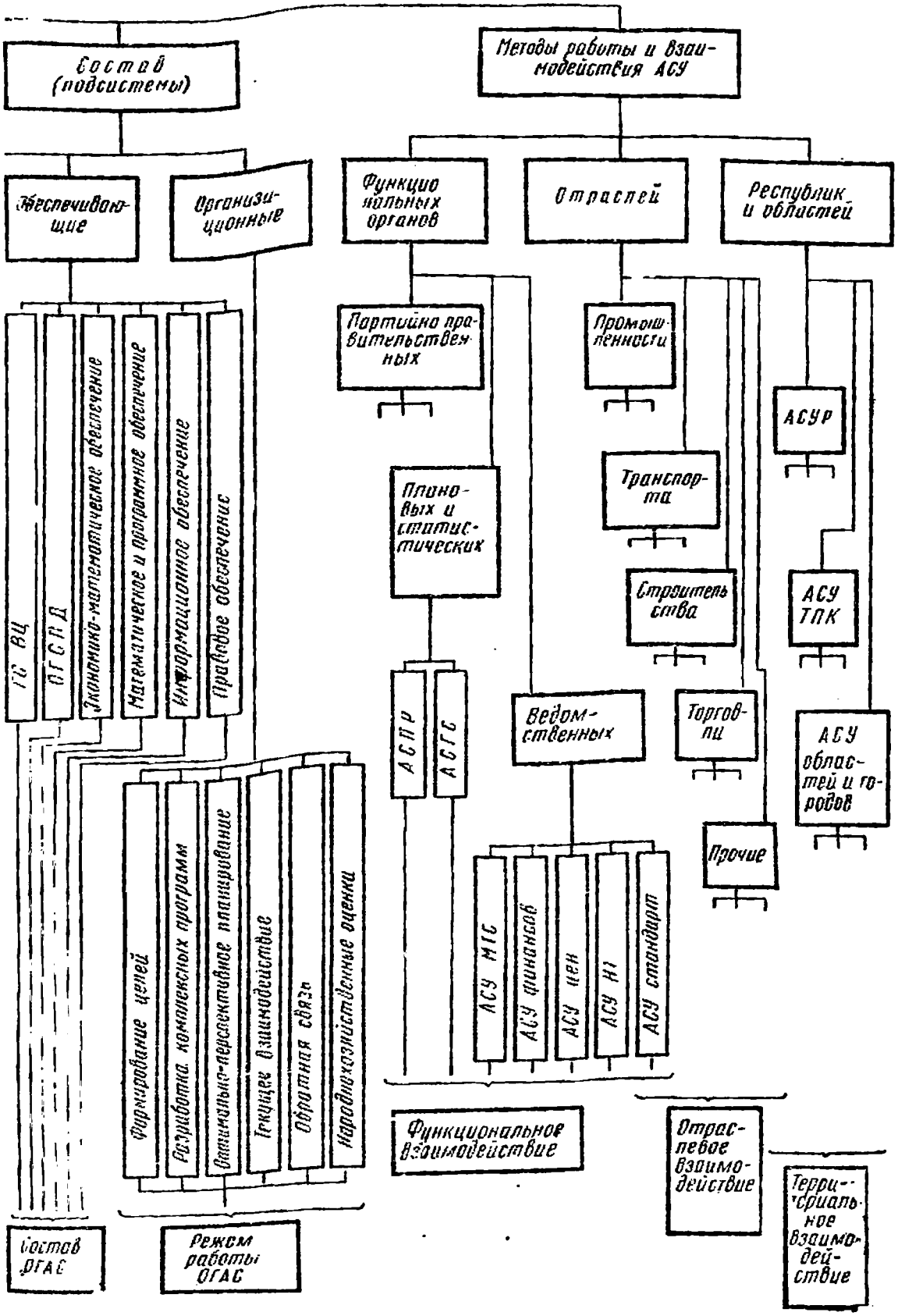


Рис. 7. Дерево проблемы разработки АСУ



в народнохозяйственном масштабе

тельных и монтажных работ; в третьей — плановых, организационных, экономических и правовых мероприятий.

Каждая ветвь делится на три ветви каждой из которых соответствует вопрос.

В первой ветви:

1.1. Ради чего вообще создается система, каковы ее цели, назначения? Ответ может быть получен методом системного анализа, при необходимости глубокого исследования — методом дерева целей.

1.2. В каких условиях будет действовать система? Ответ может быть получен в результате технико-экономического анализа и диагностики, при разработке системы на будущее — методами прогнозирования.

1.3. Какие существуют принципиальные решения для достижения поставленных целей в выявленных условиях? Ответ может быть получен в результате обзора технологий и новейших достижений науки в рассматриваемой области и в смежных областях, при разработке системы на будущее — путем научно-технического прогноза.

Уже в рамках первой ветви дерева проблемы создаются обратные связи, циклические пересмотры решений. Если выявленные условия показывают нереальность целей — пересматриваются цели, если выявляется, что принципиальные решения, которые обеспечивает наука, дают меньшие или большие возможности, — пересматриваются и цели, и условия.

Во второй ветви:

2.1. Какой должна быть система, что она должна делать? Это первая стадия инженерного проектирования — функциональный проект или функциональная модель системы.

2.2. Из чего должна состоять система? Это конструкторско-технологическая разбивка системы, ее «разузлование». Если мы имеем дело не с машиной, а социально-экономической системой, с системой управления, то сюда включаются не только «железки» (машинные комплексы), но и все виды обеспечения: экономико-математические, информационные, правовые и пр.

2.3. Как должна действовать система? Это проектирование режимов работы системы в нормальных условиях и в предельных режимах.

Здесь также имеет место цикличный процесс пересмотра решений в зависимости от новых сведений, полу-

ченных при разработке последующих вопросов. Кроме того, если на этой стадии анализа выявляется, что требования, сформулированные в первой ветви, не могут быть удовлетворены, то они пересматриваются.

В третьей ветви:

3.1. Как организовать изготовление (строительство, организацию) системы? Это вопрос организации и кооперации исследований, разработок, производства.

3.2. Как организовать действие системы и взаимодействие ее подсистем? Это вопрос проектирования организации, который будет рассмотрен в § 2 глава IV.

3.3. Как организовать действие системы во взаимодействии с другими народнохозяйственными системами? Это вопрос организации планирования и управления в народнохозяйственном масштабе.

Конечно, эта структура исследования проблемы является не абсолютным правилом, а просто удобным инструментом, проверенным на многих образцах самых различных классов — от отдельных видов изделий до крупных народнохозяйственных проблем. В зависимости от целей исследования можно варьировать и характер, и последовательность вопросов

Так, если исследуется отраслевая система, вопросы третьей ветви могут быть сформулированы следующим образом: 3.1. Как организовать взаимодействие предприятий с органами управления отраслью? 3.2. Как организовать взаимодействие подотраслей? 3.3. Как организовать взаимодействие отрасли с другими отраслями?

Дерево проблемы строится обычно до четвертого уровня. Цель разработки дерева проблемы — внести ясность, а дальнейшее углубление будет запутывать проблему. Если какой-то вопрос требует более глубокой проработки, он исследуется отдельно с применением того или иного инструмента системного анализа. На третьем или четвертом уровне начинается зацикливание ответов, дерево проблемы «перестает расти»: на вопросы, сформулированные различным образом, следуют одни и те же ответы.

Что дает проблемный анализ для создания новых систем в экономике? Прежде всего, проблемный анализ помогает правильно и четко сформулировать проблему, ради которой создается система. В ряде случаев приходят к отрицательному выводу, что проблемы не сущест-

вует и система не нужна, что тоже оказывается весьма небесполезно. В других случаях исследование приводит к выводу, что проблема была первоначально сформулирована неверно, что она заключается в другом, и функции, а следовательно, и структура задуманной системы должны быть иными.

В любом случае проблемный анализ дает ответы на вопросы: что надо узнать? Что надо создать? Что надо организовать? Это дает основание для разработки детального плана научно-исследовательских, опытно-конструкторских, строительных, монтажных и организационных работ.

Чем сложнее исследуемый вопрос, тем результативнее проблемный анализ. Рассмотрим по существу некоторые выводы из анализа сложной проблемы создания АСУ, которые в соответствии с директивами XXIV съезда КПСС должны в дальнейшем быть объединены общегосударственной автоматизированной системой (см. рис 7).

На вопрос о том, для чего создаются АСУ в народном хозяйстве, разные исследователи дают разные, часто противоречивые ответы: для облегчения труда управленческого персонала, для рационального использования ЭВМ и т. д. Проблемный анализ связывает создание АСУ с ключевым вопросом экономической политики партии и государства — повышением эффективности общественного труда. Но отсюда вытекают совершенно иные требования к АСУ, к методам их работы, составу и структуре. Весь взаимосвязанный комплекс АСУ начинает рассматриваться в качестве материальной и информационной инфраструктуры, обеспечивающей неуклонное совершенствование методов и системы управления экономикой.

Из рассмотрения роли АСУ в системе органов государственного и экономического управления следуют выводы, в каких случаях, ради выполнения каких функций должны создаваться АСУ:

1. АСУ должны осуществлять те функции народнохозяйственного управления, которые осуществляются органами экономического управления только в совместной работе, при совместных согласованных и координированных решениях на основе информации от общих источников, перерабатываемой как единый комплекс.

2. АСУ должны взять на себя те функции, в реализации которых органы управления испытывают трудности, связанные с отсутствием или запаздыванием информации, трудности межведомственного согласования и обмена большими объемами информации, там где требуется непрерывное их взаимодействие.

3. На АСУ должны быть возложены функции сбора, переработки, распределения информации по тем задачам управления, которые явным образом необходимы для дальнейшего развития и совершенствования нашей системы управления, но для которых не существует и, возможно, не будет существовать никакого специального органа управления.

Анализ научно-технических ресурсов, обеспечиваемых современной наукой об управлении, экономико-математическими методами и экономической кибернетикой, подсказывает те принципиальные направления совершенствования управления, которые должны посредством АСУ последовательно внедряться в практику работы всех народнохозяйственных органов. К их числу относятся методы целевого комплексного планирования на основе долгосрочного прогноза и диагноза возникающих народнохозяйственных проблем; методы принятия оптимальных решений в ходе перспективного планирования и непрерывного пятилетнего, годового и оперативного планирования; методы оптимального регулирования текущего функционирования экономики на основе балансовых моделей; методы экономических рычагов регулирования; методы материального и морального стимулирования коллективов и работников производства на основе общественной и экономической оценки результатов производственно-хозяйственной деятельности.

Результаты, полученные на основе первого этапа анализа — первой ветви дерева проблемы, дают далее основание для выводов относительно состава и структуры АСУ в народном хозяйстве (второй ветви дерева проблемы). Так формулируются следующие принципиальные типовые функциональные подсистемы в общегосударственных и отраслевых АСУ:

1. Подсистема слежения и прогнозирования, обеспечивающая сбор, систематизацию, накапливание и адресное распределение информации о текущем состоянии народнохозяйственных процессов, о тенденциях и ве-

роятных направлениях дальнейшего развития науки и техники в СССР и за рубежом, о вероятных открытиях и их освоении в производстве и потреблении.

2. Подсистема целевого планирования, обеспечивающая единство процесса выработки и корректировки целей всеми типами органов управления в народнохозяйственном масштабе и единство и взаимоувязку комплексных программ развития отраслевых и территориальных комплексов путем распространения единой методологии и правил работы, обеспечения ведомств, министерств, республиканских и территориальных органов управления единой исходной информацией, а также посредством организации эффективного обмена информацией ведомств, министерств, республиканских и территориальных органов на стадии формулирования и корректировки целей и разработки генеральных и комплексных программ развития.

3. Подсистема памяти — Всесоюзная объединенная система хранения и обработки данных (ВОСХОД), представляющая собой национальный банк данных, в котором накапливается, систематизируется и хранится, а также выдается адресно по запросам полностью скоординированная и достоверная информация о территории СССР, населении и трудовых ресурсах, предприятиях и их мощностях, а также о производимой в СССР продукции.

4. Подсистема ценностных и финансово-кредитных механизмов, обеспечивающая сбор и переработку информации для оптимального ценообразования, выработки экономических оценок фондов, ресурсов, способов производства и производимых продуктов, а также результатов производственно-хозяйственной деятельности; перерабатывающая информацию и вырабатывающая оценки для хозяйственного расчета и материального стимулирования в соответствии с целями, поставленными перед каждым звеном народного хозяйства, и в соответствии с критериями оптимальности перспективного народнохозяйственного плана.

5. Подсистема стабилизирующих механизмов управления государственными резервами и запасами, обеспечивающая информацию о наличии материальных ресурсов и резервов в отраслях и территориально-производственных комплексах, потребностях в этих ресурсах,

обеспечивающая необходимую информацию для оперативного и эффективного перераспределения этих ресурсов и стабилизации процессов выполнения плана развития народного хозяйства.

6. Оперативная подсистема, обеспечивающая коммутацию ведомственных, отраслевых, республиканских, территориальных АСУ при всех режимах их работы, резервирование вычислительных мощностей для снятия пиковых нагрузок во время напряженных периодов плановой и учетной работы.

Исходя из принципов организации системы оптимального управления народным хозяйством СССР во временном аспекте выделяются следующие режимы работы всего комплекса АСУ:

1) формирование, детализация и увязка целей развития;

2) разработка генерального плана развития, государственных и межведомственных, а также отраслевых и территориальных комплексных программ;

3) расчеты оптимального перспективного народнохозяйственного плана с разбивкой по пятилеткам и по годам текущей пятилетки в отраслевом и территориальном разрезе;

4) реализация функции обратной связи (слежение и контроль за выполнением);

5) статистический анализ и выработка народнохозяйственных оценок;

6) учет и прогноз потребностей населения.

В третьей ветви изучены проблемы организации взаимодействия АСУ различных типов. Полученные на предыдущих этапах проблемного анализа результаты приводят к выводу, что для организации эффективного взаимодействия АСУ различных типов между собой они должны быть организационно и коммуникационно сгруппированы в комплексы трех типов: функциональные, отраслевые и территориальные.

Здесь приведена лишь часть выводов анализа проблемы. Более детальное изложение конкретных результатов этого исследования дано в работе [31]. Проблемный анализ является новой областью и новым инструментом исследования, результаты подобных исследований еще не публиковались.

Глава III
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ОТРАСЛИ

§ 1. КРИТЕРИЙ ОПТИМАЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОТРАСЛИ

Что такое критерий? Понятие «критерий», так же как и понятие «цель», богато содержанием, является абстракцией высокого уровня.

В простейшем случае критерий — это требование, определяющее правило однозначного выбора средств достижения цели.

Так, если требуется перевести определенное количество груза и для этого можно использовать разные виды транспорта: воздушный, железнодорожный, водный, автомобильный, то выбор конкретного варианта перевозок определится требованиями: перевезти за минимальный срок, с наименьшими затратами и т. п.

Критерий в данном случае легко выражается аналитически.

В более сложных задачах выражения, связывающие цель и средства, называют критерием эффективности (критерием функционирования, показателем эффективности, критерием оптимальности, целевой функцией) системы. Если нужно удовлетворить не одно требование, то выражения эти получают путем различных объединений критериев. Представление целей в виде критериев эффективности позволяет решать вопрос выбора средств для достижения целей путем оптимизации их аналитических выражений. Этот способ получил такое широкое распространение, что понятия «цель» и «критерий» в некоторых областях техники и экономики стали смешивать, считать синонимами. Это не имеет значения, если удается получить аналитически представленный и допускающий количественное измерение критерий эффективности: он однозначно направляет к цели, даже если она явно

не выражена, а лишь подразумевается. Однако так бывает лишь в решении самых простейших задач или же при принятии в процессе моделирования экономической действительности весьма сильных упрощений, игнорирования множества факторов.

В случае объединения критериев эффективности вопрос о допустимости их суммирования или деления (даже в относительных единицах) в каждом конкретном случае требует изучения. Кроме того, в ряде случаев связи между целями и средствами могут быть неочевидными, что, как правило, имеет место в сложных системах управления. Такие случаи мы рассмотрим на отраслевых примерах.

Во всех сложных случаях, когда необходим учет многих факторов, достигается одновременно несколько целей; существует множество альтернатив выбора средств, следует четко различать цели и критерии. Как сложным понятиям им нельзя дать однозначного определения. Но если понятие цели близко к понятию задачи, то понятие критерия близко к понятию правила решения этой задачи.

Итак, цель в общем случае указывает направление действий («достигнуть Марса», «произвести 1 млн.т стали»). Другими словами, цель есть точка схождения траекторий поведения системы. Критерий в общем случае дополняет понятие цели и указывает эффективный способ ее достижения («в минимальный срок», «за счет повышения производительности труда»). Он является как бы представителем системы при цели подсистемы, и его функцией является обеспечение того, чтобы путь, избранный для достижения цели данной подсистемы, не противоречил общей цели системы и не входил в противоречие с целями остальных подсистем. Цель, критерий ограничения (условия) могут быть выражены в номинальной, порядковой или количественной шкале, а также в виде математической функции. При некоторых изменениях формулировки проблемы, а также при использовании различных способов ее решения цель, критерий и ограничения могут взаимно меняться местами. Точнее, то, что считалось целью («достигнуть 1 млн. прибыли»), может стать критерием («при обеспечении прибыли в 1 млн. руб.») и т. д. Понятия цели и критерия, употребляемые в самых разных областях жизни, конечно, весьма широки

и неоднозначны. Они получают более узкое значение в контексте определенной системы и языка.

В проблемах экономического управления важнейшим (но не единственным) фактором отбора средств достижения целей является соотношение результатов и затрат, которое измеримо лишь в стоимостной форме. Это порождает широкий комплекс проблем измерения факторов, влияющих на принятие экономических решений, и их представления в стоимостных категориях. Целый ряд исследователей указывает на теснейшую взаимосвязь понятий критерия, стоимости, затрат и измерений [10]. Экономический критерий можно определить как средство соизмерения результатов и затрат и оценки эффективности при отборе вариантов достижения целей. Составляющими такого экономического стоимостного критерия являются: первоначальная стоимость – затраты общества на создание системы; эксплуатационные издержки; прямые и косвенные выгоды, приобретаемые обществом от функционирования системы [16].

В условиях хозяйственной реформы в СССР критерием хозяйственной деятельности предприятий и организаций является показатель прибыли, который и является средством развития хозяйственной инициативы, увязывая интегральную оценку результатов деятельности с системой материального стимулирования. Но весь вопрос заключается в том, за что и каким способом получена прибыль, – поэтому для каждого конкретного предприятия и организации критерий должен получить более развернутую форму и быть прямо привязан производственными целями к цели данной организации. Значительно сложнее обстоит дело с формулированием критерия для экономических систем высшего ранга — отраслей, межотраслевых, функциональных и территориальных комплексов, где их роль в достижении народнохозяйственных целей не может быть интегрально оценена каким-либо одним критерием.

Очевидно, что поскольку цель в ряде звеньев экономического управления будет иметь сложный характер и далеко не всегда может быть интегрирована единым показателем, то и критерий может иметь сложную форму (представлять взаимосвязанный комплекс критериев). В этих случаях можно выявить главный критерий и установить ранжировку остальных.

Существуют способы объединения критериев эффективности, не связанные с их суммированием или делением (векторная оптимизация, область Парето и т. д). Этими вопросами, анализом влияния нескольких различных критериев эффективности на принятие решения занимаются особые области науки — теория оптимизации, теория принятия решений. Однако в любом случае установление связей между целями и средствами, т. е. формирование аналитических выражений, описывающих эти связи и подлежащих анализу и оптимизации, остается за человеком и представляет для него, как правило, самую сложную задачу. Нужно не только доказать правомерность применения полученных аналитических выражений (адекватность их задаче), нужно их получить, не только отобрать учитываемые критерии — но и просто увидеть их, продумать, какие требования влияют на выбор решения, как их выразить хотя бы в словах. А если нельзя выразить в одном предложении? Или в нескольких предложениях на одном уровне компетентности, иерархии в существующей системе управления? Или вообще в одном языке?

В этой связи и потребовался системный анализ, потребовались методы дерева целей, полной модели управления, которые позволяют представлять цели в сложных задачах, когда не удается формализовать цели традиционными методами современной математики и технических теорий.

Как организовать работу по выявлению критерия развития и функционирования отрасли? Исследователи, с одной стороны, должны обладать большими знаниями об отрасли, ее технологии, процессах управления ею, о всех тонкостях взаимоотношения ее с другими народнохозяйственными системами, с другой стороны, они должны быть свободны от традиционного мышления, от какой бы то ни было предвзятости, должны быть совершенно независимы в суждениях. Американский исследователь Ч. Хитч, специалист по анализу систем вооружения, отмечает основные ошибки, совершаемые при разработке критерия, которые обрекают в дальнейшем работу на полную неудачу, как бы тщательно ни проделывались все последующие процедуры расчета. Часто исследователи, специализирующиеся в области исследования операций и владеющие аппаратом моделирования, принимают пер-

вый же критерий, который приходит им в голову или который подскажут им, переходя затем к более знакомым им сторонам работы. В других случаях допускают что, Хитч определяет как «процедурные глупости», авторитарная глупость — склонность предоставить заказчику, обычно генералу или адмиралу, выбор критериев; машинная глупость — давать работу машинам, вместо того чтобы думать самому. Поскольку у такого исследователя нет разумных оснований для выбора критерия, он выписывает подряд все решаемые задачи... или же, сочетая машинную глупость с авторитарной, передаст всю груду результатов заказчику, оставляя его в глубоком смущении [29]. Другой американский исследователь Герман Кан отмечает еще две опасности, которые обрекают на провал системные исследования: фанатизм — т. е. готовность до конца отстаивать определенную ведомственную и вообще заранее установленную точку зрения и «конформизм» — неспособность устоять под давлением общего мнения или мнения достаточно авторитетного руководства.

В качестве мер противодействия этим тенденциям он выдвигает условия, связанные с работой группы исследователей: она должна состоять из знающих и честных людей, должна включать представителей самых разнообразных областей знания; должна пользоваться разносторонними источниками информации и привлекать критику со стороны. Подавляющее большинство авторов, имеющих практический опыт исследования, отмечают, что наиболее ответственные этапы системного анализа, такие, например, как отбор критериев оценки целей, не могут быть осуществлены работниками того органа управления, для которого осуществляется анализ, поскольку давление на них «собственных интересов» данного органа управления и традиционных способов мышления не дает возможности вырваться за пределы существующих отлаженных методов работы и связанных с ними представлений.

Приступить к работе по формулированию критерия развития и функционированию отрасли надо на основе достаточно хорошего ее предварительного исследования и систематизации полученных знаний. Чрезвычайно полезными формами систематизации знаний являются описанные в предыдущей главе модель народнохозяйствен-

ного процесса (фрагмент которого представлен в табл. 4) и полная модель управления (которая в укрупненном виде представлена в табл. 5).

Опрос мнения работников организации, в особенности на высших уровнях руководства, является, безусловно, полезным, однако полученные ответы никак нельзя расценивать в качестве готовых альтернатив критерия, а лишь в качестве информации, помогающей сформировать материал для анализа. При таком опросе не удается отделить цели от критериев, притом преимущественное освещение получают цели текущей оперативной деятельности. Разрабатываемый же критерий должен служить для отбора средств достижения цели, по крайней мере, на двадцатилетний перспективный период. Для того чтобы быть гарантированными от того, что критерий не будет работать на основании устарелых условий, требуется хотя бы приблизительно рассмотреть возможные изменения будущих условий. Это удобнее всего делать с помощью сценария.

Вообще говоря, сценарий вмещает значительное количество информации и может быть использован гораздо более широко, чем для формулирования критериев. Сценарий является в основном методом подготовки информации для формулирования дерева целей. Однако сценарий не является какой-то фиксированной формой документа, он может последовательно наращиваться, детализоваться, исправляться. В ходе разработки сценария каждое из отмеченных выше требований народного хозяйства к отрасли просматривается на перспективу 20 лет со следующих позиций: предвидимые изменения внешней среды; предвидимые изменения технологического процесса; предвидимое влияние научно-технического прогресса в других областях. Большое значение имеет учет фактора времени в сценарии. В первую очередь, планируя те или иные крупные мероприятия, следует оценить, за какое время они могут быть реализованы. Предвидимые изменения условий также должны быть распределены во времени. Анализ многочисленных прогнозов показывает, что темпы научно-технического прогресса всегда недооцениваются, но, с другой стороны, тем же прогнозам обычно свойственна переоценка темпов, более или менее кардинальных изменений в отраслевой технологии, экономических условиях работы, в отношении фондов. Здесь должна быть сделана поправка на инерционность круп-

ных технико-экономических систем, уже сложившихся. Радикальные технико-экономические нововведения связаны с чрезвычайно большими вложениями, а уже имеющиеся фонды в их материально-вещественном составе являются как бы «бесплатным подарком», и с народнохозяйственной точки зрения оказывается более эффективным идти по пути последовательного улучшения и частичного замещения имеющихся фондов, чем по пути создания высокопроизводительных, но совершенно новых и весьма капиталоемких систем.

Как конструируется критерий оптимальности функционирования и развития отрасли? Специфика технологии и организации производства в каждой отрасли требует проведения углубленного технико-экономического исследования для обоснования конкретного вида критерия оптимальности. Но можно наметить общую методологию выведения критерия на основе системного анализа.

Прежде всего отрасль должна быть определена как технологическая система с измеримыми параметрами (в многоотраслевых комплексах, подведомственных одному министерству и составляющих отрасль в административном смысле, следует выделить «чистые отрасли» как технологические системы и анализировать их раздельно). Для технологической системы отрасли вводятся понятия:

потенциальной возможности отрасли:

$$S_1=\sum_{i=1}^{n} N_i(t)=\tilde{N}(t)$$

(сумма всех технических мощностей по всем технологическим линиям),

где N_i — мощность i-й линии;

t — время;

$\tilde{N}$ — средняя мощность;

физической (технической) возможности отрасли (максимальная фактически достижимая мощность отрасли при данном составе и структуре ее производственных фондов, энерговооруженности, составе рабочей силы):

$$S_2=\sum_{i=1}^{n} N_i(t)\cdot\eta_i(t),$$

где η_i — коэффициент совершенства технологии i-й линии;

реальной экономической возможности отрасли (фактически реализуемый ею выпуск продукции за определенный период времени, например за год);

$$S_3 = \sum_{i=1}^{n} N_i(t) \cdot \eta_i(t) \cdot \varepsilon_i(t),$$

где ε_i — коффициент совершенства управления.

Обобщенный коэффициент совершенства технологии ηt получает интерпретацию как $\frac{S_2}{S_1}$. Так, при анализе транспортной системы морского флота установлено, что потенциальная мощность его, измеряемая средней скоростью продвижения груза в системе, составляет 25 миль в час, техническая мощность, определяемая соотношением фондов и условиями работы транспорта, составляет 20 миль в час.

Обобщенный коэффициент качества управления $\tilde{\varepsilon}$ интерпретируется как $\frac{S_3}{S_2}$. Он интерпретируется также как средняя скорость потребления продукции данной отрасли в народном хозяйстве, т. е. показывает степень сбалансированности плана и его реализации, поскольку продукция данной отрасли является общественно необходимой только в том случае, если она находит потребителя. Так, по результатам исследования фактическая скорость продвижения груза в морской транспортной системе за исследуемый год составляла 5 миль в час. Разница 15 миль в час означает неиспользуемую мощность (простои судов, транспортных механизмов и т. д.), порождаемую различными факторами, так или иначе связанными с несовершенством управления.

Очевидно, что обобщенный критерий оптимальности функционирования отрасли должен получить такое выражение, чтобы $\tilde{\eta} \cdot \tilde{\varepsilon} \to 1$. Это означает максимальное использование технических возможностей отрасли за счет совершенствования технологии производства и максимальное удовлетворение отраслью народнохозяйственных потребностей в ее продукции, обеспечиваемое сбалансированностью плана и мерами по его реализации. В каждой конкретной отрасли как технологической системе та-

кой критерий найдет специфическую формулировку, определяемую технологией производства. Для морской транспортной системы критерий оптимальности функционирования, сформулированный П. Г. Кузнецовым по разработанной им методологии, есть максимизация скорости продвижения единицы условного груза в расчете на единицу инвентарной грузоподъемности флота.

Является ли критерий оптимальности функционирования также критерием оптимальности развития? Понятие оптимальности столь же богато и многогранно, как и понятия цели и критерия. Оптимальным путем развития отрасли можно называть путь, обеспечивающий достижение всех целей отрасли, определяемых народнохозяйственными требованиями к ней, с наименьшими затратами или, что то же самое (в двойственной формулировке), обеспечивающий максимальное удовлетворение народнохозяйственных требований к отрасли при заданных ресурсах. Тогда следующим этапом анализа является проверка сконструированного критерия по всем определенным выше требованиям народного хозяйства к отрасли. Каждый, кто специально заинтересуется этим вопросом, может самостоятельно провести детальный разбор на конкретной отрасли и убедиться в том, что предложенный критерий обеспечивает выполнение большинства народнохозяйственных требований к отрасли с наименьшими затратами и не противоречит ни одному требованию.

Таким образом, построенный критерий может служить правилом отбора средств, направленных на достижение целей отрасли, т. е. является критерием оптимальности ее функционирования и развития.

Как используется критерий оптимальности развития и функционирования отрасли? Для того чтобы полученный критерий оптимальности мог использоваться достаточно широко, его нужно прежде всего перевести с узкоспециализированного языка технологии (например, скорость) в универсальный язык экономики (стоимость).

Для этого удобно ввести понятие «удвоение мощности». Представим, что за некоторый период нужно удвоить годовой выпуск отраслевой системы. Стоимость этого удвоения мощности при предположении о неизменности коэффициентов η и ε (т. е. при отсутствии научно-технического прогресса и совершенствования управления) будет оцениваться стоимостью основных фондов отрасли в

текущих ценах (можно оценить его в валюте, подсчитав стоимость этих фондов в текущих мировых ценах). Таким образом, прирост значения критерия на единицу (например, ускорение продвижения груза в морской транспортной системе на одну милю в час) получает свою стоимостную оценку.

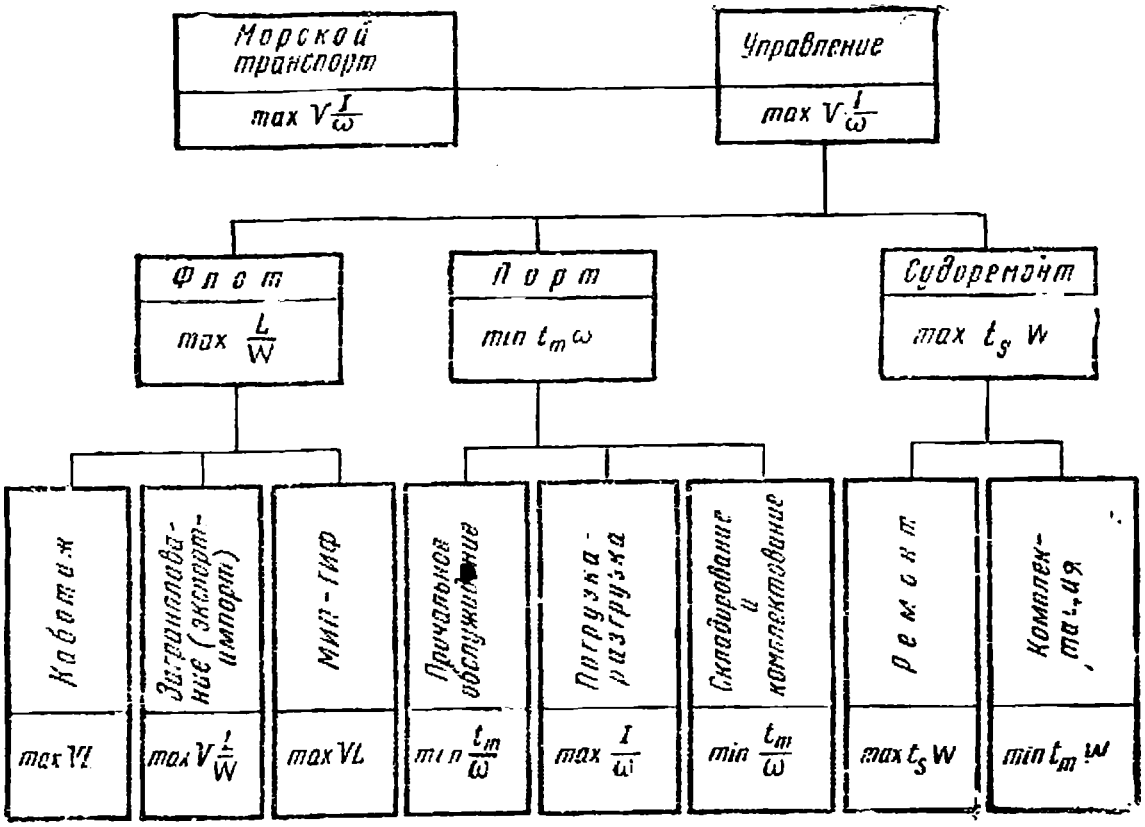
На деле прирост мощности будет, конечно, осуществляться главным образом за счет научно-технического прогресса и совершенствования управления. Каждое конкретное мероприятие в области внедрения новой техники или в области совершенствования управления может быть оценено приростом значения критерия (например, ускорением продвижения груза) и пересчитано в стоимостные единицы. Сравнение фактической стоимости затрат на реализацию этих мероприятий со стоимостью приращения критерия дает стоимостную оценку эффективности каждого из этих мероприятий и может служить критерием для их сравнения и отбора. Ряд конкретных расчетов показал высокую эффективность мероприятий в области внедрения результатов научно-технического прогресса по сравнению с экстенсивным расширением фондов и чрезвычайно высокую эффективность мероприятий в области совершенствования управления. С методологической точки зрения интересно отметить, что указанный прием дает пока единственную возможность измерять экономическую эффективность конкретных мероприятий по совершенствованию управления.

Если нам удалось построить критерий оптимальности для отрасли в целом, то, очевидно, из него можно вывести критерий оптимальности для каждой из составляющих ее подсистем. На рис. 8 представлены критерии оптимальности развития и функционирования подсистем морского транспорта в соответствии с его структурой. Разные подотрасли морского транспорта играют различную роль в возможном ускорении продвижения груза.

В методологическом отношении интересно отметить кажущуюся несовместимость критериев разных уровней и различных подсистем, вытекающих из одного общеотраслевого критерия, что является проявлением свойства разнообразия (эмерджентности) систем. Конечно, здесь требуется технико-экономический анализ конкретной производственной структуры отрасли. Нужно еще отметить «горизонтальные» связи критериев подсистем, выте-

кающие из «поперечного» технологического среза деятельности: деятельность одних подсистем направлена на обслуживание деятельности других.

Далее следует рассмотреть, в каком соотношении технологический критерий находится с важнейшим экономическим критерием. Если рассмотреть достижение макси-



ω Единица инвентарной грузоподъемности
V Скорость
L Тоннаж груза
I Единица условного груза
W Грузоподъемность
t_S Время полезного плавания
t_m Время простоя

Рис. 8. Дерево критериев морского транспорта

мальной прибыли отрасли как цель, а ее производственную деятельность — как средство (мы уже указывали, что цель и критерий могут меняться местами), то вновь у разных подсистем возникают при этом разные цели (ведь цель достигается не непосредственно, а через достижение подцелей). Тогда в конечном счете средства обеспечения прибыли (они же критерии достижения целей подсистем) сведутся к той же структуре, что и в ос-

новном технологическом процессе (критерии оптимальности системы в целом и каждой из ее подсистем). Последние не только полностью совпадают с экономическими критериями, интегрированными в показатели прибыли, но и существенно уточняют представления об этом экономическом критерии, обеспечивают возможность его совершенствования, настройки рычагов экономического регулирования, что будет подробнее рассмотрено в главе IV, § 2.

Как быть, если не удается сформулировать отраслевой критерий? Отраслевой критерий не удается определить в том случае, если не определена или слабо определена сама отрасль. Большую трудность представляет определение новых, быстро развивающихся отраслей, особенно подверженных влиянию научно-технического прогресса. Ярким представителем таких отраслей является гражданская авиация, и в зависимости от того, что будет включено в систему гражданской авиации, а что нет, — коренным образом меняются границы системы, ее структура и соответственно ее цели и критерии функционирования. Включать ли в систему авиации авиацию сельскохозяйственную, пожарную, геологоразведочную, медицинскую, заводскую и целый ряд вновь возникающих и быстро развивающихся систем? В настоящее время такое включение тех или иных объектов или систем основывается на предметном продуктовом принципе — на определении летательного аппарата (самолета, вертолета) и тех вспомогательно-обслуживающих подсистем, которые необходимы для функционирования летательных аппаратов, — аэропорты, службы снабжения, ремонтные, навигационные службы. Целесообразность применения этого принципа уже в настоящее время начинает вызывать сомнения. Это объясняется все увеличивающимся разрывом между возрастающими скоростью транспортировки пассажиров самолетами и временем и трудностями доставки пассажиров в аэропорты, возрастающим временем ожидания пассажиров в аэропортах. Включение средств доставки пассажиров в аэропорт в систему авиации означает переход на новый принцип определения самой отрасли — на принцип функциональный (с ожиданием бурного развития грузовых авиаперевозок в этой отрасли также возникает не менее острая проблема принципа определения системы авиации). Нетрудно увидеть,

что форма и содержание критерия оптимальности функционирования и развития авиации как отрасли будет коренным образом отличаться в случае продуктового определения отрасли (летательные аппараты и все средства и методы их обслуживания) и функционального определения (совокупность всех средств и методов доставки пассажиров и грузов с места пребывания до места назначения, включая летательные аппараты).

Если заглянуть в не столь отдаленное будущее, во всяком случае не выходящее за рамки целевого планирования — 20—25 лет, то определение системы авиации становится еще более затруднительным, а продуктовый принцип определения станет вовсе непригодным. К этому сроку, и особенно за его пределами, множество средств транспорта станут летательными: автомобили, суда, платформы на воздушной подушке (высота полета от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров); поезда и другие транспортные средства на воздушной подушке; экранолеты различных типов (с высотой полета от нескольких метров до нескольких сотен метров); летательные аппараты самых различных типов, поддерживаемые в воздухе опорной силой крыла, винта, реактивной силой (с широким диапазоном высот до нескольких десятков километров); летательные аппараты легче воздуха (также с широким диапазоном высот); ракетоплапы и ракеты, летающие в верхних слоях атмосферы; баллистические снаряды, летающие в верхних слоях атмосферы и в ближнем космосе; спутники-платформы, летающие в ближнем космосе с соответствующими системами доставки и перегрузки пассажиров и грузов. Где здесь начинается и где кончается авиация — определить на основе продуктового принципа весьма затруднительно, еще труднее отобрать для включения в систему огромное количество типов вспомогательно-обслуживающих подсистем. Но главное — «продуктовый» принцип определения системы не дает никакого основания для выработки критерия оптимальности развития отрасли, не дает никакого ориентира для отбора направлений ее развития, целесообразности разработки и освоения тех или иных типов летательных аппаратов среди огромного числа возможных вариантов.

Для того чтобы обоснованно выбирать направления будущего развития авиации, если не на основании точно

сформулированного критерия, то хотя бы на основании достаточно веских народохозяйственных экономических соображений, необходимо переопределить систему авиации по функциональному признаку и тщательно исследовать функции этой отрасли в настоящее время и развитие этих функций в будущем. Самые предварительные выводы из рассмотрения этих функций свидетельствуют о том, что в будущем транспортная авиация разделится, по крайней мере, на три отдельных системы (ближнего и дальнего радиусов действия и межконтинентальную), выполняющие различные функции обслуживания пассажиров и перевозок разных типов грузов, технически оснащенные разными типами летательных аппаратов, сконструированных на разных технических принципах полета, обладающих разными системами аэродромного и прочего обслуживания. Нельзя рассчитывать ни на какой бы то ни было успех в разработке отраслевого критерия для отрасли, пока не приняты и официально не утверждены все основные решения, связанные с определением системы отрасли. Так, в частности, не могут быть выведены критерии эффективности отбора научно-технических решений, окупаемости вложений и др.

Отсутствие сколь-нибудь ясно сформулированных критериев развития и функционирования отрасли и невозможность их формулирования из-за неясного, расплывчатого определения системы характерны не только для молодых отраслей, но и для такой древнейшей отрасли, как строительство. Строительные процессы осуществляются всюду и всеми: отдельными гражданами (особенно в сельских местностях), колхозами, предприятиями и организациями всех отраслей, специализированными строительными организациями, принадлежащими девяти строительным министерствам, или советским органам, или другим министерствам и ведомствам.

Что здесь включается в систему строительства, т. е. что должно планироваться на перспективу, для чего нужно разрабатывать цели и критерии? Попытка определить экономическую систему по признаку административной принадлежности предприятий не проясняет, а скорее запутывает дело.

Отсутствие сформулированных целей отрасли и отраслевого критерия, в результате того что не определена сама отрасль как система, не дает возможности построить

и другие важнейшие экономические категории, которы позволяли бы выработать принципиальные решения в об ласти определения оптимальной мощности строительны организаций, их оптимальной специализации, определя ли бы директивные сроки строительства объектов раз личного типа, требуемое качество строительных работ Поэтому в области строительства необходимо прежде всего определение отрасли как народнохозяйственной системы, причем определенной по функциональному, а не по продуктовому признаку. Первоначальная класси фикация функций строительной системы в народном хо зяйстве позволит далее отбирать для включения в систе му строительства (или исключения из нее) определенные классы объектов строительства, видов строительства, спо собов строительства, те или иные типы строительных ор ганизаций.

Если в новых динамичных отраслях, таких, как авиа ция, препятствием к определению системы является ог ромная вариантность дальнейших путей развития и от сутствие надежной информации о будущем, то в старых отраслях, таких, как строительство, главным препятствием является кажущаяся простота понимания системы, тра диционность мышления, доминирующий способ рассмот рения системы на уровне технологии, на уровне объекта и непонимание наличия у нее целей, критериев, ограни чений в народнохозяйственном масштабе.

Определение системы еще не означает выработки кри териев оптимальности ее функционирования и развития, однако дает уже очень много. По крайней мере, выявляет ся, знание каких именно характеристик системы может существенно облегчить задачу выбора альтернативных линий ее перспективного развития, отбора вариантов капиталовложений, отбора направлений научно-техниче ского прогресса. Придумать отраслевой критерий опти мальности развития для таких сложных народнохозяй ственных систем, как, например, авиация и строительст во, совершенно невозможно. Такие заявления, что авиа ция должна обеспечивать доставку грузов и пассажиров с максимальной скоростью и удобством, притом самым дешевым способом, или строительство должно обеспечи вать потребность самым качественным и дешевым спо собом, являются совершенно бесполезными, подобно за явлению о том, что мы всегда хотим самого лучшего —

это не дает никаких правил для принятия каких-либо решений.

Но четкое представление о системе и ее общих целях дает возможность выработать взаимосвязанный комплекс рабочих критериев, оценивающих разные стороны деятельности каждой экономической системы, которые признаются важными с народнохозяйственной точки зрения. Такие рабочие критерии могут первоначально выдвигаться в качестве гипотез, затем проверяться в процессах планирования и моделирования, а впоследствии использоваться для конструирования общего отраслевого критерия оптимальности, отражающего совокупные требования народного хозяйства к данной отрасли.

Итак, раз сформулированный критерий оптимальности развития отрасли дает возможность отбирать наиболее эффективные мероприятия, направленные на развитие отрасли и достижение ее целей. Но чтобы выявить эти мероприятия и совместить их, собрать в целенаправленные комплексы, нужен уже другой инструмент — дерево целей отрасли.

Если же критерий оптимальности не удалось первоначально сформулировать в аналитической форме, то можно отложить эту работу на последующую стадию — построить сначала дерево целей, выявить конкретные группы мероприятий по достижению целей, оценить их эффективность экспертным путем, а затем уже композировать отраслевой критерий из частных критериев ее подсистем в динамике их развития.

§ 2. ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ ДЕРЕВА ЦЕЛЕЙ ОТРАСЛИ

Зачем строить дерево целей отрасли? Оно строится, когда цель слишком велика и сложна, чтобы ее можно было связать непосредственно со средствами ее достижения. Осуществление только одного проекта (например, разработка нового транспортного средства, освоение месторождения, строительство предприятия) включает десятки тысяч работ, выполняемых сотнями, иногда тысячами организаций и предприятий. Деятельность же отрасли, особенно в достаточно отдаленной перспективе, слагается из множества таких взаимосвязанных проектов. И если дерево целей развития народного хозяйства пока что

строится и используется в качестве вспомогательного инструмента для выбора принципиальных направлений развития, то деревья целей развития отраслей (или равноценных им по величине и сложности экономических систем) строятся уже для вполне конкретных, взаимоувязанных по срокам и исполнителям программ развития. Для деревьев целей отраслей народного хозяйства существуют более унифицированные и строгие правила их построения, анализа и последующего перестроения в комплексные программы развития. Применительно к типу экономической системы имеется несколько вариантов построения деревьев целей. Наибольший объем информации содержат элементы верхних и самых нижних уровней деревьев целей (общие цели системы и конкретные средства их реализации). Промежуточные цели являются лишь вспомогательным инструментом упорядочения информации, осмысления проблемы, обеспечения полноты и других требований, системного подхода.

Существует два принципиально различных способа построения деревьев целей отраслей и эквивалентных экономических систем, связанные с двумя разными стилями мышления и методами планово-экономической работы: с ориентацией на продукт и с ориентацией на функцию. Каждый из этих подходов служит для решения определенных классов задач на основе различной исходной информации. Так, например, если рассматривается проблема химизации народного хозяйства, то дерево целей развития химического производства, ориентированное на продукт, будет отражать всевозможные способы диверсификации химического производства исходя из сведений о наличных производственных мощностях, научно-технической информации о возможностях производства различного вида химической продукции и заданного объема капиталовложений в развитие химической промышленности. При этом можно получить план выпуска различных конкретных видов химической продукции для других отраслей народного хозяйства, а также программу развития химической промышленности, исходящую из интересов самой химической промышленности как отрасли народного хозяйства в соответствии с определенными заданными ей экономическими и иными критериями.

Ориентированное на функцию дерево целей развития химической промышленности используется при альтерна-

тивном подходе к проблеме химизации народного хозяйства исходя из перспективной потребности народного хозяйства в продукции химической промышленности. Исследуются и структуризуются функции, осуществляемые химической продукцией в народном хозяйстве в целом и в разных его отраслях: создание принципиально новых конструкционных материалов для промышленности и строительства, замещение дефицитных видов сырья, создание различного рода материалов с улучшенными свойствами, создание принципиально новых видов потребительских товаров, создание средств, повышающих эффективность сельскохозяйственного производства (удобрения, инсектициды, гербициды). Оценивается первоочередность и настоятельность этих требований. План химического производства и развития отрасли на перспективу составляется на основе сравнения потребностей народного хозяйства в конкретных видах химической продукции и возможностей их удовлетворения, обеспечиваемых развитием химического производства и состоянием химической науки.

Современные тенденции развития систем управления характеризуются последовательным переходом от доминировавшего прежде продуктового принципа к функциональному прежде всего на высших и средних уровнях народнохозяйственного управления. Это отражает объективные условия развития народного хозяйства, где неуклонно увеличиваются взаимосвязи составляющих ее экономических подсистем и одновременно в огромной степени возрастает число вариантов выпускаемых изделий за счет быстрого развития науки и научно-технического прогресса. Но это не означает, что методы анализа, основанные на продуктовом принципе, потеряли или потеряют в будущем свое значение. Просто несколько сужается сфера их применения, которую можно определить примерно следующим образом: продуктовый способ анализа и планирования проявляет свое преимущество, основанное на наличии более точной информации и более отработанных аналитических и плановых методов, в тех случаях, когда: а) народнохозяйственные требования к данной хозяйственной системе (например, отрасли) достаточно четко сформулированы и оценены; б) имеется уверенность, что заданные народнохозяйственной системе экономические и иные критерии действительно направляют ее деятель-

ность в сторону удовлетворения народнохозяйственных потребностей оптимальным путем; в) данная экономическая система определена достаточно четко. Такие условия наиболее отвечают экономическим системам низших звеньев: промышленным объединениям, производственным объединениям, научно-производственным объединениям, предприятиям и научным учреждениям. Для отрас-

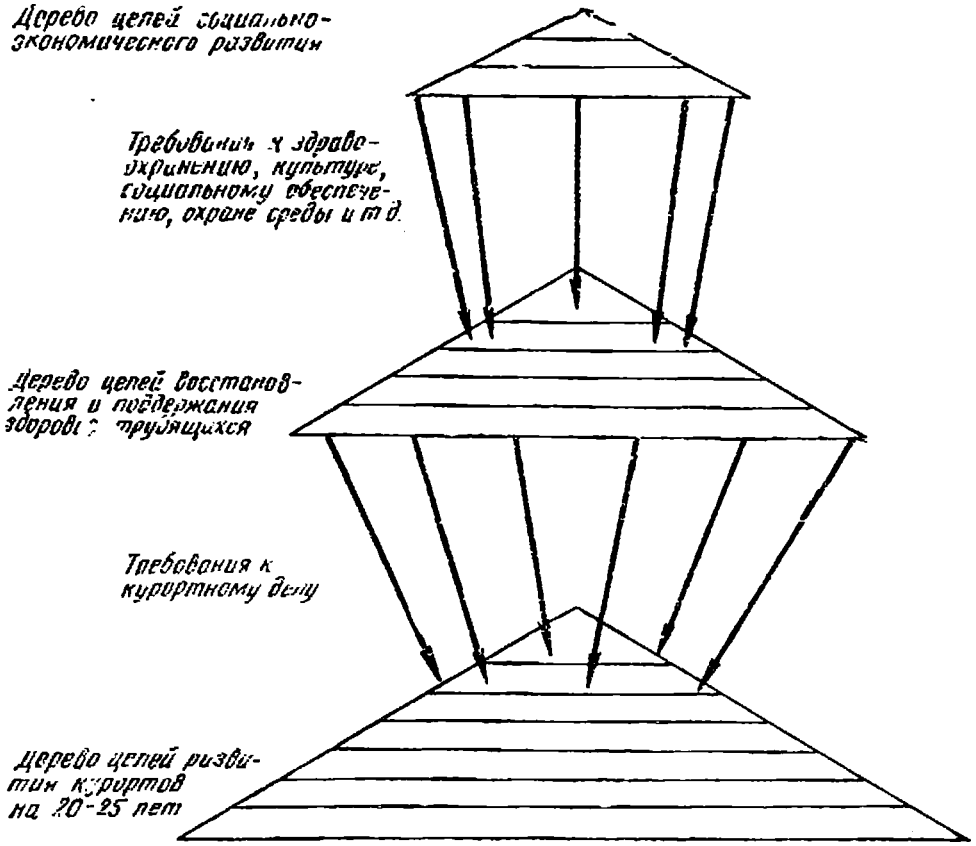


Рис. 9. Принципиальная схема движения информации в последовательном формировании деревьев целей

лей же народного хозяйства, руководство которых представлено министерством, а особенно для тех отраслей, которые управляются целым рядом министерств, преимущественное значение имеет функциональный подход.

Никакой иной подход, кроме функционального, невозможен в том случае, когда отрасль народного хозяйства только создается, формируется и не имеет пока законченной структуры и единого органа управления, что характерно для нашей эпохи быстрого научно-технического и социально-экономического прогресса. Примером такой системы может быть «система отдыха и восстановления здоровья трудящихся», которая еще не сформировалась

как самостоятельная отрасль, она тесно связана с такими отраслями, как здравоохранение, социальное обеспечение, культура и просвещение, спорт и туризм, охрана окружающей среды и ряд других.

На рис. 9 представлено движение информации в процессе последовательного построения деревьев целей народного хозяйства, сферы общественной жизни, отрасли.

Как бы ни было построено дерево целей — по функциональному или продуктовому принципу — оно имеет вполне определенное назначение. Если критерии и деревья критериев разрабатываются для того, чтобы сформулировать определенные правила выбора направлений деятельности и развития отрасли и правила для отбора средств достижения целей, то деревья целей строятся для того, чтобы непосредственно выбрать эти направления развития, систематизировать и привести в сравнимую форму различные варианты подбора средств и мероприятий по их использованию, оценить эти средства и мероприятия и отобрать такие их комплексы, которые в рамках ограничений по ресурсам приводят к максимальному результату.

Каково строение дерева целей отрасли? Разбор удобно провести на конкретном примере дерева целей развития морского транспорта СССР на перспективу 1990 г. На рис. 10 представлен фрагмент верхних уровней рабочего варианта этого дерева целей. В полном виде дерево целей представляет собой альбом, состоящий из 95 таких фрагментов, которые включают до 300 целей различных уровней.

Число уровней в дереве целей, так же как и число ветвей, вырастающих из одной вершины, не может быть ограничено никакими априорными соображениями. Но практика разработки многочисленных деревьев целей показала, что эти числа колеблются, как правило, от 5 до 9

Дерево целей создается людьми и для людей для того, чтобы лучше разобраться в проблеме, связать цели со средствами. Поэтому, даже не руководствуясь никакими правилами, деревья целей строят так, чтобы они были наглядны. С другой стороны, дерево целей есть система и подчиняется законам логики систем. Правило наложения структур на объекты любой природы подчиняется так называемой гипотезе Миллера, которую можно уже рас-

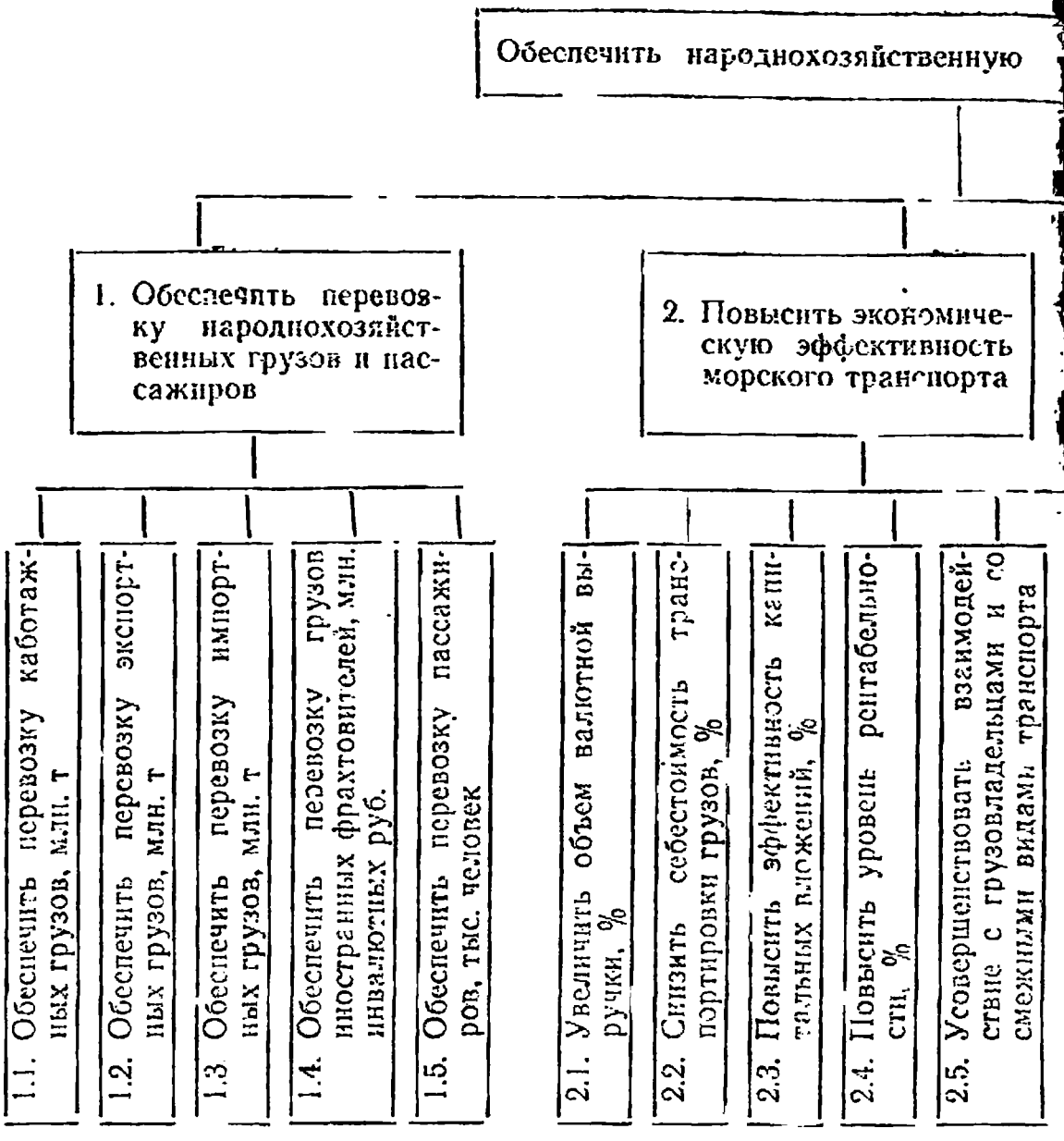
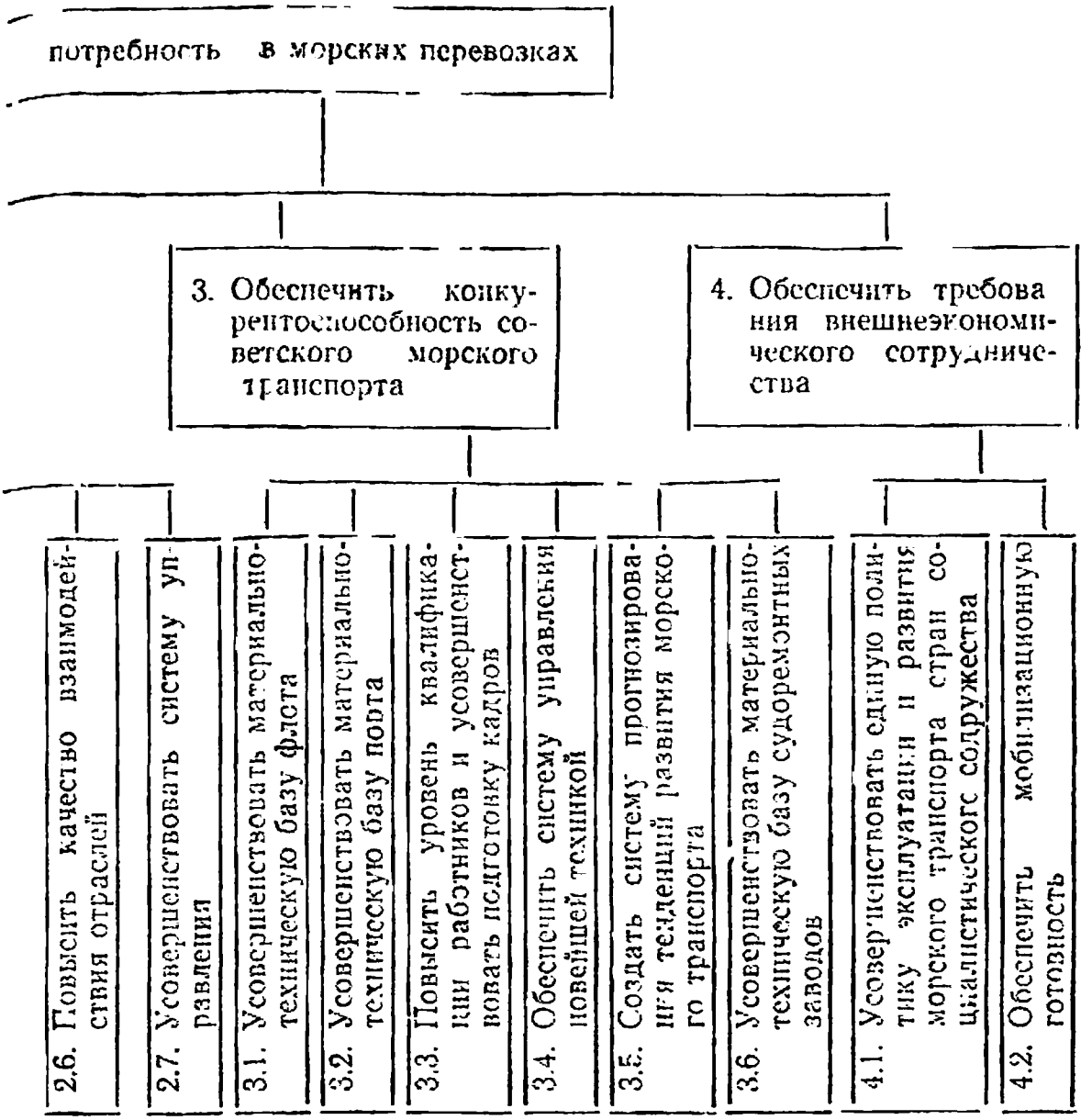


Рис. 10. Фрагмент дерева целей развития

сматривать не в качестве гипотезы, а в качестве закона, поскольку она достаточно хорошо проверена и подтверждена [18].

Анализируя самые различные виды деятельности разных народов, Миллер приходит к заключению, что, по-видимому, общим свойством человеческого мышления является стремление оперировать классификациями любых объектов и явлений, включающих в среднем семь групп, сравнивать между собой в среднем семь элементов любой природы, причем отклонения в ту или иную сторону могут составлять в среднем два. Дробление на меньшее число групп или элементов не дает необходимого разно-



морского флота (два уровня)

образия материала, на большее число — создает трудность сравнительной оценки составляющих.

Практика построения деревьев целей для различного типа экономических систем, в том числе для отраслей народного хозяйства, привела к выводу: для того чтобы обеспечить связь целей отрасли со средствами, необходима глубина дробления цели в восемь уровней, считая от первого уровня, или девять уровней, если считать от нулевого. Нулевой уровень дерева целей включает одну, главную цель, которая ставится в самом общем виде и в конечном счете является всего лишь заголовком, обозначением для всего дерева целей.

Цели всех последующих уровней отличаются друг от друга качественно, имеют различное содержание. На основе сравнения деревьев целей по ряду отраслей народного хозяйства и некоторых других экономических объектов в них выделено на каждом уровне основное их содержание и предложены следующие наименования (табл. 6).

Таблица 6

Уровень цели	Характер цели	Пример
0	Главная цель	Обеспечить выполнение народнохозяйственных требований к морскому транспорту
1	Цели-требования	Повысить экономическую эффективность морского транспорта
2	Направления деятельности	Повысить рентабельность отрасли в целом
3	Области ответственности	Снизить себестоимость транспортировки грузов
4	Мероприятия	Повысить скорость обработки судов в порту
5	Задачи	Организовать перевалку грузов по прямому варианту
6	Задания	Организовать совместную диспетчерскую службу порта и железной дороги на базе АСУ порта
7	Виды средств (методов)	Внедрить комплексные оптимальные графики работы железнодорожных припортовых узлов и портов
8	Средство (метод)	Внедрить ежедневный расчет оптимального комплексного графика прибытия вагонов и судов на основе ситуационной модели

Цели верхних уровней более или менее устойчивы и постоянны во времени (их называют иногда стратегическими целями). Цели средних уровней (называемые часто тактическими) подвержены большой динамике. Незначительные изменения в формулировках или оценках целей верхнего уровня могут существенно повлиять на состав и число целей среднего уровня. На низших уровнях в некоторых ветвях может вновь наблюдаться довольно высокая устойчивость целей, обусловленная инерционностью используемых основных фондов, устойчивостью технологии, экономики и организации производственных процессов (особенно в первой и второй ветвях).

В других ветвях цели низших уровней могут быть значительно более изменчивыми, поскольку они в значительной степени определяются высокой вариантностью научно-технических решений проблем совершенствования технологии отрасли и динамичностью изменений условий окружающей среды.

Как разрабатывается дерево целей отрасли? В принципе процесс разработки дерева целей отрасли можно разделить на четыре этапа:

1. Разработка сценария, под которым понимается систематизированное описание будущих условий развития системы. Сценарий по возможности формулируется в терминах целей и описывает текущее состояние, историю, прогноз развития системы. На этапе составления сценария выделяются основные и второстепенные факторы, определяющие поведение системы. Он служит как бы предварительной вспомогательной информационной системой для построения дерева целей.

2. Построение первого (рабочего) варианта дерева целей, которое строится на основе сценария сверху вниз, уровень за уровнем, так, чтобы мероприятия последующего уровня обеспечивали бы достижение цели предыдущего уровня. Если в разработке дерева целей занят достаточно крупный коллектив, то по мере перехода на более низкие уровни профиль специалистов-составителей постепенно меняется.

3. Оценка дерева целей, заключающаяся в идентификации (уточнении) и квантификации (количественном описании) целей. Основная доля работы на этом этапе приходится на привлечение экспертов, получение от них соответствующей информации, согласование мнений и проверку вновь полученной информации. При этом используются разные специальные приемы и методы работы с экспертами. Производится оценка целей и их связей, устанавливаются критерии и весовые коэффициенты, осуществляется ряд расчетных процедур.

4. Выбор окончательного варианта декомпозиции цели, который осуществляется путем последовательного уточнения построенного дерева целей, анализа этапов 1—3 уже на качественно новом уровне и в гораздо более сжатые сроки. Далее следует интерпретация дерева целей и его использование для построения комплексной программы развития отрасли или для других назначений. В

принципе дерево целей народного хозяйства определяет направление системного анализа отрасли с двух сторон: во-первых, предъявляет к отрасли непосредственные требования; во-вторых, служит основой структуризации собственно отраслевых целей.

Цели отрасли едины, но они рассматриваются с разных сторон, в разных аспектах, каждому из которых соответствует определенная ветвь дерева целей. Процесс разработки дерева целей можно представить как процесс строительства соответственно шестигранной или четырехгранной пирамиды, что представлено на рис. 11. Каждая грань такой пирамиды — это определенная позиция наблюдателя сложной системы, новая точка зрения на один и тот же объект, причем полученная с каждой позиции наблюдения информация фиксируется в соответствующем языке сложной системы. Строя пирамиду целей, наблюдатель от ее вершины передвигается вниз, исследуя каждую из сторон, каждый раз с учетом новой точки зрения возвращается к сделанному ранее. При этом имеется в виду сложный характер взаимосвязей между целями каждого уровня и разных уровней, так что пирамиду целей приходится корректировать все время по мере ее построения. Грани пирамиды играют роль критерия отбора нужной информации: они отсекают на плоскости каждой грани неправильно сформулированные цели, непросматриваемые с других точек зрения, отсекают нереалистические варианты меропри-

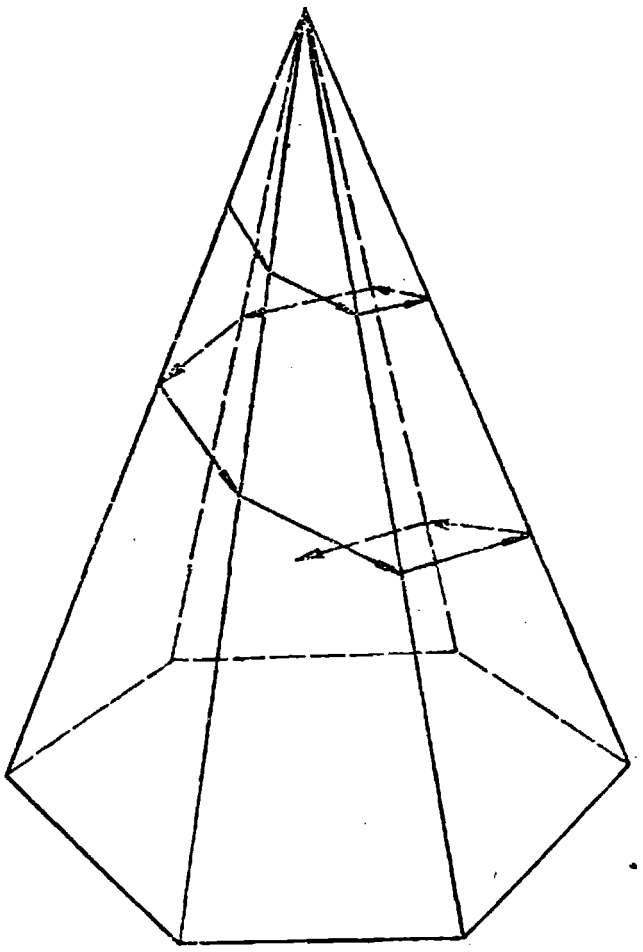


Рис. 11. Принципиальная схема процесса декомпозиции целей

тий по достижению этих целей, отсекают лишние ветви дерева.

Цели третьего, четвертого и последующих уровней строятся как бы по слоям, по уровням иерархии большой системы. В начале формулируются все цели третьего уровня данной ветви, или данной грани пирамиды, затем четвертого и так далее.

Требование необходимости формулировки целей предшествовавшего уровня для достижения целей последующего уровня является весьма жестким. Это требование может быть выполнено только в результате тщательного анализа всех целей данного уровня, проводимого совместно со специалистами отрасли. Полнота, т. е. достаточность целей соответствующего уровня, может быть достигнута в отдельных случаях лишь только в окончательном варианте дерева целей.

Даже с учетом граней пирамиды, которые отсекают нереалистические формулировки целей, число целей в пирамиде (или дереве) может быть первоначально весьма велико. Действительно, при первоначальной прикидке дерево целей существенно разбухает, несмотря на то что каждая цель многократно проверяется по разным признакам. По мере дальнейшей работы число целей уменьшается, дерево упрощается и принимает вполне приемлемый вид. Первоначальная прикидка дерева целей морского транспорта, разрабатанного до шестого уровня, включала 590 целей различных уровней; завершенный рабочий вариант включает 270 целей. При разработке дерева целей по уровням обычно невольно напрашивается вопрос, какому звену органов управления в их иерархии соответствует данный уровень целей. Интерпретация сфер ответственности для достижения целей — это специальная работа одного из последующих этапов исследования. Но имеют место обратные их связи: при построении дерева целей следует проверять, не упущены ли функции какого-либо звена управления.

Для того чтобы добиться большей четкости, чтобы удобнее было получить количественные и временные оценки, цели всех уровней следует формулировать в терминах событий, а не в терминах работ.

Полезно будет также предостеречь от одного весьма обычного сбоя в работе по построению дерева целей, а именно от незаметного перехода при обсуждении пред-

ложения о включении тех или иных целей в дерево к обсуждению критериев их отбора. Построение критериев, как это описывалось выше, — чрезвычайно трудная и трудоемкая работа, и в нее можно углубиться настолько, что дерево целей никогда не будет окончено. Лучше первоначально включить в рабочий вариант целый ряд недостаточно обоснованных целей, чем недоучесть хотя бы одной. Избыточное дерево целей будет затем многократно усечено на последующих этапах работы; недостаточное дерево целей может дать неверную ориентировку при разработке программы развития.

Следует разделить процесс построения — порождение дерева целей, от процесса его анализа, который представляет собой самостоятельный этап разработки. Это дает возможность в дальнейшем выявить ядро дерева целей, т. е. устойчивые признаки классификации целей в нем.

Не следует выходить за число уровней и ветвлений, диктуемых гипотезой Миллера, что не только затрудняет понимание дерева целей, но и становится серьезным препятствием дальнейшей машинной обработке информации оценок целей и машинному отбору наиболее эффективных мероприятий по достижению целей.

Каковы гарантии правильности построения дерева целей? Построение дерева целей есть процесс творческой коллективной работы и, как всякий творческий процесс, не гарантирован от ошибок и даже крупных заблуждений. При совершенной объективности и скрупулезной честности исследователей эти заблуждения могут возникать из-за ошибок интуитивного мышления, недостаточности или односторонности знаний исследователей. Большинство этих ошибок будет поправлено в дальнейшем привлекаемыми специалистами-экспертами, но исправление ошибок основной группы исследователей — это самая тяжелая и неблагодарная работа для экспертов. Соблюдение некоторых формализованных правил, выведенных на основе опыта построения многих деревьев целей, если и не дает гарантий от ошибок, то во всяком случае сводит вероятность их появления к минимуму. В процессе формулирования дерева целей в качестве признаков декомпозиции можно использовать следующие:

каков предмет деятельности;

каков вид деятельности;

какому уровню целей соответствует («требования», «задачи», или «задания»);

в правильную ли ветвь помещается данная цель, нет ли для нее на данном уровне более подходящего места в других ветвях;

в правильной ли последовательности размещены цели производства, совершенствования развития системы; соблюдается ли принцип: от общего к частному;

все ли аспекты (позиции наблюдателя) учтены при формировании целей данного уровня, не упущены ли какие-либо из позиций (проверка по граням пирамиды);

правильно ли сгруппированы цели по характеру деятельности (процессы научных исследований, проектирования и конструирования, процессы строительства, изготовления новых изделий, процессы эксплуатации);

правильно ли учтена логическая схема данного производственного, или управленческого, или иного процесса;

правильно ли учтена конструкция данного вида машин, изделий и т. д.;

правильно ли учтена организационная структура предприятия, органов управления и других организаций, не упущены ли какие-нибудь функции, фактически осуществляемые ими;

правильно ли осуществлены переходы от высших к низшим экономическим или техническим системам, переходы от производственных процессов к подпроцессам и операциям и т. д.;

правильно ли сформулирована цель, является ли она полной и в достаточной степени унифицированной.

Здесь используется естественная структура русского языка, которая на основе формального анализа позволяет логически, осмысленно проводить декомпозицию вышестоящей цели на подцели, учитывая следующие признаки: *кто* достигает цели, *где* она достигается, *с помощью чего* она реализуется, *как* или *каким образом* она реализуется, *когда* она достигается.

Как получают информацию для построения дерева целей? Естественно, что максимум необходимой информации исследовательская группа должна собрать еще до начала работы.

Но основную часть информации получают в процессе разработки дерева целей, так как только тогда выявля-

ется и специфируется настоящая потребность в информации. Основным методом получения этой информации является работа с экспертами.

Экспертом в установившейся терминологии системного анализа называют любое лицо (а также коллектив, учреждение), привлекаемое официально или неофициально, систематически или в разовом порядке к работе по системному анализу для получения необходимых сведений, проверки и корректировки процесса исследования, оценки полученных результатов. В состав экспертов включаются руководители всех рангов исследуемой организации, вышестоящих организаций, организаций-смежников и научных учреждений. Эксперты привлекаются к работе на разных стадиях системного анализа для получения как качественной, так и количественной информации, используемой в процессе анализа, а также для постоянного контроля работы.

Самая трудная работа с экспертами — это получение прогнозных оценок. Эта часть работы должна быть наиболее тщательно продумана и организована, так как оценки экспертов — это, по существу, единственный надежный источник информации о будущем. Как бы ни была ненадежна каждая отдельная экспертная оценка, как бы ни были они противоречивы, все они в целом дают ту картину будущего, без которой нельзя принимать обоснованных решений, а иногда и вообще невозможно выработать решение. Можно выражать большие сомнения в точности количественного прогноза, но даже ошибка в 50% окажет лишь небольшое влияние на обоснованность принимаемого решения, поскольку гораздо важнее здесь качественная оценка тенденции развития.

Но для того чтобы картина будущего была предельно достоверной, необходимо хорошо знать типичные слабости экспертных оценок, систематические ошибки прогнозов. Первая трудность заключается в невозможности, как правило, достигнуть необходимой глубины прогноза. Советский специалист по прогнозированию Г. М. Добров на основе анализа статистики прогнозов установил, что в целом ряде обследованных им отраслей достижимая глубина прогноза в 2—3 раза менее той, которая определяется объективными требованиями перспективного планирования капиталовложений, исследований, определения направлений производственной деятельности.

Другая трудность заключается в оценке экономического эффекта и скорости распространения образцов новой техники и новой технологии. От момента открытия и изобретения до его широкой реализации в экономике проходит значительный срок, обычно превышающий 10 лет. Распространение нововведения и соответственно его технический и экономический эффект могут быть обычно описаны экспоненциальной кривой: довольно плавный рост вначале, затем быстрый рост в результате назревших коренных усовершенствований, сменяемых вновь плавным ростом или же спадом. Это объясняется тем, что прогресс в любом техническом направлении в конце концов достигает технического предела. Но независимо от этого рост экономического эффекта может замедляться, в то время как технические характеристики изделия или процесса непрерывно возрастают. Так, массовое распространение самолетов с поршневыми двигателями привело к бурному прогрессу в области перевозок пассажиров. Все последующие нововведения (реактивные и сверхзвуковые самолеты) не намного ускоряют процессы перевозок и обходятся дороже.

При построении дерева целей одной отрасли необходимо учитывать влияние ее развития на другие отрасли народного хозяйства и их обратное влияние. Так, научно-технический прогресс в авиадвигателестроении вызывает коренное повышение скоростей движения морских и речных судов, поездов с турбореактивными локомотивами. А это приводит к перераспределению потребностей в услугах разного вида транспорта.

Скорость распространения в экономике технических нововведений и соответственно их экономический эффект в решающей степени определяется факторами планирования, организации разработок, объемами финансирования, т. е. теми решениями, которые принимаются сейчас на будущее.

Учитывая взаимовлияние факторов научно-технического прогресса и экономического развития в течение весьма продолжительного периода времени, на которое обычно разрабатывается дерево целей развития отрасли, нужно стремиться собрать как можно больше информации, привлечь как можно большее число экспертов и задать им предельно допустимое число вопросов. Это число определяется формой организации работы: привлекаются

ли эксперты в порядке общественной нагрузки, в порядке исполнения своих служебных обязанностей или же в порядке специально организованной экспертизы. В этом случае путем последовательного наращивания дерева целей, установления новых связей и зависимостей между целями и последующей комплексной расчетной обработки исследовательская группа, возможно, сумеет не только учесть все основные факторы, влияющие на развитие отрасли, но и установить те связи, которые были упущены в оценках каждого эксперта. Но логическая и расчетная обработка дерева целей производится отнюдь не по методу усреднения оценок экспертов, ибо в таком случае прогноз получится весьма консервативным. Не только отдельным экспертам, но и отдельным видам оценок могут быть приданы различные веса, с помощью которых корректируются систематические ошибки прогноза. В одном из исследований, посвященных комплексному научно-техническому прогнозу на 2000 год, содержатся важные предупреждения против излишней формализации процедуры получения оценок экспертов. Слишком строгая процедура приведет к неизбежному отсеиванию всех оценок, далеко выходящих за пределы средней тенденции, которые, возможно, окажутся самыми верными [35].

§ 3. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ

Как убедиться, что цели сформулированы правильно? Сам процесс построения дерева целей по мере образования новых ветвей включает непрерывную корректировку и перестроение как дерева в целом, так и отдельных его ветвей. По мере построения дерева целей все больше возникает уверенность в его правильности, и здесь-то исследователей и подстерегает основная опасность. Как весьма точно формулирует Квейд: «Поскольку мы установили, что анализ систем — это процесс последовательных приближений и что одного цикла постановки задачи, поиска фактов и построения моделей недостаточно, то следует признать, что опасность заключена не в формировании предварительного суждения на ранних этапах работ, а в нежелании отказаться от них перед лицом новых дока-

зательств» [10, 436]. Поэтому как бы ни был дорог исследователям полученный результат, они должны быть готовы пересмотреть его, перестроить дерево целей уже построенное и отлаженное, если новая информация и новые оценки меняют представления и концепции. Опыт построения деревьев целей по отраслям народного хозяйства и отдельным проблемам показывает, что их приходится перестраивать 4—5 раз.

Этот процесс непрестанного обновления дерева существенно облегчается за счет использования определенных технических приемов работы. Самым удобным и универсальным приемом работы является ведение картотек. Цели всех уровней выписываются на стандартных карточках, где должно быть предусмотрено достаточно широкое верхнее поле для шифров, которые могут несколько раз изменяться, а в нижней части — для записей получаемых оценок различного типа. Эти карточки расставляются в порядке, определяемом уровнями дерева целей и последовательными номерами целей внутри них. Цели верхних уровней оформляются не на карточках, а на разделителях, причем для разных уровней удобно использовать разделители разного цвета или различной формы. В таких картотеках при необходимости внесения изменений цели разного уровня легко отыскиваются, а переформулировка или перестановка цели не вызывает необходимости перечерчивать крупные деревья или их фрагменты. Для того чтобы иметь общее представление о структуре дерева цели и соотношении целей в нем на разных этапах работы, вычерчиваются рабочие варианты фрагментов дерева целей в карандаше на ватмане или миллиметровой бумаге, куда вписываются лишь шифры целей, полная формулировка которых имеется на карточках.

При построении дерева целей на каждом этапе работы возникает множество вопросов как у исследовательской группы в целом, так и отдельных ее сотрудников. Картотеку вопросов следует вести в двух экземплярах: в первом из них вопросы систематизируются по структуре дерева целей, а во втором — по источникам, откуда может быть получен ответ. Обе картотеки связываются системой перекрестных шифров. Вопросы накапливаются и систематизируются во втором экземпляре картотеки, а затем поручается эксперту дать ответы на целую серию

взаимосвязанных по тематике вопросов по некоторым литературным источникам.

В теоретическом плане дерево целей представляет собой модель кибернетической системы с обратными связями. Однако модель эта является весьма нестрогой, поэтому обратные связи должны быть заданы специальными дополнительными правилами. Эти-то правила и есть как раз методы непрерывной корректировки деревьев целей, которые позволяют развивать его, а в конечном счете — убедиться в правильности его построения и готовности для перестроения в программу развития отрасли.

Перечислим некоторые типы обратных связей, по которым осуществляется проверка. Здесь не имеется в виду, что на каждом этапе все цели должны проходить формальную процедуру проверки по всем перечисленным критериям, их следует иметь в виду в процессе построения и корректировки дерева целей, а на завершающем этапе — организовать специальную проверку всего дерева целей в целом.

1. *Общая экспертная оценка структуры дерева целей.* Основным ведущим экспертам предлагается просмотреть достаточно хорошо вычерченную и оформленную структуру верхних уровней дерева, а экспертам по отдельным группам вопросов — соответствующие фрагменты дерева целей, их просят высказать свое мнение о соответствующих структурах. Тем самым реализуется обратная связь: исследовательская группа — эксперты; проверяется, правильно ли исследователи поняли информацию, сообщенную экспертами, сумели ли они проинтерпретировать сообщенные им сведения в формулировках и структуре дерева целей.

2. *Проверка по сценарию.* С момента написания сценария, формулирующего внешние условия развития системы и требования к ней народного хозяйства, до момента окончания работы над деревом целей, которое предполагает удовлетворение этих требований, будет собрана и переработана весьма многообразная информация. Это требует корректировки сценария, но главное — сама постановка целей и выявление средств их достижения предполагают воздействие на народнохозяйственную среду.

Корректируя сценарий по окончательному варианту дерева целей и снова окончательный вариант дерева

целей по первоначальному сценарию, реализуют обратную связь системы и ее среды.

3. *Проверка во временном срезе.* По всем ветвям и уровням дерева целей проверяется достижимость каждой цели за тот период времени, на который ориентировано дерево целей. Если будет выявлено, что какая-либо из целей нижнего уровня, являющаяся средством достижения целей верхнего уровня, не достижима за этот период, то это, безусловно, обозначает, что соответствующая ветвь должна быть вычеркнута. Если же выявляется, что цель нижнего уровня может быть достигнута за гораздо более короткий период времени, то следует проверить, нельзя ли достигнуть большего за полный период времени и соответственно откорректировать цели верхних уровней. Таким образом выявляются обратные связи во времени целей и средств их достижения.

4. *Проверка дерева целей и его фрагментов на полноту.* С помощью логического анализа и дополнительного опроса экспертов проверяется, не упущено ли какое-либо средство или группа средств, необходимых для достижения целей в дереве целей в целом или в его фрагментах. Формально это представляет собой проверку достаточности числа ветвлений вниз от целей каждого уровня, а по содержательному составу — проверку с точки зрения технологии — учтена ли вся последовательность действий по достижению каждой цели. Таким образом выявляются технологические обратные связи.

5. *Проверка дерева целей на инвариантность.* По существу, проверяются качественные формулировки целей различных уровней — в одинаковом ли смысле они понимаются всеми членами исследовательской группы, специализированными на разных направлениях, и экспертами различных специальностей. При этом может выявиться, что одни и те же цели включены в дерево в разных формулировках или, наоборот, что формулировки являются двусмысленными и разные люди имеют в виду совершенно различные мероприятия для достижения данной цели.

Таким образом осуществляется проверка обратной связи в сложной, многоаспектной системе — между различными сторонами экономической, технологической, научно-исследовательской и другими видами деятельности, направленными к достижению общих целей.

6. *Проверка влияния изменений какой-либо подцели на достижение целей верхних уровней, и, возможно, на достижение целей всей системы.* Если такое влияние оказывается весьма существенным, следует прежде всего проверить, не допущена ли ошибка в определении уровня данной цели, не помещена ли она слишком низко. В случае, если такое предположение не оправдывается, следует продолжить анализ чувствительности целей верхнего уровня к изменениям подцелей нижнего и проследить степень распространения этих изменений внутри одного частного фрагмента дерева целей или же целой его ветви и дерева целей в целом. Таким образом определяется относительная значимость целей нижних уровней, но главное — выявляется ядро дерева целей — та его часть, которая остается неизменной при изменении целей нижних уровней. Таким способом выявляются обратные связи целей и средств их достижения.

Этим, конечно, не ограничивается число обратных связей, по которому может быть проверено дерево целей. В зависимости от конкретной отрасли и уровня рассматриваемого народнохозяйственного звена, от конкретной технологии и организационной структуры могут быть рассмотрены обратные связи по месту реализации отдельных подцелей, по организационным звеньям, ответственным за их достижение, по фондам, выделяемым на достижение тех или иных подцелей, хозяйственному результату, получаемому в результате их достижения, и т. д.

Как дерево целей преобразуется в инструмент планирования? После того как дерево целей построено, нетрудно убедиться, что всех целей все равно достигнуть нельзя по целому ряду причин, которые в конечном счете сводятся к ограниченности ресурсов различного вида (финансовых, трудовых, производственных мощностей и др.). Для дальнейшей работы по планированию необходим критерий, в соответствии с которым отбирались бы цели, требующие достижения в первую очередь, и соответственно наиболее эффективные средства их достижения, являющиеся сами целями нижних уровней. В случае, если был разработан критерий эффективности, его можно применить для обработки дерева целей. Если такой критерий не был разработан или при его выработке были сделаны слишком сильные допущения, или если данный критерий неприменим к определенным группам целей, имеющим

качественный характер, то в этом случае снова приходится прибегать к помощи экспертов. Проводится процедура оценки относительной важности целей, в ходе которой вырабатываются критерии отбора целей и одновременно придается количественная оценка качественным целям.

При оценке относительной важности целей используются разные шкалы, выбор которых зависит от состава привлекаемых экспертов, их понимания поставленной проблемы, степени подготовленности к проведению процедуры оценки. Наши специалисты предпочитают работать с пятибалльной шкалой, удобна также трехбалльная шкала, согласно которой каждая цель оценивается одним из трех слов: *неважно, важно, очень важно.* Американские исследователи пользуются 100-балльной шкалой, теоретически она может дать точные результаты, но только в том случае, если каждый эксперт действительно будет тщательно работать над каждой группой целей, сравнивать и самостоятельно взвешивать их, делать вспомогательные расчеты и т. д. Если же эксперты склонны к округлению оценок, то использование 100-балльной шкалы приведет только к затруднению расчетов, ничуть не повышая их точности. Шкалу оценок следует выбирать, исходя из реальных условий организации работы в данной отрасли, ее министерстве, подведомственных ему организациях и организациях-смежниках.

Существует целый ряд методик оценки относительной важности целей и связанных с ними процедур расчетов. Эти методики и процедуры, разработанные различными научными учреждениями и фирмами США, достаточно детально описаны в советской и переводной литературе [13], [24]. В отношении выбора методов оценок и обработки результатов можно сказать то же самое, что и в отношении выбора шкалы. Он выбирается в зависимости от конкретных условий данной отрасли и состава экспертов. Практический опыт построения деревьев целей для отраслей народного хозяйства, а также применения других методов системного анализ показал, что предпочтение следует отдавать предельно простым методикам, так как стремление получить максимально точный результат с помощью сложного метода без проведения чрезвычайно большой инструкторской работы с экспертами может запутать не только их, но и саму исследовательскую груп-

пу, а полученные результаты вызовут скорее изумление, чем доверие. В широком обзоре современных методов прогнозирования и анализа Э. Янч указывается, что ряд фирм и организаций за рубежом на основании многолетнего опыта системного анализа отказываются от слишком сложных методик оценок и переходят к более простым, а в ряде случаев считают достаточным довольствоваться одними лишь качественными оценками [35].

Наиболее универсальным и широко применимым является метод «Дельфи», в котором используются все сильные стороны интуитивного мышления и вместе с тем достигается достаточно обоснованный и точный результат за счет использования научной процедуры расчетов и непрерывного обмена информацией между экспертами. Экспертам не предписывается никаких критериев, вопрос о критериях даже не обсуждается, предполагается, что каждый эксперт, руководствуясь собственными явными или неявными критериями, способен принимать достаточно обоснованные решения в области своей компетентности, и задача сводится лишь к расчету проекта на основе усредненных оценок с уведомлением всех экспертов о полученных результатах. Это позволяет им скорректировать свои оценки, организовать, если они сочтут нужным, согласование оценок, выправить непосредственно полученное решение.

Согласно методологии ПАТТЕРН, разработанной американской фирмой «Хониуэлл» и использовавшейся для анализа целого ряда весьма крупных военных и авиакосмических проектов в США, экспертам предлагалось дать оценки относительной важности целей по целому ряду критериев, соответствующих областям политической, военной, научной и т. д. Уже первая модаль ПАТТЕРН потребовала обработки 16 400 промежуточных решений, что в принципе невозможно без применения ЭВМ, но даже и в этом случае требует, по крайней мере, просмотра и логической оценки основных групп получаемых решений, что является чрезвычайно трудоемкой работой.

Усовершенствованная система ПАТТЕРН предусматривала также применение различных критериев на разных уровнях дерева целей, что связано с построением целой серии так называемых «матриц сопоставления вариантов с критериями». Число этих матриц может быть весьма велико: они составляются отдельно для каждого

уровня, для каждой из сфер деятельности и для каждого «семейства проектов». Трудоемкость этого метода весьма велика и исчисляется десятками человеко-лет работы высококвалифицированных экспертов. Хотя в принципе таким путем могут быть получены весьма ценные решения, однако дальнейшее развитие и применение этого метода признано нецелесообразным.

На основе того опыта работы с экспертами, который накоплен в некоторых отраслях народного хозяйства нашей страны, мы считаем наиболее целесообразной методику, близкую к «Дельфи» и предусматривающую совершенно единообразную для разных уровней дерева целей процедуру оценки относительной важности подцелей для достижения объединяющей их цели вышестоящего уровня. При этом можно применять оценки в десятичных долях (с точностью до десятой) или для облегчения нормированные качественные оценки: *неважно, важно, очень важно,* которые соответствующим образом шифруются цифрами от 0 до 2. В любом случае здесь предполагается взамен частных критериев для отдельных уровней дерева целей и сфер деятельности наличие единого для всего дерева целей критерия, который, однако, явным образом не формулируется, а слагается как средневзвешенная величина разных критериев, использовавшихся экспертами в различных фрагментах дерева целей. Расчетная процедура представляет здесь простое взвешивание экспертных оценок, осуществляемое циклически по всем ветвлениям на каждом уровне дерева целей.

Как отобрать средства достижения целей? Наиболее очевидной является процедура выбора средств достижения целей при наличии отраслевого критерия, выраженного в количественной или функциональной форме. Цели самого нижнего уровня дерева получают стоимостные оценки в соответствии со стоимостью материальных средств и мероприятий по их изготовлению и отладке. С другой стороны, они же получают расчетные оценки по их доле вклада в приращение функции критерия. Эти относительные приращения могут быть рассчитаны по дереву целей в целом. В достаточно простых случаях отбор мероприятий и соответственно отбор целей нижнего уровня может производиться непосредственным сравнением значений затрат и вычисленной эффективности их по критерию эффективности развития и функционирова-

ния отрасли. Дешевле всего обходятся организационные мероприятия, которые в отдельных случаях могут вообще ничего не стоить. Несколько дороже будут обходиться мероприятия, связанные с перестройкой информационной системы. Еще дороже — мероприятия, связанные с проведением комплексных научных исследований, проектированием, разработкой и внедрением новых технических средств. Самые дорогие мероприятия связаны с капиталовложениями в строительство и реконструкцию. Между тем эффект от этих мероприятий может быть если не равным, то вполне сравнимым по величине. Расчет подобного рода может привести к коренным изменениям представлений о распределении ресурсов для достижения целей системы, может обратить внимание на те сферы деятельности, которыми раньше пренебрегали. Однако простое сравнение эффективности мероприятий еще не дает основания для их отбора и включения в программу развития отрасли, поскольку эти мероприятия будут пока разрозненны, не будут учитывать сложного характера переплетения подцелей разного уровня для достижения общей цели. Некоторые мероприятия могут дать частный эффект на одном участке, но малый эффект в отрасли в целом или же не дать никакого эффекта за счет отставания других участков.

Эта трудность в значительной степени преодолевается в том случае, когда имеются взвешенные оценки относительной важности целей. Экономические оценки эффективности отдельных групп мероприятий получают, таким образом, поправку на вес данной цели в достижении общей цели отрасли, т. е. корректируются по оценкам социальным, техническим, технологическим и многим другим, которые мы назвали интуитивными только потому, что каждая из них не взвешивалась в отдельности и все они были агрегированы в общие оценки весов целей.

В этих случаях, когда не удалось выработать критерий эффективности развития отрасли, или же когда он в принципе не может быть рассчитан, отбор комплексов мероприятий, наилучшим образом ведущих к достижению целей отрасли, может осуществляться по одним лишь оценкам относительной важности целей. Как и в первом случае, это не дает непосредственной программы развития отрасли, но дает весьма интересные и полезные результаты, выявляя не только группы важных мероприя-

тий, относящихся к нетрадиционным для данной отрасли областям деятельности, подчас пренебрегаемым и забываемым, но и может указывать на принципиально новые направления деятельности отрасли в целом.

Совместное применение интуитивных оценок относительной важности целей и экономических оценок их эффективности и затрат дает уже весьма ощутимые практические результаты, во всяком случае лучшие, нежели традиционные методы расчета экономического эффекта или же громоздкие методы исследования операций. Это привело к выработке методики еще одного типа экспертных оценок, с помощью которой получают экономические оценки эффективности подцелей нижнего уровня или групп мероприятий в тех случаях, когда невозможно выведение общего экономического критерия. Эта процедура экспертных оценок, в ряде случаев применявшаяся в оценке проектов в системе ПАТТЕРН, получила название «состояние — срок». Помимо всех прочих оценок, эксперты должны дать также оценки состояний научно-исследовательских, опытно-конструкторских и испытательных работ по отдельным образцам новой техники и по техническим системам (рассматривались военные и авиакосмические системы), а также оценить их возможные состояния через определенные сроки при различных вариантах финансирования работ. Таким образом могут быть получены весьма обоснованные и точные оценки экономической эффективности мероприятий и целей нижнего уровня на основе сравнения эффекта каждого отдельного мероприятия и затрат на его реализацию. Однако процедура эта является чрезвычайно сложной и трудоемкой, она требует, по существу, проведения большого комплекса дополнительных частных технико-экономических исследований. Поэтому она не может быть рекомендована для разработки программ развития отрасли, а сфера ее приложения должна быть ограничена разработкой отдельных крупнейших и важнейших проектов в рамках отраслевых программ.

Окончательное усечение дерева целей сводится к ограничению числа целей и их содержательного состава до пределов, диктуемых наличием ресурсов и возможностями достижения целей с помощью ограниченного числа взаимосвязанных проектов. Для того чтобы от целей перейти к мероприятиям по их достижению, объединяе-

мым в ряде проектов, необходимо уже детально учесть характер взаимосвязей между целями. Можно отметить четыре вида взаимозависимостей между целями одного уровня:

1) взаимодополнение целей: цель *а* достигается только в случае достижения цели *б*, и наоборот;

2) взаимоисключение целей: достигается либо цель *а*, либо цель *б*;

3) безразличие целей: цель *а* достигается независимо от достижения цели *б*;

4) конкурентность целей: ограниченное количество ресурсов может быть направлено на достижение цели либо *а*, либо *б*. При анализе самого дерева целей вне зависимости от имеющихся ресурсов и планируемых мероприятий нет особых оснований для исключения или объединения отдельных целей, кроме экспертных оценок их относительной важности. При планировании мероприятий по достижению целей характер зависимости между ними выявляется особенно ясно и становится важнейшим признаком усечения дерева целей. При рассмотрении конкретных групп мероприятий и проектов удается произвести выбор между взаимоисключающими целями и тем самым отсечь целый ряд ветвей дерева. Взаимодополнение целей позволяет лучшим образом сгруппировать мероприятия и объединить их в комплексные проекты развития.

Основную проблему составляет отбор мероприятий для достижения конкурирующих целей, так как этот тип связей является преобладающим в дереве целей. Средством отбора мероприятий, удовлетворяющих наибольшему числу требований, ведущих к достижению наибольшего числа целей при затратах одинакового или близкого объема ресурсов, является анализ взаимной поддержки целей. Дело в том, что мероприятия, как правило, ведут к достижению не одной единственной цели, а различных целей, часто находящихся на разных уровнях и в разных ветвях дерева целей. Выявление таких мероприятий, которые ведут к достижению наибольшего числа целей, и представляет собой важнейшее средство обоснования проектов. Если дерево целей доведено до нижних уровней, то анализ взаимной поддержки целей обычно не представляет трудностей, так как одни и те же цели мероприятий появляются в самых различных вет-

вях Задача группы исследователей состоит в том, чтобы собрать из разных ветвей эти мероприятия, если даже первоначально им даны различные наименования, и отметить соответствующую взаимосвязь между целями различных уровней. Так, например, практически во всех ветвях дерева целей морского транспорта на нижних уровнях фигурируют комплексы мероприятий, связанных с дальнейшим развитием контейнерных перевозок.

Однако в некоторых случаях, особенно связанных с выбором направлений научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, исследовательская группа сама не может установить коэффициенты взаимной поддержки целей и в этом случае должна прибегать к дополнительной экспертизе. Эта экспертиза носит обычно ограниченный характер, к ней привлекается небольшое число специалистов и она связывается с оценкой «состояние — срок». В качестве вспомогательных инструментов, дающих весьма наглядное представление зависимости продвижения нескольких направлений исследований и разработок от определенного открытия, изобретения или изготовления опытного образца, используются матричные и сетевые модели разработок. В качестве примера можно привести результат, полученный в целом ряде советских и зарубежных исследований перспективных направлений научных исследований: весьма высокую оценку получают исследования в области лазерной техники, достижения которой ведут к развитию исследований и внедрению новых технологий в области энергетики, связи, космических исследований, медицины, метеорологии, целого ряда отраслей промышленности — горной добычи, металлургии, металлообработки, приборостроения, электроники и др.

Как оформляется комплексная программа развития отрасли? Построенное и проанализированное дерево целей само по себе не является ни планом, ни программой развития отрасли. Но с его помощью собирается, тщательно анализируется и отбирается вся информация, необходимая для разработки такого плана. Построение и анализ дерева целей объединяет и в значительной степени заменяет большое число отдельных технико-экономических исследований, необходимых для обоснования перспективного плана и программы развития отрасли, которые в своей совокупности обходятся значительно до-

роже и являются во много раз более трудоемкими, нежели работа с деревом целей. Кроме того, отдельные технико-экономические исследования по обоснованию перспектив развития отрасли, даже при высоком уровне их реализации, неизбежно будут фрагментарными, не смогут обеспечить того единства всех сторон рассмотрения процессов развития отрасли, которое достигается с помощью системного анализа и дерева целей.

Разработка комплексной программы развития отрасли на основе дерева ее целей представляет собой отдельный самостоятельный этап работы — преобразование дерева целей в комплексную программу развития.

Логика этого этапа работы сводится к перестроению системы целевой, фиксирующей лишь конечные состояния процессов, в систему динамическую, действующую. Цели при этом преобразуются в функции системы, а средства достижения этих целей, являющиеся подцелями нижних уровней, — в схемы, с помощью которых реализуются функции. Такого типа системы удобно представлять в матричном виде. В некоторых зарубежных системах планирования, базирующихся на методах системного анализа, например в американской системе планирование — разработка программ — финансирование, программы развития представляются в виде так называемых функционально-целевых матриц. Наименования строк таких матриц включают цели, взятые с соответствующих уровней дерева целей и переформулированные в функции. В колонках матрицы записываются взаимодополняющие или конкурирующие проекты, расписанные по отдельным мероприятиям, которые в своей совокупности образуют комплексную программу развития. В ряде случаев используется дополнительная правая колонка матрицы, где записываются критерии эффективности достижения целей данного уровня (по соответствующей строке матрицы), служащие для отбора конкурирующих мероприятий. В дополнительных колонках справа могут быть также записаны бюджетные ограничения, ограничения по различным видам ресурсов и некоторые дополнительные сведения, необходимые для выработки решений. Матрицы такого типа достигают весьма больших размеров, их эффективное использование предполагает обычно применение электронной вычислительной техники. Применение функционально-целевых матриц для плани-

рования предполагает существенную реорганизацию методов и форм работы органов управления и их совместную отладку в специально спроектированной системе управления. В отраслях народного хозяйства СССР пока не имеется опыта использования подобных форм планирования.

Поэтому целесообразно рекомендовать использование другой формы представления комплексной программы развития отрасли, а именно в виде сетевых моделей, которые апробированы и отлажены в целом ряде звеньев управления различных отраслей народного хозяйства СССР. Преобразование дерева целей в сетевую модель может осуществляться одновременно на нескольких уровнях дерева целей. Цели верхних уровней могут составить укрупненный «скелет» сетевой модели, включающий только так называемые ключевые события. При этом не требуется переформулировка целей, поскольку и цели в дереве, и события в сетевом графике формулируются примерно одинаково, как принято говорить, «в терминах завершенных работ». «Скелет» сетевого графика наращивается далее до полной сетевой модели путем построения частных сетей отдельных мероприятий, которые отбираются с нижних уровней дерева целей, и включения этих частных сетей в соответствующие участки общей сетевой модели. Естественно, что построение комплексной программы развития отрасли в виде сетевой модели требует соответствующего временного и логического анализа последовательности мероприятий по достижению целей отрасли.

Наличие обширной литературы по системам сетевого планирования и управления делает ненужным дальнейшее изложение техники работы построения программы развития.

Нетрудно заметить, что в отличие от плана развития отрасли, включающего главным образом производственные и строительные задания, комплексная программа развития отрасли, ориентированная на достижение ее перспективных целей, включает весьма различные мероприятия, относящиеся к различным сферам деятельности и предусматривающие ответственность разных органов управления. Для того чтобы программу развития отрасли далее можно было преобразовать в плановые задания для конкретных исполнителей, удобно эти разнородные

мероприятия расклассифицировать по пяти крупным группам:

экономические, связанные с совершенствованием экономики отрасли и ее подразделений, улучшением хозяйственного состояния ее организаций, совершенствованием методов хозяйственного расчета и стимулирования, развитием показателей планирования и учета и т. д.;

административно-правовые, связанные с правовым регулированием взаимоотношений данной отрасли с другими отраслями народного хозяйства, с разграничением ответственности и прав органов управления, совершенствованием взаимоотношений органов управления с предприятиями и т. д.

организационные, включая создание автоматизированных систем управления, совершенствование административных и экономических рычагов управления, организационных структур и методов работы органов управления;

строительно-монтажные, включая приобретение и ввод в строй новых производственных и иных фондов;

научно-технические: исследования и разработки, изготовление и освоение опытных образцов, модернизация производственных фондов, освоение более производительных технологий и организации производства.

Из этой классификации мероприятий нетрудно заключить, что комплексная программа развития отрасли отнюдь не заменяет ее перспективного плана, но существенным образом дополняет этот план, делая его целенаправленным и ориентированным, обеспечивая его более высокую эффективность.

Некоторые мероприятия, связанные с развитием системы хозяйственного расчета, изменениями в системе оплаты труда, с совершенствованием показателей планирования и учета, с осуществлением научных исследований и разработок, выходят за пределы компетенции органов управления данной отрасли и относятся к компетенции соответствующих государственных комитетов и других высших планово-экономических органов управления народным хозяйством. Некоторые вопросы могут быть решены путем согласования между данным министерством и другими министерствами и ведомствами. Значительная же часть вопросов может быть решена в пределах компетенции, предоставленной соответствую-

щему отраслевому министерству и подведомственным ему организациям. Для придания адресности целевым заданиям и разграничения ответственности в комплексной программе развития отрасли целесообразно провести группировку мероприятий по сферам компетентности:

1) правительственных законодательных и исполнительных органов;

2) государственных комитетов и комиссий;

3) межведомственного согласования;

4) отраслевого министерства;

5) хозяйственных организаций и предприятий отрасли.

Кто и каким образом отвечает за реализацию комплексной программы развития отрасли и какими методами осуществляется руководство ею, выходит за пределы нашего рассмотрения. Можно лишь указать на разработанные в СССР и апробированные в некоторых органах управления системы целевого руководства СКАЛАР и СПУТНИК, предусматривающие распределение ответственности и методы работы в реализации программ, оформленных в виде сетевых моделей [5; 6]. Системы такого типа могут быть реализованы в рамках отраслевого министерства.

Для чего еще можно использовать дерево целей развития отрасли? Построение дерева целей развития отрасли в целом не увеличивает, а скорее снижает объемы работ по технико-экономическому обоснованию перспективных направлений развития отрасли. Одновременно она дает ряд важных преимуществ, позволяя:

связать проблемы развития отрасли с основными актуальными проблемами развития народного хозяйства страны;

составить более полное и развернутое представление о целях и критериях развития отрасли и их взаимосвязи между собой;

выявить наиболее важные и актуальные проблемы планирования и управления развитием отрасли, представить себе развертывающуюся картину этого развития на фоне развития народного хозяйства страны и научно-технического прогресса, наметить генеральную линию развития отрасли;

из числа многочисленных вариантов научно-технического прогресса и экономического развития отобрать наиболее эффективные, разработать комплексную про-

грамму развития, включаемую в перспективный план отрасли;

выявить проблемы, имеющие наиболее важное значение для достижения целей, определить узкие места, т. е. комплексы задач, решение которых существенным образом влияет на достижение целей и требует особого сосредоточения усилий;

распределить имеющиеся ресурсы в соответствии с оцененной важностью различных целей для их наиболее эффективного использования;

распределить сферы ответственности за достижение целей и решение проблем;

разработать комплексные планы научно-исследовательских работ, в которых усилия сосредоточиваются на наиболее перспективных направлениях научно-технического прогресса, и осуществлять динамическую корректировку этих планов путем систематического ввода новых данных и экспертных оценок.

Существенное влияние может оказать системный анализ в отрасли, в том числе разработка дерева целей развития отрасли на направления и формы совершенствования управления в отрасли; внедрение современных научно обоснованных форм работы органов управления и их взаимодействия между собой; совершенствование организационных структур органов управления; совершенствование показателей планирования и учета; развитие и совершенствование хозяйственного расчета; развитие методов экономического стимулирования.

Результаты системного анализа могут быть также широко использованы в создании и последующем развитии автоматизированной системы управления в отрасли и ее организациях. Структура дерева целей может быть принята в качестве первого приближения для построения системы моделей отрасли, указывая на взаимосвязь и взаимоподчиненность моделируемых объектов и процессов. Нужно отметить и обратную зависимость — наличие моделей, решающих взаимосвязанный комплекс проблем отраслевого управления, упрощает и облегчает построение дерева целей. Если дерево целей доукомплектовано деревом критериев, то построенная по его структуре система моделей получает взаимосвязанный и отлаженный комплекс критериев оптимальности, специфических для каждого звена, но подчиненных общему критерию. Цели

и критерии, организованные в виде деревьев или матриц, могут служить основой не только структуры моделей планирования отрасли, но и системы моделей оперативного руководства. Работа, проделанная по построению и анализу дерева целей и последующей разработке на его основе комплексной программы развития, оказывает также непосредственное воздействие на методологию совершенствования информационных систем в отрасли. Поскольку информация для формирования целей и контроля за их достижением, очевидно, наиболее важна, то деревья целей и критериев могут служить средством отбора содержательного состава информации: кто, что, о чем должен знать в органах управления отраслью. Это, в свою очередь, дает основание для отбора источников и проектирования исходных массивов информации. Иерархия целей определяет ранжирование сообщений и режим их передачи. Формулировка целей и критериев содействует проектированию наиболее содержательных показателей учета и отчетности. Структура дерева целей может лечь в основу проектирования части каналов и технологии переработки информации, указывая, до какого звена управления и до какой степени агрегации должны доводиться сообщения. Цели нижнего уровня в дереве целей, которые указывают на взаимосвязанные группы мероприятий, могут послужить базой для синтеза сети задач отраслевого планирования при разработке отраслевой автоматизированной системы управления.

Глава IV
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕДИНЕНИИ И НА ПРЕДПРИЯТИИ

§ 1. ДИАГНОСТИКА ПРОБЛЕМ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЯ

Нужен ли системный анализ на предприятии? Если понимать под системным анализом все те сложные и трудоемкие процедуры, какие были описаны выше для исследования народнохозяйственных и отраслевых проблем, то применение их на предприятии представляется нецелесообразным и даже бессмысленным. Но на крупных и средних предприятиях имеется множество альтернативных путей развития и совершенствования производства, создающих проблемы большой сложности. В этих условиях во многих случаях системное исследование является не только желательным, но и необходимым.

Комплекс методов, направленных на совершенствование отдельной организации или предприятия, использующий понятийный аппарат теории систем, носит название метода диагностики. В отличие от собственно системного анализа, представляющего собой преимущественно научно-теоретическое исследование кабинетного типа, диагноз системы является полевым исследованием и базируется на непосредственном обследовании объекта: изучении конструкции и технологии, организации производственных процессов, изучении текущей документации и массовом выявлении и анализе мнений работников управленческого, научно-технического и производственного персонала обследуемого объекта.

Метод получил свое название по аналогии с медицинской диагностикой. Предполагается, что цели предприятия, объединения, организации достаточно ясны, но существует ряд проблем в организации их достижения.

Эти проблемы вызываются сложившимися недостатками существующей организации производства и управления, которые рассматриваются как болезни системы. Цель диагностики — установить симптомы этих болезней, опознать, идентифицировать заболевание, выявить причины и устранить их с помощью соответствующих средств «лечения».

Системный анализ и диагностика как по задачам, так и по методам взаимно дополняют друг друга и во многом переплетаются. В низших звеньях управления хозяйством — на предприятиях, в производственных объединениях — преобладающее значение имеет диагностика, поскольку цели этих объектов более или менее ясны и стабильны, а объекты непосредственно наблюдаемы. На более высоких уровнях — в отраслях, республиках, ведомствах — преобладающее значение имеют методы собственно системного анализа. В масштабах народного хозяйства в целом диагностика может иметь только вспомогательное значение для выявления некоторых проблем междуведомственных рассогласований и препятствий к продвижению информации, так как здесь объекты наблюдения — многочисленные и крупные органы управления — практически необозримы.

Методология диагностики за последние годы была отработана в СССР для промышленных предприятий и сформулирована в основных чертах для организаций среднего звена.

Основная проблема сводится к трудности человеческих коммуникаций внутри данной экономической системы: производственный и управленческий персонал может отлично знать свою работу, осознавать стоящие перед ним задачи, понимать проблемы, с которыми он сталкивается, но не иметь средств и возможностей непрерывно обмениваться информацией для получения цельного единого представления о системе. Здесь ясно вырисовывается роль группы исследователей, осуществляющих диагностический анализ: они специализированы на выявлении, анализе и обобщении этих знаний, на установлении недостающих коммуникаций и вооружены для этого специальным методом. Общее понимание дисфункций системы будет достигнуто в результате анализа, на стадии же первоначального обследования исследовательская группа может только собрать информацию о тех многочисленных

проблемах (расхождениях между желаемым и действительным), которые видятся и понимаются производственным и управленческим персоналом предприятия, у каждого на своем участке. Это еще не сама общая проблема предприятия – это ее симптомы, проявления на отдельных участках.

Те знания, которые имеются у производственного и управленческого персонала обследуемого предприятия, представляют собой огромный неупорядоченный массив конкретной технологической, технико-экономической, научной и иной информации, которая после соответствующей переработки дает решение проблемы. Те знания, которые имеются у исследовательской группы,— это только метод упорядочения и переработки этой информации. В ходе совместной работы по диагностическому анализу первоначально выявляются, систематизируются и классифицируются симптомы; на основе их анализа выявляются дисфункции, которые дают общий образ, «портрет проблемы»; на основе знания методов и средств наиболее эффективной реализации функций, имеющегося у работников исследовательской группы и собранного со слов работников обследуемого объекта, предлагается совокупность методов решения проблемы; разрабатывается план последовательной перестройки системы.

Наиболее типичным «портретом проблемы» является недоиспользование производственных возможностей предприятия со всеми многообразными симптомами: напряженность плана, недоиспользование оборудования, штурмовщина, сбои производственного процесса. В основу диагноза этой проблемы может быть положена методология системного анализа, изложенная в § 1 главы III применительно к отрасли. Для технологической системы предприятия исчисляются величина потенциальной, технической и фактической производственной мощности (S_1, S_2 и S_3) и соответствующие коэффициенты технического совершенства. Критерий эффективности получает выражение показателя потенциально достижимой скорости выпуска продукции. Это дает ясный ориентир в организации диагностического обследования и анализа. Их целью является выявление: где, на каких участках, за счет каких факторов и в каких объемах происходят потери скорости выпуска и какой комплекс мер должен быть реализован для ликвидации этих потерь.

Конечно, данная проблема может быть затемнена рядом других, она может быть не единственной и даже не главной, но ее постановка делает диагностическое обследование целенаправленным и эффективным.

Как организовать диагностическое обследование? Задача группы исследователей на стадии диагностического обследования заключается в том, чтобы собрать как можно больше полезных сведений от возможно большего числа лиц, знающих предприятие и способных осветить его деятельность с разных сторон.

На разных уровнях управления, в разных подразделениях предприятия, у разных смежников будут получены различные мнения, соображения, предложения — иногда прямо противоположные. Обязательным условием успеха работы является непредвзятость мнения исследовательской группы: любые полученные сведения, независимо от их источника, считаются равноценными и расцениваются лишь в качестве исходного материала для последующего анализа. Большое значение имеет строгое соблюдение технических правил обследования. Каждое высказывание любого опрошенного лица по определенному вопросу заносится на отдельную карточку. В результате могут скопиться многие сотни, а еще более вероятно — тысячи карточек. Единообразная фиксация получаемых сведений обеспечивает объективное отношение к ним в процессе последующего анализа. В то же время карточки представляют собой наиболее удобный инструмент систематизации и классификации тех весьма больших объемов информации, которые и порождают проблему понимания системы в целом. Весьма удобным является использование карт с краевой перфорацией. Для ускорения и облегчения работы может быть заранее предусмотрена система шифров.

Всякая попытка сэкономить усилия, избежать трудоемкой работы с картотеками и приступить к формулированию выводов уже на ранних этапах обследования, как правило, приводит к искажению результатов, к упущению важных аспектов проблемы.

В ряде инструкций по системному анализу и диагностике указывается на возможность применения анкетного метода опроса, однако нам не известен ни один случай успешного его применения. Применению анкетного метода препятствует множество факторов. Чтобы полученная

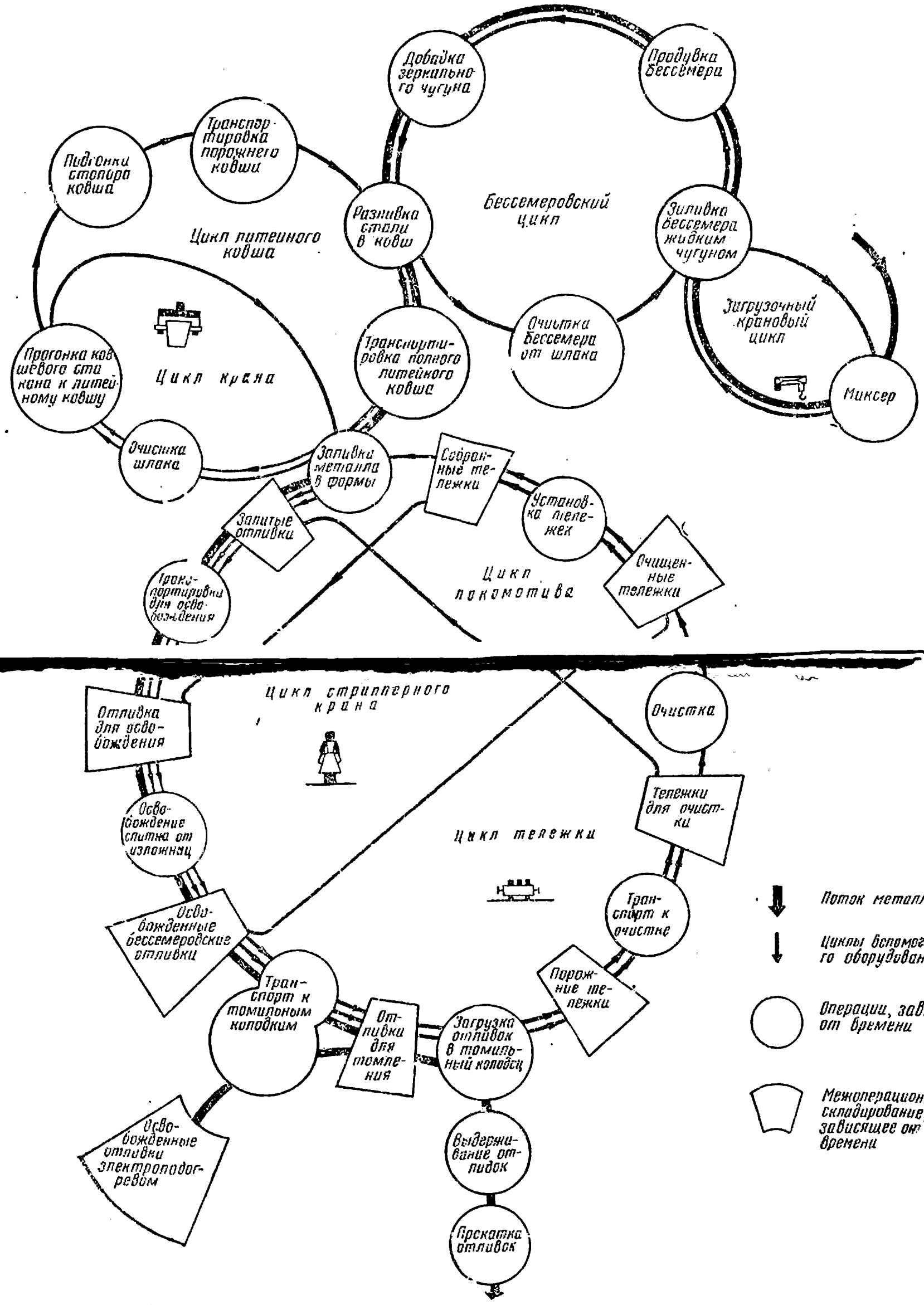


Рис. 12. Схема материального потока на примере сталелитейного завода

информация была содержательной, анкета должна включать большое число сложных вопросов. Тогда для обеспечения правильного ее заполнения необходима огромная предварительная разъяснительная работа или же написание весьма объемистых инструкций, которые вряд ли удастся заставить читать работников предприятия. Работники производства естественным образом избегают трудоемкой непривычной работы по заполнению анкет и чрезвычайно осторожно отвечают письменно на вопросы, связанные с критикой существующего положения, особенно руководства.

Никакие иные методы сбора сведений не могут заменить непосредственную беседу исследователя с работниками обследуемой организации.

Что выявляется в процессе обследования? Предприятие, производственное объединение призваны осуществлять процессы материального производства. Материальный поток производства должен быть основным в исследовании. Иногда он достаточно сложен, иногда не вполне рационален. Для начала нужно представить его логическую структуру, построить его модель, удобнее всего в виде графической схемы материального потока.

На рис. 12 представлен образец такой схемы для металлургического производства по бессемеровской технологии. Движение предметов труда показано в виде непрерывной линии от исходного сырья до готового продукта, циклы работы оборудования — в виде замкнутых окружностей. В определенных точках соприкосновения линий движения предметов труда с циклами работы оборудования отмечены основные технологические процессы — переделы металла. Эта схема технологического процесса является чрезвычайно удобным инструментом диагноза производственной системы. В период опроса она служит основой для последовательного сбора материала о рациональности организации технологических процессов и выявления узких мест в них. На этапе анализа схема такого типа служит основой для систематизации материала, полученного при обследовании, а сравнение с ней фактических технологических схем служит основанием для выработки рекомендаций по совершенствованию организации производства. По схеме материального потока производства удобно выявлять и анализировать участки, на которых имеет место потеря скорости выпуска.

Обследование удобно осуществлять, продвигаясь по схеме технологического процесса от ее начала — поступления предметов труда на склад сырья к концу — реализации готовой продукции, в некоторых случаях можно избрать обратный путь. По мере продвижения по схеме для каждого отмеченного на ней производственного звена и по технологическому процессу в целом выясняются следующие вопросы:

А. Технология производства

1. Соответствие фактической технологической структуры логической схеме производства, причины отклонений.
2. Синхронность движения средств труда и оборота оборудования.
3. Баланс мощностей технологических звеньев.
4. Пропускная способность технологических звеньев, причины возникновения узких мест.
5. Уровень технологии в каждом звене производства.
6. Неиспользуемое оборудование.
7. Укомплектованность производственных звеньев рабочей силой, резервы рабочей силы.
8. Синхронизация работы параллельных участков.
9. Обеспеченность заводским транспортом, рациональность маршрутов и порционность.
10. Причины пролеживания предметов труда между операциями.
11. Наличие нормального задела предметов перед каждым производственным звеном.
12. Увязка технологического цикла предприятия с технологическими циклами поставщиков и потребителей, резервы на случай нарушения сроков и условий поставок.
13. Ритмичность производственного процесса, меры борьбы со штурмовщиной.

Б. Экономика предприятия

1. Рациональность организации хозяйственного расчета на предприятии в целом и по подразделениям.
2. Увязка системы хозяйственного расчета с системой стимулирования на предприятии в целом и по подразделениям.

3. Меры по улучшению структуры основных фондов и оборачиваемости оборотных фондов.

4. Структура доходов и расходов предприятия, меры по повышению прибыльности.

В. Организация управления

1. Задачи управления и понимание их работниками управления.

2. Организация и структура управления, загрузка по отделам заводоуправления, увязка систем зарплаты и премиальных с производственными результатами предприятия.

3. Распределение обязанностей и ответственности по подразделениям и внутри них, обеспеченность правами, регламентация работы.

4. Разграничение функций между подразделениями заводоуправления, имеются ли спорные области, препятствия во взаимодействии, отношения с поставщиками и смежниками.

Г. Информационная система

1. Оценка обеспеченности информацией каждого подразделения в смысле ее объема и своевременности.

2. Излишние и недостающие документы, сроки их представления.

3. Трудности поиска информации (чертежей, документации на оснастку, на инструмент и т. д.).

4. Трудоемкие вычислительные процедуры, подлежащие первоочередной механизации.

Нетрудно представить, насколько большой и ценный материал может быть собран в результате массового опроса работников предприятия. Все эти мнения, соображения, предложения существовали на предприятии и до прихода на него исследовательской группы, однако технические, административные, психологические трудности коммуникаций не давали возможности их утилизовать. Задача исследователей заключается в том, чтобы зафиксировать и систематизировать весь этот материал и комплексно его переработать. Разобраться в нем, не запутать-

ся можно только при тщательной работе с картотеками. Вначале это вызывает трудности, пугает объемом работы, однако очень скоро сотрудники исследовательской группы совершенствуют технические приемы, вырабатывают удобные коды, строят свою информационно-поисковую систему. При должной постановке дела диагностическое обследование конкретного предприятия или объединения может быть проведено группой в 5—6 человек за 2—3 месяца.

Как осуществляется диагностический анализ? В результате обследования выявляются тысячи отдельных недостатков, собираются тысячи предложений по их устранению. Первый этап анализа заключается в систематизации карточек и выявлении основных проблем управления производством. На рабочих семинарах диагностической группы карточки зачитываются и раскидываются по разделам картотеки — сначала по укрупненным рубрикам, при повторном просмотре — по детальным рубрикам, для последних вводятся серийные шифры, могут быть построены вспомогательные деревья проблем, служащие мнемосхемами для быстрой систематизации материала.

Исследователи должны последовательно систематизировать материал, обобщая его в виде таблиц. Первой таблицей, где в укрупненном виде записываются результаты анализа материала, представленного в картотеках, является карта проблемы, включающая следующие рубрики: проблема, место (подразделение) ее возникновения, кем отмечается, в чьей компетенции ее решение, порождающие причины, влияние на производство, влияние на управление, периодичность проявления, предложения по решению, горизонт решения, затраты, выгода.

Дальнейшая систематизация материала обследования осуществляется в серии аналитических таблиц [30].

В зависимости от типа обследуемого предприятия и конкретных методов работы исследовательской группы может изменяться вид и содержание таблиц, однако в принципе удобно использовать таблицы четырех видов: формулировка целей, меры по достижению поставленных целей, препятствия к достижению целей, отобранные мероприятия по совершенствованию.

В результате бесед с начальниками подразделений и специалистами будут выявлены различные цели, которые могут подчас и противоречить друг другу. Однако

такие противоречия легко устраняются в ходе дальнейшего анализа, когда выявляются и систематизируются конкретные предложения по мероприятиям для достижения поставленных целей. Если руководители и специалисты иной раз по-разному формулируют цель, то обычно они бывают довольно единодушны в определении тех конкретных мер, которые должны быть осуществлены на предприятии.

Дело совершенствования предприятия и системы управления им является вовсе не таким простым, каким оно представляется по одной лишь таблице мероприятий по совершенствованию. Часть недостатков в работе сразу же бросается в глаза, но устранение их бывает иногда чрезвычайно трудным, поскольку они связаны с целым рядом смежных проблем, которые могут выходить далеко за пределы предприятия. Можно не сомневаться, что если зафиксированные мероприятия можно было бы легко осуществить, то они уже были бы осуществлены ранее. Поэтому чрезвычайно важно выявить факторы, препятствующие проведению этих мероприятий и мешающие работе предприятия. На первый взгляд они могут быть и не связаны непосредственно с намечаемыми мероприятиями, но в едином организме любой организации, по существу, нет независимых вопросов, и их взаимосвязь должна выявить группа диагностического анализа.

Следующей задачей диагностики экономической организации является группировка предлагаемых мероприятий по областям производства и управления и технико-экономический расчет их эффективности. В том случае, если невозможно дать точное технико-экономическое обоснование эффекта, можно прибегнуть к экспертной оценке. Для мероприятий в области совершенствования управления расчет эффективности гораздо более затруднителен, так же как и расчет затрат и ожидаемой экономии. Поэтому в этих случаях, по-видимому, всегда выгоднее использовать экспертные оценки, усредненный результат которых будет точнее, чем расчетная сумма экономической эффективности.

Что дает диагностический анализ? Отобранные мероприятия могут быть неравноценными как по эффективности, так и по величине затрат — стоимостных, трудовых и затрат рабочего времени. Некоторые из этих мероприятий требуют сложной и долговременной организационной

работы по привлечению специализированных организаций, проведению специальных обследований и других работ. Другие могут быть осуществлены своими силами и в короткие сроки. Поэтому на следующем этапе диагностического анализа целесообразно разделить отобранные мероприятия на три группы: мероприятия, которые могут быть немедленно реализованы и принести непосредственный эффект; мероприятия, которые связаны с проведением ограниченных исследований и разработкой некоторых специальных методов и технических средств; мероприятия, требующие комплексного обследования данной организации, специального проектирования, разработки, отладки и внедрения. Как правило, мероприятия, связанные с совершенствованием технологии и организации производственного процесса, включают более простые и автономные работы, которые обычно могут быть осуществлены своими силами.

Существуют хорошо отработанные и зарекомендовавшие себя методы совершенствования организации управления, которые в случае, если в них имеется нужда, могут быть внедрены практически немедленно (т. е. в течение нескольких месяцев при должной организации работ). Для мероприятий, которые связаны с проведением ограниченных исследований и проектно-конструкторских и иных работ, требуется уже более детальное обоснование их состава и структуры, для того чтобы можно было оценить затраты на них и их эффективность, а также последовательность работ, необходимых для их осуществления.

Общая логика процесса проектирования комплекса мероприятий по совершенствованию управления на основе диагностического анализа сводится в принципе к построению сводной таблицы главных выявленных дисфункций управления и подбору взаимосвязанного комплекса средств, с помощью которых одновременно решаются проблемы управления и система управления совершенствуется как единое целое. Комплексы методов и средств, с помощью которых совершенствуется система управления, можно назвать организационными механизмами, поскольку каждый из них проектируется и отлаживается с целью решения определенного круга задач.

Подробный анализ типичных недостатков управления и организационных механизмов управления, с помощью которых они устраняются, приведены в работе [30].

Построение программы совершенствования организации производства и управления может включать разработку форм, аналогичных тем, которые используются в комплексной программе развития отрасли: разделение сфер компетенции и ответственности за проведение мероприятий; группировку мероприятий по сферам деятельности (экономической, организационной, технической); построение календарного плана в виде сетевого графика, дополняемого деревом распределения ответственности за реализацию мероприятий. В методологическом плане целесообразно разделить мероприятия по трем сферам:

совершенствование системы экономического и организационного руководства, выработка методов и форм стимулирования;

отбор технических проектов и решений, совершенствование конструкций и технологий;

развитие и совершенствование информационной системы, создание АСУ.

§ 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

Что значит эффективная организация? Одной из задач системного анализа является проектирование организации, способной наиболее эффективным способом реализовать достижение народнохозяйственных целей. Системный подход вырабатывает принципиально новый подход к организации: она представляется не как структура подчинения со сложившимися или юридически установленными отношениями, а как средство решения проблемы, специально спроектированный механизм, служащий для мобилизации и наилучшего использования всех ресурсов для достижения поставленных целей. Организация есть способ разделения общей задачи, которую необходимо решить для достижения поставленных целей, на подзадачи, решение которых может быть поручено отдельным лицам, и способ наилучшего взаимодействия этих лиц в совместном решении задач. Задачей руководства организацией становится не только и не столько выработка решений, сколько конструирование самого процесса выработки решения на каждом уровне организации и координация этого процесса. В область так называемого организационного руководства переносятся методы, хорошо

известные в практике научно-исследовательской и инженерно-конструкторской деятельности, в разработке технических систем.

Как организовать эффективное управление для достижения целей? В основу конструкции организации кладется понятие ее цели, а управление получает новое определение как способ организации действий для достижения этой цели. Планирование представляется одним из способов этих действий для достижения целей. Поэтому первым и определяющим этапом планирования является формулирование и взаимоувязка целей на перспективу и на промежуточные периоды для управляемого объекта в целом и его подразделений. Процесс планирования приобретает новые черты: общий план расчленяется на иерархию взаимосвязанных целей — функций с локальными оптимумами. План обновляется непрерывно, а не только в конце планового периода и начале следующего. Основным здесь является контроль за достижением целей. Бюджет распределяется в соответствии со структурой целей, так же осуществляется и контроль за расходованием ресурсов.

Четко разделяются три группы функций, которым соответствуют три звена, или уровня управления:

на высшем уровне управления устанавливаются цели деятельности и развития объекта управления: предприятия, производственного объединения, отрасли и т. д.;

на среднем уровне разрабатывается программа достижения заданных каждому подразделению целей, распределяются ресурсы для их выполнения и контролируется их расходование и сроки реализации программ;

на низшем уровне управления разрабатываются и реализуются конкретные мероприятия, направленные на достижение промежуточных целей внутри программ в пределах выделенных ресурсов.

Организационная структура строится по принципу матрицы, где перекрестно налагаются друг на друга структуры — функциональная и обеспечивающая. Так, например, для организации, созданной с целью управления освоением новой территории, предусматриваются следующие функциональные подразделения: мелиорации, дорожного строительства, промышленного строительства, жилищного строительства и т. д. На эту функциональную структуру перекрестно наложится структура обеспечи-

вающих подразделений: труда и кадров, строительных механизмов, строительных материалов, транспорта и т. д. Принцип матричной организации управления широко используется в настоящее время в организации управления фирм и корпораций США и других развитых капиталистических стран. Эти фирмы отказываются от жесткого попродуктового принципа организации, когда учреждения или их подразделения ориентированы на выпуск и сбыт одного или нескольких продуктов. Они переходят к формам матричного управления, основанного на функционально целевом планировании, где выпуск продукции рассматривается лишь в качестве средства достижения некоторых заранее определенных целей.

В организации целевого типа понятия эффективности и оптимальности получают более четкий и определенный смысл. В целевой системе единый критерий оптимальности — это вся совокупность целей, характеризующих разные аспекты и разные уровни деятельности организации. Если эти цели структуризованы, например, в виде дерева целей, оценены и ранжированы в соответствии с оценками, если в организации распределена ответственность за достижение каждой конкретной цели, то каждый работник, ответственный за достижение своей цели и своей группы целей, получает возможность в меру своих знаний и опыта ставить задачи управления в пределах своих функций как экстремальные задачи: скорейшее достижение целей при заданных ресурсах или достижение фиксированной цели с минимальными затратами ресурсов. Принцип единственного, но неясно сформулированного критерия заменяется системой взаимосвязанных локальных критериев, соответствующих определенным классам задач, решаемых определенными работниками и связанных вместе общей структурой дерева целей.

Как проектируются экономические рычаги управления? Не следует забывать, что управление в экономике отнюдь не ограничивается решением сильно или слабо формализованных задач и выработкой приказов. Реализация планов осуществляется с помощью определенным образом сочетающихся административных и экономических рычагов управления.

Каждая производственная ячейка социалистического общества может с успехом работать в интересах всего народного хозяйства и в полном соответствии с общена-

роднохозяйственными целями. Для этого нужно лишь, чтобы собственные интересы каждой производственной ячейки совпадали с народнохозяйственными интересами. Это может быть достигнуто соответствующей настройкой контуров регулирования, что, конечно, труднее, чем разработка самого детализованного плана, однако и намного эффективней.

Наиболее универсальными и мощными рычагами экономического регулирования являются стоимостные и ценностные механизмы, но они являются далеко не единственными. В работах академика В. С. Немчинова и в целом ряде экономических и политико-экономических исследований советских авторов [21; 28] исследованы способы действия и взаимодействия этих регуляторов, здесь назовем лишь их наиболее крупные категории:

развернутая (более 20 типов) система оценок общественных фондов по их видам, на основе которой строится механизм финансово-кредитного регулирования;

система оценок ресурсов и условий производства (природных, трудовых, информационных и др.), на основе которой строится система рентных платежей и отчислений за пользование ресурсами;

система оценок потребительной стоимости, в которой осуществляется взаимодействие двух потоков информации — сопоставление объективных свойств товаров с точки зрения способов их потребления (товароведческие оценки) и субъективные оценки удовлетворения нужд потребителя (технологические и потребительские оценки).

экономико-математические оценки (балансовые меры пропорциональности и темпов развития, оценки оптимального плана и др.);

общественные оценки (оценки значимости в деревьях целей, социальные оценки, оценки безопасности и риска и др.).

Методология системного анализа пока лишь в незначительной степени использовалась для изучения действия и взаимодействия этих экономических регуляторов. Общая методология конструирования систем экономического регулирования является также делом будущего. Однако проектирование отдельных наиболее простых механизмов экономического регулирования на конкретных хозяйственных объектах представляется делом вполне

посильным для группы системного анализа, осуществившей этот анализ на объекте и хорошо изучившей его.

Сущность проектирования экономических рычагов управления на предприятии, в производственном объединении, а также в отрасли заключается в том, чтобы в пределах компетенции отраслевых органов управления связать показатели хозяйственного расчета всех без исключения производственных и управленческих звеньев, а также систему материального стимулирования с критерием эффективности деятельности системы в целом и с индивидуальными критериями эффективности деятельности каждой из подсистем.

Одним из направлений совершенствования экономического механизма предприятия или производственного объединения является проектирование и внедрение системы распределения прибыли между хозрасчетными подразделениями в соответствии с оценкой их вклада в приращение значения критерия эффективности. В условиях социалистического предприятия прибыль является не абсолютным показателем цели, а в конечном счете оценочным показателем вклада предприятия в достижение народнохозяйственных целей. Цели предприятия определяются местом его в общественном разделении труда, вложенной им долей в достижение народнохозяйственных целей. Поэтому нас интересует не только и не столько объем полученной прибыли, сколько то, каким путем она получена, в какой степени она отражает повышение интенсивности производства, внедрение достижений научно-технического прогресса, лучшее использование ресурсов. Для экономического объекта и всех его хозрасчетных подразделений способ формирования и распределения прибыли должен быть изучен, спроектирован и отлажен.

Роль подразделений в осуществлении производственного процесса отнюдь неравнозначна, и нет ничего вреднее, чем стричь их под одну гребенку, устанавливая для них одинаковые механизмы формирования прибыли. Вспомогательно-обслуживающие подразделения или подотрасли могут получать прибыль только путем ее перераспределения за счет основных подразделений. Если для них установить цель — максимизацию прибыли, можно полностью разладить работу производственной системы в целом. Для каждого из таких подразделений должна

быть сформулирована собственная производственная подцель, непосредственно вытекающая из цели системы в целом, и собственный критерий подсистемы, устанавливающий направление деятельности подсистемы в интересах достижения общей цели всей системы.

Критерий приращения скорости выпуска дает единственно достоверное средство оценки эффективности управления и вклада управленческих подразделений в повышение эффективности производства. При должной постановке системы учета представляется возможным определить, какая часть прироста скорости выпуска получена за счет интенсификации труда рабочих, а какая — за счет лучшего планирования, лучшей организации процесса производства, лучшего информационного взаимодействия с поставщиками, потребителями, смежниками. При соответствующей отладке системы коллективного и индивидуального стимулирования работников управления за ускорение выпуска продукции можно создать действительную материальную заинтересованность и в изучении современных методов и форм управления, и во внедрении их в практику работы, в создании АСУ.

Подобно тому, как показатели, оценивающие деятельность коллектива, конструируются применительно к каждому производственному подразделению, так и показатели экономического стимулирования могут быть сконструированы для каждой категории рабочих, инженерно-технических работников и служащих в зависимости от того, какой вклад может внести их деятельность в достижение цели организации. Премии распределяются в зависимости от вклада каждого члена коллектива в достижение общей цели, оцениваемого индивидуальным критерием. Имея столь совершенный инструмент, как дерево целей, можно весьма точно определить, в какой степени определенная группа работников или отдельный работник способствовали достижению целей, а с помощью дерева критериев — оценить стоимостной эквивалент этого вклада.

Как осуществляется организационно-правовое проектирование? Системы экономического управления почти никогда не проектируются заново, как правило, имеет место процесс более строгой и точной регламентации и совершенствования уже сложившейся системы управления, которая успешно реализует свои функции, но нужда-

ется в улучшении в связи с усложнением работы. Обычно проектирование организации связано с разработкой АСУ. Этот термин целесообразно расшифровать и рассмотреть в обратном порядке:

1) изучается и регламентируется процесс управления: определяются цели управления; функции, т. е. систематические действия для достижения этих целей; задачи, на которые распадаются эти функции; процедуры, осуществляемые регулярно для решения этих задач;

2) изучается и регламентируется система управления, т. е. определяется, кто ответствен за достижение целей; кто осуществляет функции управления; кто решает какие задачи; кто и каким образом реализует процедуры;

3) в последнюю очередь определяется, какие процедуры управления в принципе возможно и экономически целесообразно автоматизировать.

Литература по вопросам проектирования организационно-правовых структур насчитывает много наименований и детально освещает вопросы проектирования структур предприятий и производственных объединений. Здесь мы ограничимся основными выводами.

Наиболее совершенным инструментом представления целей организации является рассмотренное дерево целей.

Состав работ, ведущих к достижению целей, наиболее удобно представить в виде сети. Соответствующая группировка работ в сети определяет функции управления. Эти функции должны быть отнесены к определенным подразделениям аппарата управления. Для этого над сетью строится иерархическая система распределения ответственности за реализацию определенных последовательностей работ (участков сети), которые определяют функции производственных подразделений [5, 6].

Деятельность производственных подразделений обеспечивается работой вспомогательно-обслуживающих подразделений и отделов аппарата управления. Взаимосвязь их деятельности лучше всего отображается с помощью матриц, в частности упоминавшихся функционально-целевых матриц.

Для подразделений управления фиксируется ответственность за реализацию стадий производственного процесса и обеспечение деятельности других подразделений. Эта ответственность детализуется далее в регламент обязательно выполняемых действий, которые составляют обя-

занность подразделений. Для обеспечения возможности реализации этих обязанностей фиксируются права подразделений.

Конкретные процедуры, реализуемые должностными лицами, фиксируются в процедурных картах (методика их разработки наиболее ясно описана в работе [6]). Процедурные карты в наглядном графическом и текстовом виде дают ответы на следующие вопросы:

Кто отвечает за работу, выполняет ее, выделяет ресурсы?

Что должно быть сделано, какие ресурсы израсходованы?

Сколько должно быть произведено, израсходовано?

Когда должна быть начата и закончена работа?

Где должна быть произведена работа?

Как должна быть сделана работа, по какой технологии?

Как используются цели для организации эффективного управления? Как бы точно ни определялись цели организации, как бы эффективно ни принимались решения по выбору средств их достижения, предприятие или организация не будет работать эффективно, если игнорируются личные цели руководителей и исполнителей. То, что предприятия и организации состоят из людей и что люди руководствуются в своей деятельности прежде всего своими собственными целями и интересами, отнюдь не является новостью. Это настолько очевидно, что обычно выпускается из внимания. Особенно часто проявляется тенденция к забвению человеческой стороны производства и управления в мероприятиях, связанных с автоматизацией, в том числе разработкой автоматизированных систем управления. Инженеры и математики, ведущие эти работы, нередко механически переносят на систему экономического управления методы, приемы и сам подход технической кибернетики, рассматривая людей лишь в качестве элементов системы. С теоретических позиций это оправдано, если, однако, при этом помнить, что человек — это такой «элемент», который работает эффективно или малоэффективно.

Основатель этой науки Норберт Винер свою работу по кибернетике назвал «Человеческое использование человеческого существования» [8] (в русском переводе название было изменено — «Кибернетика и общество»).

Американский исследователь Д. Макгрегор в выпущенной в 1963 г. книге «Человеческая сторона предприятия» сформулировал концепцию «управления с помощью целей», в которой отмечается, что главная задача руководства — так организовать работу, чтобы человек достигал своих личных целей, направляя усилия на достижение целей организации [36]. Стенли Янг в вышедшей в 1966 г. книге «Управление — системный анализ» (в русском переводе название также изменено — «Системное управление организацией») [34], обобщил концепцию «управления с помощью целей» для любой управленческой деятельности и предложил некоторую конструкцию эффективной управленческой организации. Принципиально новым в его конструкции организации является то, что, помимо механизма выработки эффективных решений, организация должна включать еще два механизма: согласования и контроля. Объективные цели организации, выраженные, например, в виде дерева целей, могут не только не совпадать, но и конфликтовать с целями организации как совокупности индивидуумов, а также с целями отдельных работников. Функцией механизма согласования является «привязка» целей людей к целям организации, с тем чтобы побудить их работать с максимальной отдачей, с использованием всех творческих ресурсов. Механизм согласования должен распределять выгоды, приносимые совместной деятельностью организации, между ее работниками в соответствии с их вкладом в решение общей проблемы (имеются в виду не столько денежные выгоды, сколько так называемые социальные блага).

Механизм контроля совместно анализирует эффективность механизма решения проблем и механизма согласования и служит для их непрерывной настройки и совершенствования.

Таким образом, по Янгу, организации — самосовершенствующиеся механизмы выявления и решения проблем, которые полностью используют находящиеся в их распоряжении ресурсы, в том числе самый ценный ресурс — знания, умение, инициативу работников данной организации.

Практические меры по реализации эффективного управления с помощью целей включают целый ряд взаимосвязанных сфер деятельности, т. е. представляют собой специально спроектированную систему:

1. Цели организации должны быть сформулированы с предельной точностью и детализацией и доведены до каждого из подразделений.

2. Систематически выявляются личные цели, стремления, наклонности и способности руководителей и исполнителей всех рангов. Если характерным признаком бюрократизма является черствость и равнодушие к личным стремлениям работников, то в целевой организации чуткость становится организованной сферой деятельности. Личные контакты, систематические беседы с подчиненными становятся одной из основных обязанностей руководителя, включаются в его деловое расписание в качестве первоочередной работы. Содержанием бесед являются не указания и внушения подчиненным, а именно выяснение личных стремлений работников, их желаний к продвижению. В крупных учреждениях для систематической и квалифицированной работы в этом направлении могут быть созданы специальные подразделения, куда привлекаются подготовленные социологи и психологи. Многочисленные исследования, проведенные такими коллективами, выявили, что представление о том, что люди работают ради заработной платы, является грубым и примитивным (люди, не имеющие иных побуждений к работе кроме заработка, являются всегда наихудшими работниками). Для подавляющего большинства работников более мощными побудительными факторами являются стремление получить признание как специалиста в своей области, достижение авторитета, признание своих способностей, стремление добиться независимости и самостоятельности в работе, профессиональное, должностное и другое продвижение. Сильным побудительным мотивом является и стремление к получению ряда социальных благ через общественные фонды: улучшение жилищных условий, обеспечение досуга для занятия любимым делом и т. п.

3. Удовлетворение личных целей работника ставится в прямую непосредственную зависимость от достижения им целей организации. В процессе этого согласования между руководителями и подчиненными выдвигаются встречные обязательства, выявляются пути ускоренного достижения целей.

4. Функциями руководства верхнего уровня становятся главным образом формулирование, уточнение целей

организации и ее подразделений, работа с руководителями среднего ранга и контроль за тем, чтобы те, в свою очередь, осуществляли аналогичную работу со своими подчиненными. В случае их неумения наладить личные контакты с подчиненными могут привлекаться специалисты.

5. Устраняется по возможности мелочная опека над деятельностью подчиненных, она заменяется контролем за достижением ими промежуточных и окончательных целей. Выделяются ключевые области контроля, вся система контроля сильно облегчается.

6. Система стимулирования непосредственно связывается с достижением подразделениями, а также отдельными работниками промежуточных и окончательных целей.

Методы стимулирования расширяются, они учитывают индивидуальные запросы работников.

Управление с помощью целей — сложная система, требующая тонкой и тщательной отладки, подготовки специалистов, накопления опыта. Она не может быть внедрена в разовом порядке приказом, а должна стать систематической работой руководства предприятия и общественных организаций.

Как проектируется информационная система? Любой орган управления — будь то заводоуправление, управление производственным объединением, министерство или ведомство — это система переработки информации. От того, насколько четко будет спроектирована информационная система для данного органа, в значительной степени зависит эффективность его деятельности. Обычная ошибка проектировщиков АСУ сводится к тому, что функциональные подсистемы АСУ привязываются к административным подразделениям органа управления, а информационные проектируются под функциональные. В этом случае в АСУ навсегда закрепляются недостатки сложившейся системы управления — разрозненный характер информационных потоков и массивов, их многократное дублирование.

Информационная система должна быть единой, интегрированной. Ведь различные подразделения учреждения управляют лишь разными сторонами одного, единого производственного процесса, пользуются одной и той же информацией, обработанной в различных разрезах.

На рис. 13 представлена типовая структура информационной системы для органа управления, которая должна получить различные интерпретации для разных типов органов управления, видоизменяться в определенной степени в соответствии с особенностями данного органа.

Принципиальная схема информационной системы включает четыре подсистемы, которые, в свою очередь, состоят из определенных информационных механизмов.

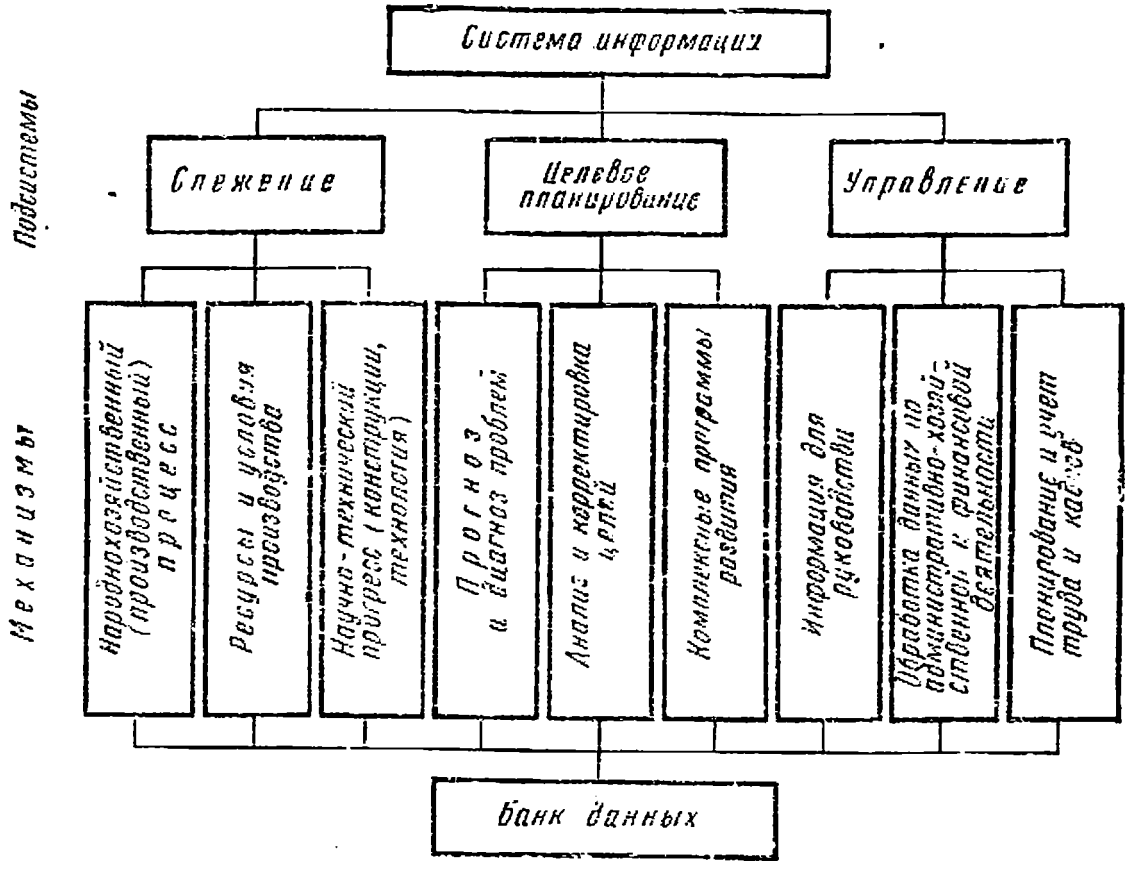


Рис. 13. Принципиальная схема структуры информационной системы

Первая подсистема — слежения — призвана обеспечить все подразделения органа управления своевременной, достоверной и соответствующим образом обработанной информацией, необходимой для осуществления всей текущей деятельности по управлению производственными и экономическими процессами. Она включает механизмы слежения за основным производственным процессом, за движением материальных ценностей в процессе производства и осуществлением производственных опера-

ций; второй механизм осуществляет слежение за условиями производства, состоянием и использованием производственных мощностей и ресурсов; третий — за развитием и совершенствованием процесса производства, изменением технологий, совершенствованием конструкций, изменением нормативов, перестройкой производственных связей.

Подсистема целевого комплексного планирования обеспечивает все подразделения управления информацией, необходимой для постановки и корректировки целей, разработки программ развития, перспективного планирования. Подробнее она будет рассмотрена в следующем параграфе.

Третья подсистема — обработки данных — предназначена для обслуживания внутренней деятельности аппарата управления, для улучшения и облегчения его труда. Она включает механизм подготовки и обработки информации для руководства, механизм комплексной обработки административно-хозяйственных данных, механизм обработки данных о труде и кадрах.

Четвертая подсистема — интегрированная система хранения и обработки данных, называемая также банком данных, обеспечивает единство массивов хранимой информации, общие процедуры ее поиска и представления, единые процедуры комплексной обработки. Она обеспечивает также совместимость и единство информационной системы данного органа управления с другими информационными системами в народном хозяйстве.

§ 3. РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ

Какую роль играет системный анализ в создании АСУ? Как средство выявления и структуризации проблем, формулирования и постановки целей развития системы управления системный анализ становится важнейшим инструментом разработки автоматизированных систем управления. Сложившийся к настоящему времени системный подход к разработке АСУ предполагает такую последовательность работ по ее созданию, где собственно системный анализ является первым и основополагающим этапом работы, а затем во все последующие этапы включаются отдельные методы и инструменты систем-

ного анализа. Логическая последовательность разработки АСУ включает следующие этапы, осуществляемые параллельно-последовательно:

1. Системный анализ проблем, целей и перспектив совершенствования системы управления и создания АСУ.

2. Диагностический анализ существующей системы управления, выявление актуальных первоочередных проблем, разработка плана последовательности мероприятий совершенствования управления.

3. Создание модели управления (желательно — полной модели управления), выбор принципиальных проектных решений на основе системного анализа вариантов, отбор типа системы.

4. Анализ и синтез сети задач, реализуемых АСУ.

5. Анализ и синтез коммуникационной сети и потоков информации, обеспечивающих решение полного комплекса задач в АСУ.

6. Моделирование объектов и процессов управления, интеграция задач управления и обеспечивающих их потоков информации, создание взаимосвязанного комплекса моделей оптимизации.

7. Выбор комплекса технических средств, с помощью которых можно реализовать полный объем операций управления в системе, их проектирование, внедрение, отладка.

Но это лишь принципиальная логическая последовательность работы, на практике процесс создания АСУ организуется таким образом, чтобы обеспечивалось постепенное накопление опыта работниками управления и разработчиками системы, освоение ими новых методов и средств работы, последовательное лучшее понимание целей и функций системы. На каждом этапе развития АСУ должна быть проста и понятна, на деле доказывать свое преимущество. Ее внедрение осуществляется последовательными пусковыми комплексами.

Поэтому АСУ надо рассматривать не столько как раз навсегда созданную вещь, сколько как процесс непрерывного совершенствования управления. Если принять этот тезис, то АСУ надо проектировать как непрерывно развивающуюся и совершенствующуюся систему, накапливающую опыт, и прежде всего проанализированный опыт, т. е. более правильные и четкие представления и понятия о сущности управления. Но для этого в АСУ должны

быть встроены механизмы самосовершенствования и накопления опыта, т. е. у самой АСУ должна быть подсистема, непрерывно осуществляющая системный анализ.

Какую роль играет системный анализ в оптимизации управления? Средством выбора оптимальных решений являются экономико-математические модели, которые отработаны для множества ситуаций управления. В том случае, если проблема слабо структуризована или информация и ее достоверность не позволяют применить экономико-математическую модель, средством выбора оптимального решения является системный анализ.

Сложный процесс синтеза системы экономико-математических моделей для развития автоматизированных систем управления может идти одновременно по нескольким направлениям. По-видимому, нереалистично стремиться к разовому внедрению законченного комплекса экономико-математических моделей оптимального управления объектом. Модели должны отрабатываться и отлаживаться, внедряться в практику постепенно и последовательно. Поэтому одним из путей комплексного экономико-математического моделирования и оптимизации процессов управления является синтез взаимосвязанных задач путем системного анализа процесса управления в конкретной организации.

Другим, параллельным путем является разблокирование полученной в результате системного анализа полной модели управления (см. табл. 4—5). Модель выбора оптимального решения может быть построена внутри одной области событий в пределах действия одного общего критерия оптимизации на определенном этапе процесса управления. Этот путь, так же как и первый, обеспечивает построение динамической, развернутой во времени системы оптимизационного управления.

Третьим путем комплексного экономико-математического моделирования для оптимизации управления является анализ дерева целей и выявление взаимосвязанных мероприятий, ведущих к достижению комплекса целей. Система моделей, привязанная к дереву целей, обеспечивает взаимосвязь моделей выбора решений между собой и в единой общей структуре.

Эти пути организации системы управления являются взаимодополняющими. Дерево целей ориентировано глав-

ным образом на задачи развития экономической системы. Полная модель управления сосредоточивает внимание исследователя на задачах управления текущим функционированием системы, устанавливая временные связи задач управления производственно-экономическим процессом и внешних связей данной организации по линии не только обмена информацией, но и координации решений.

Каким образом АСУ должна обеспечивать целевое управление? В развитых системах управления, отвечающих объективным условиям современных экономических и народнохозяйственных процессов и построенных на основе программно-целевого принципа, системный анализ должен стать неотъемлемой составной частью управления. Современная советская концепция целевого принципа организации процесса принятия экономических решений предполагает определение цели как исходного пункта этого процесса, а ресурсы и варианты их использования рассматриваются в качестве возможностей и способов достижения целей.

Соответственно в системах управления можно выделить три основные функции:

установление целей функционирования и развития объекта;

разработка программ, выполнение которых обеспечивает достижение целей;

распределение исходных ресурсов, необходимых для реализации программ.

Эти функции взаимосвязаны, так как, с одной стороны, установление целей требует обязательного учета средств их достижения, а, с другой стороны, средства не могут быть определены без установления целей. Средства должны быть обеспечены ресурсами, что требует определения стоимости и эффективности средств, где важнейшей характеристикой эффективности является степень достижения целей. Установление сроков достижения целей, а соответственно и сроков готовности средств их достижения (сроков выполнения программ), является дополнительным условием решения одной из центральных задач целевых систем: увязки перспектив развития с действиями в текущем периоде. Расчет полной стоимости программ позволяет определить перспективную потребность в ресурсах, что служит, в свою очередь, основой определения возможности достижения цели.

Постановка и анализ целей — первый этап плановой работы — является сложной и трудоемкой задачей. Сложившиеся органы управления мало подготовлены к решению задач такого типа, не обеспечены достаточной информацией, не обладают достаточным опытом и разработанными методиками. Согласно современным принципам проектирования АСУ функциональные подсистемы выделяются в следующих случаях:

для обеспечения решения органами управления задач, реализуемых систематически и требующих обработки больших объемов информации и сложных вычислительных или логических процедур;

для решения комплексных задач данным органом управления во взаимодействии и при непрерывном обмене информацией с другими органами управления (вышестоящими, смежными, подчиненными);

для обеспечения решения задач, которые являются существенно необходимыми в современных условиях, но для решения которых нет достаточных условий в существующих органах управления.

С точки зрения всех этих трех признаков является необходимой организация в АСУ органов экономического управления функциональной подсистемы целеобразования.

Как АСУ должна обеспечивать постоянное осуществление системного анализа? Предприятия, производственные объединения, как и другие экономические объекты, находятся в процессе непрерывного развития и совершенствования. Если внимание руководства сосредоточено исключительно на текущих производственных вопросах, то развитие пойдет путем постоянного появления диспропорций, их поспешного устранения с большими затратами ресурсов. Для того чтобы предприятие или другой экономический объект развивались нормально, необходимо в систему его управления встроить механизм, обеспечивающий систематическое выявление целей достаточно отдаленной перспективы, их обработку, разработку комплексных программ, отбор наиболее рациональных направлений использования ресурсов. Системный анализ на предприятии и в объединении, точно так же как в министерстве и ведомстве, должен стать постоянным видом деятельности, неотъемлемой функцией управления. В управленческом аппарате предприятий и других производ-

ственных объектов не предусмотрено никаких подразделений, которые осуществляли бы такую функцию. Именно потому ее реализация должна быть возложена на АСУ. Это мотивируется также необходимостью концентрации специалистов дефицитных профилей — по системному анализу, исследованию операций, моделированию и программированию — в научно-исследовательском подразделении, каким должен быть вычислительный центр АСУ. Большие объемы информации в процессах системного анализа должны быть переработаны на ЭВМ.

Система целеобразования должна быть выделена в качестве одной из функциональных подсистем АСУ. В методических материалах разработки АСУ органов управления намечены требования к такой подсистеме и основные проектные решения по ней. В настоящее время осуществляется разработка типового проекта подсистемы целеобразования в АСУ, который в проектных материалах получил название «Прицел» — подсистема планирования ресурсов и целей.

Подсистема целеобразования типа «Прицел» является необходимой составной частью АСУ органов управления союзного и отраслевого звена. Чрезвычайно большую роль может играть такая подсистема также в управлении промышленным объединением, АСУ НИИ, особенно отраслевого. Для промышленного объединения и научно-исследовательских и проектных организаций подсистему целеобразования в АСУ следует проектировать в отраслях, характеризующихся быстрым научно-техническим прогрессом, постоянным обновлением продукции, большим влиянием открытий и изобретений на диверсификацию производства. В отраслях с более или менее стабильным характером производства и неизменной технологией в АСУ предприятия или производственного объединения целесообразно предусмотреть разработку механизма целеобразования, действующего в рамках подсистемы перспективного планирования.

Зарубежный опыт подтверждает высокую эффективность подобных постоянно действующих механизмов системного анализа, встроенных в организацию.

Подсистема целеобразования в АСУ включает группу специалистов (от 3 до 10 специалистов по системному анализу и программистов), оформленную в качестве организационного подразделения вычислительного центра.

Эта группа не принимает самостоятельных решений, ее роль заключается в том, что она систематически готовит информацию для руководства предприятием или объединением, концентрируя внимание руководства на важнейших проблемах и обеспечивая его тщательно подготовленными и обоснованными вариантами решений. Сложной и трудоемкой является работа по построению дерева целей, разработке комплексной программы развития, проведению диагностического анализа, осуществляемая в первый раз. Но после того как эта работа проделана, накоплен соответствующий опыт и подготовлены специалисты, системный анализ на предприятии и в объединении становится функцией управления и включается в график работы как ВЦ, так и самого органа управления.

Нетрудно предвидеть, что в ряде случаев подобная специализированная группа, так же как и другие звенья АСУ, будет определенное время оставаться чужеродным телом в данном органе управления, и руководство будет обходиться без ее советов. Но такова судьба любых механизмов АСУ, всегда требуется время для их врастания в организацию. С одной стороны, руководители постепенно преодолевают тенденции «отталкивания» и начинают признавать, что без информации нового типа квалифицированное управление просто невозможно, с другой стороны, специалисты по системному анализу приобретают опыт постепенно и только со временем начинают давать более полезную информацию.

Необходимо систематически проводить технико-экономические исследования частных проблем объединения или предприятия с использованием методологии системного анализа.

Сюда включается оценка и отбор образцов новой техники, анализ конструкций, технологии, оценка различных вариантов планов организационно-технических мероприятий. Задачи подобного типа возникают на предприятии непрестанно, их многообразие вызывает обычно у работников управления затруднения, так как не существует подразделения, ответственного за решение подобного типа задач, и каждый раз формируются новые группы для решения каждой отдельной задачи. В подсистеме целеобразования обеспечивается единый организационный центр решения подобного типа задач, а системный анализ обеспечивает единую методологию их решения.

Разработочная таблица для сравнения и отбора вариантов (проектов, мероприятий, изделий, конструкций, технологий и др.) достаточно ясно характеризует универсальность метода системного анализа в решении самых разнообразных задач, связанных со сравнением и отбором вариантов (табл. 7). При системном анализе вариан-

Таблица 7

Таблица сравнения вариантов проблемы

Параметры \ Варианты	0	1	2	3
Расчетные капитальные затраты				
Среднегодовые эксплуатационные расходы				
Расчетный среднегодовой эффект				
Срок реализации				
Срок действия				
Срок окупаемости				
Срок удвоения				
Потери от нереализации				
Другие неизбежные потери				
Дисконтированные затраты и потери, приведенные к единому сроку				
Дисконтированный эффект, приведенный к единому сроку				
Коэффициенты относительной важности				
Общий показатель эффекта				

тов технико-экономические данные служат в качестве исходных. Они приводятся в сопоставимую стоимостную форму с помощью коэффициентов относительной важности целей, в которых уже учтены взаимовлияние и взаимодополнение различных направлений деятельности, а также на основе приведения затрат и результатов к единому сроку с соответствующим дисконтированием стоимостных показателей. Важной особенностью системного анализа вариантов является введение так называемого нулевого варианта, который означает ничего не делать, т. е. отказаться от реализации всех вариантов. Нулевой вариант характеризуется показателем потерь, которые несет предприятие или организация в результате того, что повсемест-

дение не будет осуществлено. Эти потери могут нарастать по годам, в таком случае для них используется общая норма дисконта, а общую сумму потерь рассчитывают на весь период от начала возникновения проблемы до единого расчетного срока сравнения вариантов. Введение нулевого варианта обеспечивает сопоставимость вариантов даже в том случае, если ни один из них не обеспечивает положительного эффекта, а все они предназначены для предотвращения возможных потерь (например, в результате ожидаемых неблагоприятных метеорологических условий, истощения ресурсов и т. п.). Однако вполне закономерно рассматривать в качестве потерь и прибыль, недополученную предприятием в результате того, что оно не освоило новый вид продукции, не использовало новую технологию, не внедрило изобретение.

Как предотвратить появление и разрастание проблем? Развивающаяся научно-техническая революция и развитие народного хозяйства повседневно порождают новые проблемы для предприятий, производственных объединений, органов управления всех звеньев. Если проблема вовремя не замечена, запущена, она неизбежно влечет большие народнохозяйственные потери: выпуск морально устаревшей продукции, поспешные исследования и опытно-конструкторские разработки, ломку планов производства, кооперации, финансирования и т. д. Всего этого можно избежать, если заранее предвидеть будущие проблемы на основе систематически отбираемой и пополняемой прогнозной информации, диагноза этих проблем и своевременной постановки новых целей, которые должны учитываться при разработке и корректировке планов и программ развития.

Некоторые виды производства обладают исключительной динамичностью, притом трудно заранее предвидеть, в каких областях жизни могут оказать влияние события на дальнейшие направления развития производства. Так, в некоторых приборостроительных производствах за 10 лет обновляется более 80% продукции. Это означает, что через 10 лет будут производиться новые приборы, работающие на основе новых физико-химических принципов, изготовляемые новыми технологиями, из новых материалов. На развитие предприятия могут оказать влияние открытия и изобретения в области фундаментальных наук, прикладных технических наук, в области военных кон-

цепций и военной техники, в области новых направлений потребительского спроса, связанных с социальными сдвигами, и т. д. Обработка столь сложной по составу информации представляет трудность не только для предприя-

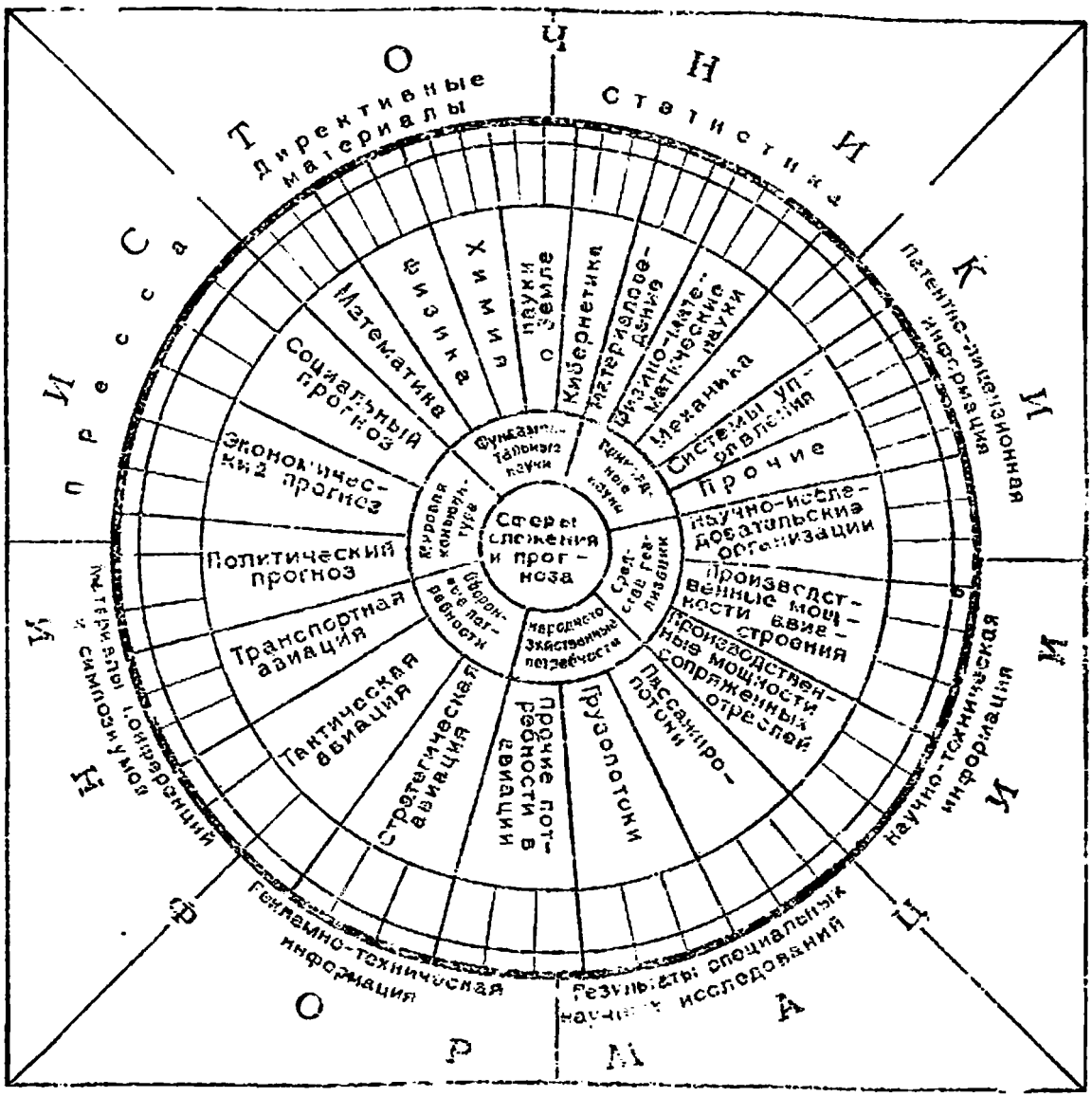


Рис. 14. Принципиальная схема работы подсистемы прогноза и диагностики проблем «Радар»

тия, но и для специализированного НИИ, и даже для отраслевого министерства. Эта обработка может быть осуществлена специализированным механизмом целевого прогноза проблем силами небольшого числа специалистов АСУ. Для АСУ некоторых отраслей разрабатывается специальный механизм целевого прогноза, который получил название «Радар» (рис. 14).

Круг, поделенный на шесть секторов, отображает критерии отбора прогнозной информации — что нужно знать, чтобы выявить и проанализировать будущую проблему предприятия, объединения или отрасли. Оставшееся поле квадрата на рисунке разделено на восемь частей, соответствующих восьми основным группам источников информации. Представим, что круг вращается, причем период одного оборота равен одному году. Из каждого источника информации отбираются необходимые сведения для каждого сектора круга, отражающего определенный аспект проблемы. Практически это значит, что в течение года группа специалистов последовательно осматривает горизонт по всем секторам общественной жизни, «засекая цели», т. е. отбирая сообщения, которые представляют наибольший интерес с точки зрения указанных выше критериев. После того как «цель засечена», т. е. получена информация о вероятном открытии или другом событии, которое может резко изменить постановку целей и программу развития предприятия или объединения, следует детальное рассмотрение этой цели с установлением всех основных взаимосвязей ожидаемого события. Так, например, после определения вероятности научного открытия устанавливается: в какие сроки оно может быть освоено прикладными научными исследованиями, какие технологические способы породит, какие новые товары могут быть произведены и какие из старых товаров будут вытеснены. Можно назвать сотни примеров таких ожидаемых областей прорыва (например, прямое преобразование атомной энергии в электрическую, передача электроэнергии в газовой плазме лазерного луча, вакуумная и безгравитационная металлургия и полупроводниковая техника и т. п.). Их нельзя не учитывать, разрабатывая долгосрочные программы развития и планы на 15—25 лет. В дальнейшем такие системы должны взаимодействовать между собой в отраслевом и межотраслевом масштабе через посредство общегосударственной автоматизированной системы переработки информации, для которой также разрабатывается соответствующий механизм.

Развитие систем перспективного обнаружения и анализа проблем является одним из важных шагов совершенствования системы планирования и управления.

Заключение

Каковы перспективы системного анализа? В Отчетном докладе ЦК КПСС XXIV съезду Л. И. Брежнев указал, что «назрела необходимость совершенствования методов планирования. Оно должно опираться на более точное изучение общественных потребностей, на научные прогнозы наших экономических возможностей, на всесторонний анализ и оценку различных вариантов решений, их непосредственных и долговременных последствий» [3, с. 67]. В числе тех средств, с помощью которых будут решаться эти задачи, указаны системный анализ и методы экономико-математического моделирования.

Можно назвать два фактора, которые действуют в направлении все более широкого распространения и систематического использования в экономическом управлении методов системного анализа. Первый — все более настоятельная необходимость этих методов, обусловленная расширением горизонта планирования, возрастанием роли научно-технического прогноза, переходом к методам комплексного планирования на основе долгосрочных программ развития, увеличивающейся вариантностью плановых и проектных решений. Другой фактор, способствующий все более широкому распространению методов системного анализа,— это расширяющиеся возможности его реализации в создаваемых и вводимых в строй автоматизированных системах управления.

В наиболее практически доступных формах (например, таблицах диагностических, анализа проблемы, сопоставления и отбора вариантов) методы системного анализа начинают уже сейчас систематически использоваться в работе некоторых предприятий, научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, в отраслевых и республиканских органах управления. Более сложные и трудоемкие методы системного анализа, связанные с необходимостью переработки больших объ-

емов информации (например, деревья целей и полные модели управления) находят практическое применение главным образом в процессе разработки автоматизированных систем управления, а в дальнейшем станут одной из функций, систематически реализуемых АСУ. В АСУ высшего уровня управления народным хозяйством методы системного анализа найдут широкое применение при постановке и анализе народнохозяйственных целей, в разработке комплексных программ развития на основе научно-технического прогноза.

В АСУ отраслевых и функциональных органов управления — министерств и ведомств, производственных объединений — эти методы будут использоваться для постановки и корректировки целей развития отрасли, выработки критериев оптимальности развития отрасли и составляющих их звеньев, для выбора основных направлений научно-исследовательской и производственной деятельности. В АСУ производственных объединений и предприятий методы системного анализа окажут существенную помощь в разработке планов развития и совершенствования организации производства и управления, в строительных программах, в выборе оптимальных технических и проектных решений. Чтобы методы системного анализа получили действительно повсеместное распространение, должен быть преодолен ряд трудностей, устранены некоторые недоработки в самих методах системного анализа, которые обусловливают их сложность и высокую трудоемкость.

Опыт системного анализа показывает, что реализация его в полном объеме чрезвычайно затруднена. Во всех проведенных исследованиях обычно осуществлялась лишь часть этапов. Однако и при этом возникают большие трудности, связанные с необходимость сбора и упорядочения больших объемов разнородной информации, анализ которой под силу только специалистам различных областей знаний. При этом объекты, для исследования которых требуется применять системный анализ, развиваются; нужно не просто один раз сформировать структуру целей, а постоянно корректировать ее с учетом новых потребностей, средств, ресурсов; требуется не один раз выбрать средства реализации поставленных целей, а при появлении новых средств и новых возможностей (новых технических средств, дополнительного финансирования и т. д.) решать вопросы о целесообразности введения этих

средств, целесообразности перестройки системы и т. д. Иными словами, системный анализ должен помочь создать постоянно действующие механизмы работы с целями, критериями и структурами сложных объектов, что практически неосуществимо без автоматизации основных процедур системного анализа. Особенно необходимо это становится при работе на общегосударственном уровне, однако весьма важно и на уровнях отрасли, и даже предприятия.

Вывод о невозможности анализа сложных деревьев целей без применения ЭВМ был сделан еще разработчиками методики ПАТТЕРН. Однако автоматизация процедур анализа необходима не только на этапе обработки оценок дерева. Дело в том, что сам процесс построения первоначального его варианта достаточно сложен и трудоемок. Человек, никогда не работавший с деревьями целей, как правило, не знает, с чего начать, как приступить к структуризации цели. Мы попытались сформулировать некоторые принципы этой работы. Однако невозможно предусмотреть все препятствия и трудности, которые возникают при конкретной работе с деревьями или могут возникнуть в конкретных случаях, для которых ранее метод не применялся.

Невозможно также сразу определить те признаки декомпозиции и последовательность их применения, которые позволяют сформировать устойчивое ядро дерева целей. Невозможно также гарантировать полноту дерева при построении его вручную, так как человек, желая уменьшить трудоемкость, непроизвольно стремится по возможности отбросить компоненты или признаки декомпозиции, которые кажутся ему наименее существенными. Это, как показывает опыт, может привести к потере целей (или при анализе структур — вариантов структуры). Устранить перечисленные трудности, исключить нежелательные потери, помочь передать опыт квалифицированных специалистов, накопленный ими в процессе работы с целями, может автоматизация процесса создания вариантов дерева целей, подлежащих анализу для выбора окончательной структуры целей, и создания вариантов структуры системы или технологических процессов, подлежащих анализу.

Практическая реализация этих автоматизированных процедур системного анализа должна быть возложена на

АСУ органов управления всех звеньев. Но АСУ смогут выполнить эту роль только в том случае, если в них будут отработаны и организационно оформлены соответствующие подсистемы, которые будут представлять совокупности фактических информационно-поисковых систем, связанных с подсистемами научно-технической информации, патентов, нормативов, а также подсистем контроля. Из них специалисты будут черпать информацию, необходимую для решения задач отбора проектных вариантов и реализации алгоритмов различных этапов системного анализа. Неизбежно эти подсистемы будут являться человеко-машинными, т. е. автоматизировать удастся не все этапы системного анализа, и необходимы будут развитые языки общения человека и ЭВМ и удобные формы вывода промежуточной информации на печать.

Что можно ожидать в будущем от формализации и автоматизации процессов системного анализа? Следует иметь в виду, что полностью формализовать и автоматизировать все этапы системного анализа невозможно. Точнее, в этом случае отпадает необходимость в применении системного анализа, так как будут получены наборы алгоритмов, позволяющих решать требуемые задачи. Это идеальный случай, самый эффективный случай применения системного анализа как методологии постановки и решения сложных задач, не решаемых сразу классическими методами оптимизации. Однако в большинстве реальных случаев алгоритмизировать все этапы не удастся, более того, наборы алгоритмов для каждого конкретного случая будут неодинаковы. Можно говорить только о стандартных приемах, формализованных и далее реализованных на ЭВМ, которые могут применяться в конкретных ситуациях по выбору исследователей, проводящих системный анализ. При этом каждому этапу может соответствовать несколько приемов. Эти наборы выявленных стандартных приемов реализации системного анализа позволят значительно ускорить его проведение, повысить объективность выбора вариантов решения, а в ряде случаев добиться алгоритмизации большинства этапов анализа конкретной проблемы.

Литература

1. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е.
2. Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е.
3. Материалы XXIV съезда КПСС. М., Политиздат, 1974.
4. Брежнев Л. И. Дело Ленина живет и побеждает. М., Политиздат, 1970.
5. Афанасьев В. Г., Чесноков В. С. Система целевого планирования — инструмент эффективного управления научными исследованиями. — В сб.: Научное управление обществом, вып. 6. М., «Мысль», 1972.
6. Беляков-Бодин В. И. и др. Системы «Спутник». — В сб.: Пути автоматизации научно-исследовательских работ. М., Изд-во АН СССР, 1968.
7. Брайт Дж. Менеджер и научно-техническое прогнозирование. — В сб.: Научно-техническое прогнозирование для промышленности и правительственных учреждений. Пер. с англ. М., «Прогресс», 1972.
8. Винер Н. Кибернетика и общество. Пер. с англ. М., Изд-во иностр. лит., 1958.
9. Горохов В. Г. Множественность представлений системы и постановка проблемы системного эталона. — В сб.: Системные исследования. М., «Наука», 1972.
10. Квейд Э. Анализ сложных систем. Пер. с англ. М., «Советское радио», 1969.
11. Ланге О. Введение в экономическую кибернетику. М., «Прогресс», 1968.
12. Лемешев М. О комплексных программах экономического развития. — «Вопросы экономики», 1972, № 2
13. Лопухин М. М. ПАТТЕРН — метод планирования и прогнозирования научных работ. М., «Советское радио», 1971.
14. Майминас Е. З. Процессы планирования в экономике: информационный аспект. М., «Экономика», 1971.
15. Мальцев В. Н., Розенталь В. О. К вопросу исследования проблем, решаемых в организации (на примере Министерства морского флота СССР). — В сб.: Информация и модели структур управления. М., «Наука», 1972.
16. Мангейм М. Л. Иерархические структуры. М., «Мир», 1970.
17. Мильнер Б. З. О новых тенденциях в управлении. — «США: экономика, политика, идеология», 1970, № 1.
18. Миллер Дж. Магическое число 7 плюс или минус 2. О некоторых пределах нашей способности перерабатывать информацию. Инженерная психология. М., «Прогресс», 1964.

19. Модин А. А. Диагностический анализ предприятия при создании АСУП. — «Экономика и математические методы», 1969, № 6.
20. Модин А. А. и др. Справочник проектировщика АСУП. М., «Экономика», 1974.
21. Немчинов В. С. Экономико-математические методы и модели. Т. 3. М., «Наука», 1965.
22. Оптнер С. Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. Пер. с англ. М., «Советское радио», 1969.
23. Паркинсон С. Волшебники делового мира. — «Неделя», 1970, № 23 (535).
24. Радвик Б. Военное планирование и анализ систем. М., Воениздат, 1972.
25. Самоорганизующиеся системы. М., «Мир», 1964.
26. Трапезников В. А. Вопросы управления экономическими системами. — «Наука и жизнь», 1969, № 1.
27. Федоренко Н. П. О методах социально-экономического прогнозирования. — В кн.: Методология прогнозирования экономического развития СССР. М., «Экономика», 1971.
28. Федоренко Н. П. Оптимальное планирование и совершенствование управления народным хозяйством. М., «Наука», 1969.
29. Хитч Ч. Руководство обороной. М., «Советское радио», 1968.
30. Черняк Ю. И. Анализ и синтез систем в экономике. М., «Экономика», 1970.
31. Черняк Ю. И. Информация и управление. М., «Наука», 1975.
32. Черняк Ю. И. Простота сложного. М., «Знание», 1975.
33. Черчмен У. и др. Введение в исследование операций. Пер. с англ. М., «Наука», 1968.
34. Янг С. Системное управление организацией. М., «Советское радио», 1972.
35. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. Пер. с англ. М., «Прогресс», 1974.
36. Mcgregor Douglas. The Human Side of Enterprise. N. Y., Sydney, Lnd, 1963.
37. Neuman J. V. Theory of Games and Economic Behavior. 1. Princeton 1944. 2. Princeton 1974.

Оглавление

Введение 3

Глава I. Метод системного анализа 9

§ 1. Когда необходим системный анализ? 9
§ 2. Понятийный аппарат системного исследования . . . 19
§ 3. Инструменты системного анализа 41

Глава II. Системный анализ народнохозяйственных проблем 61

§ 1. Анализ целей развития экономики 61
§ 2. Анализ народнохозяйственных процессов 76
§ 3. Создание новых систем в экономике 88

Глава III. Системный анализ в отрасли 102

§ 1. Критерий оптимальности развития и функционирования отрасли 102
§ 2. Построение и анализ дерева целей отрасли 117
§ 3. Разработка комплексной программы развития отрасли 132

Глава IV. Системный анализ в производственном объединении и на предприятии 150

§ 1. Диагностика проблем организации производства и управления 150
§ 2. Проектирование системы 162
§ 3. Развитие системы управления в автоматизированную 174

Заключение 185

Литература 189

Черняк Юрий Ильич.

Ч49 Системный анализ в управлении экономикой. М., «Экономика», 1975.

191 с.

Книга содержит изложение методов системного анализа и решаемых ими задач. Она написана на базе отечественного опыта и служит практическим руководством для проведения системных исследований проблем управления социалистической экономикой. В работе содержатся примеры исследований в основных звеньях управления народным хозяйством и по целому ряду отраслей производственной и непроизводственной сферы.

Книга рассчитана на руководителей промышленных предприятий и объединений, работников НИИ, разработчиков АСУ. Она может быть использована студентами экономических вузов и факультетов.

Ч $\frac{10804—221}{011(01)—75}$ 50—75 33С

Редактор Т. М. ГРАХОВСКАЯ
Младший редактор Т. Н. ОСИНА
Технический редактор Р. Ф. СОТНИКОВА
Художественный редактор А. Н. МИХАЙЛОВ
Корректор Г. М. ГАПЕНКОВА
Оформление художника И. ЖИРОВА

Сдано в набор 6/VIII 1975 г. Подписано к печати 24/XI 1975 г. А04357. Формат 84×108¹/₃₂. Печ. лист. 10,06+0.525 вкл. Уч.-изд. лист. 10,81, в т. ч. вкл. ч/бел. 0,52. Изд. № 3866. Цена 54 коп. Тираж 20 000 экз. Заказ 3804. Бумага типографская № 2. Темплан издательства «Экономика» 1975 г. № 50

Издательство «Экономика» 121864.
Москва, Г-59. Бережковская наб., 6.

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Хохловский пер., 7