

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова

Спицнадель В. Н.

ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Учебное пособие

Рекомендуется для межвузовского использования

«Издательский дом «Бизнес-пресса»
Санкт-Петербург
2000

УДК 303.732.4
ББК 65.05
С 72

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой Санкт-Петербургского государственного института точной механики и оптики (технический университет) Н. Д. Фролов

академик акмеологических наук, президент АРИСИМ, доктор технических наук, профессор Санкт-Петербургской государственной инженерно-экономической академии Р.Ф. Жуков

Спицнадель В. Н.

С 72 Основы системного анализа: Учеб. пособие. — СПб.: «Изд. дом «Бизнес-пресса», 2000 г. — 326 с.

ISBN 5-8110-0025-1

В учебном пособии представлены история развития и логико-методологические основы системного анализа. Рассмотрены практические основы использования системного анализа в науке, технике, экономике, образовании.

Рекомендуется для студентов, может быть полезно научным и инженерно-техническим сотрудникам, работающим в области разработки технических систем.

ББК 65.05
УДК 303.732.4

ISBN 5-8110-0025-1

© Спицнадель В.Н., 2000
© «Издательский дом
«Бизнес-пресса», 2000

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ

Глава 1. НЕОБХОДИМОСТЬ ПОЯВЛЕНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА, ЕГО СУТЬ И ТЕРМИНОЛОГИЯ

1.1. История развития системного подхода

1.2. Современный этап научно-технической революции (НТР)

1.2.1. НТР как система

1.2.2. Особенности современной науки

1.2.3. Создание технических систем — прогрессивное направление развития техники

1.2.4. Образование и его роль в НТП

1.2.5. Еще раз о науке в целом

1.2.6. Развитие технических систем как объект исследования, оценки и управления

1.3. Категориальный аппарат науки и системного анализа

1.3.1. Система

1.3.2. Связь

1.3.3. Структура и структурное исследование

1.3.4. Целое (целостность)

1.3.5. Элемент

1.3.6. Системный подход (СП)

1.3.7. Системный анализ

1.3.8. Другие понятия системного анализа

Глава 2. ЛОГИКА И МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

2.1. Логические основы системного анализа

2.2. Методология познания

2.2.1. Понятие о методе и методологии

2.2.2. Виды методологии и их создание

2.2.3. Методы системного анализа

2.2.4. Принципы системного анализа

2.3. Интегральный тип познания

ГЛАВА 3. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

3.1. Рабочие этапы реализации системного анализа

3.2. Цикл как фундамент мироздания

3.3. Теория циклов

3.4. ПЖЦ ТС — принцип и объект оценки и управления

3.5. Значение полного жизненного цикла

3.6. Организационные структуры управления

3.7. Некоторые практические результаты применения системного анализа

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Кто берется за частные вопросы, без предварительного решения общих, тот неминуемо будет на каждом шагу

бессознательно для себя «натывать» на эти общие вопросы. А натывать слепо на них в каждом частном случае — значит обрекать свою политику на худшие шатания и беспринципность.

В. И. Ленин

«Исследователь ощущает свое невежество тем больше, чем больше он знает...» — это парадоксальное замечание крупнейшего физика нашего времени Р. Оппенгеймера как нельзя более точно характеризует парадоксальную ситуацию в современной науке. Если еще недавно ученый буквально гонялся за фактами, то сегодня он не в силах справиться с их половодьем. Аналитические методы, столь эффективные при изучении частных процессов, уже не работают. Нужен новый, более действенный принцип, который помог бы разобраться в логических связях между отдельными фактами. Такой принцип был найден и получил название принцип системного движения или системного подхода (СП).

Этот принцип определяет не только новые задачи, но и характер всей управленческой деятельности, научное, техническое, технологическое и организационное совершенствование которой обусловлено самой природой крупного общественного и частного производства.

Многообразие и возрастающий объем стоящих перед нами задач хозяйственного строительства требует их взаимной увязки, обеспечения общей целенаправленности. Но этого трудно достичь, если не учитывать сложной зависимости между отдельными районами страны, между отраслями народного хозяйства, между всеми сферами общественной жизни страны. Более конкретно, 40% информации специалисту необходимо черпать из смежных областей, а подчас и отдаленных.

Уже сегодня системный подход используют во всех областях знания, хотя в ее различных областях он проявляется по-разному.

Так, в технических науках речь идет о системотехнике, в кибернетике — о системах управления, в биологии — о биосистемах и их структурных уровнях, в социологии — о возможностях структурно-функционального подхода, в медицине — о системном лечении сложных болезней (коллагенозы, системные васкулиты и др.) терапевтами широкого профиля (врачами-системщиками).

В самой природе науки лежит стремление к единству и синтезу знания. Изучение этого стремления, выявление особенностей этого процесса — одна из задач современных исследований в области теории научного знания. В современной науке и технике из-за их необычайной дифференцированности и насыщения информацией проблема концептуального синтеза приобретает особенно важное значение. Философский анализ природы научного знания предполагает рассмотрение его структуры, которое позволяет выявить пути и способы единства и синтеза знаний, ведущие к формированию новых понятий, к концептуальному синтезу. Изучая процессы объединения и синтеза научных теорий в сфере развивающихся наук, можно выявить их различные типы и формы. При первоначальном подходе к проблеме мы не усматриваем различия между единством знания и его синтезом. Заметим только, что понятие единства знания предполагает определенное его расчленение, его структуру. Синтез знания, понятный как процесс рождения нового, возникает на основе определенных типов объединения или взаимодействия его структурных форм. Иначе говоря, единство и синтез знания — лишь определенные ступени в развитии науки. Среди многообразия форм объединения знания, ведущих к синтезу, легко усмотреть четыре различных типа, иначе говоря, четыре типа единства научного знания.

Первый тип объединения состоит в том, что в процессе дифференциации знания возникают научные дисциплины, подобные кибернетике, семиотике, общей теории систем, содержание которых связано с выявлением общего в самых различных областях исследования. На этом пути происходит своеобразная интеграция знания, компенсирующая до некоторой степени многообразие и отграничение друг от друга различных научных дисциплин. Общеизвестно, что на этом пути синтезируется новое знание.

Рассматривая более детально такую интеграцию, мы можем наблюдать второй тип единства научного знания. Изучая генезис научных идей, мы замечаем тенденцию к методологическому единству. Эта тенденция заключается в методологическом продолжении одной специальной науки, т.е. в перенесении ее теории на другие области исследования. Этот второй путь к единству знания можно назвать методологической экспансией. Сразу же заметим, что эта экспансия, плодотворная на определенном этапе, рано или поздно обнаруживает свои границы.

Третий тип стремления к единству научного знания связан с фундаментальными понятиями, которые первоначально возникают в сфере естественного языка и включаются затем в систему философских категорий. Такого рода понятия путем соответствующих уточнений приобретают смысл исходных понятий формирующихся научных теорий. Можно сказать, что в данном случае мы имеем дело с концептуальной формой единства науки.

Последовательное развитие концептуального единства науки создает предпосылки для четвертого и в известном смысле самого существенного пути к единству и синтезу научного знания, а именно — пути разработки и использования единой философской методологии. Наука — это система многообразных знаний, и развитие каждого эле-

мента этой системы невозможно без их взаимодействия. Философия исследует принципы этого взаимодействия и тем самым способствует объединению знания. Она дает основание для высшего синтеза, без которого невозможен синтез научного знания на его более специальных уровнях исследования (Овчинников Н.Ф. Структурное единство и синтез научного знания в свете ленинских идей // *Вопр. филос.* 1969. № 10).

Возможны и другие подходы к проблеме единства и синтеза знания. Но так или иначе эта проблема нуждается в качестве предпосылки исследования в определенном истолковании природы науки. А она системна, так же как и окружающий нас мир, наше познание и вся человеческая практика. Следовательно, исследование этих объектов должно осуществляться с помощью методов, адекватных их природе, т.е. системных!

Системность мира представляется в виде объективно существующей иерархии различно организованных взаимодействующих систем. Системность мышления реализуется в том, что знания представляются в виде иерархической системы взаимосвязанных моделей. Хотя люди и являются частью природы, человеческое мышление обладает определенной самостоятельностью относительно окружающего мира: мыслительные конструкции вовсе не обязаны подчиняться ограничениям мира реальных конструкций. Однако при выходе в практику неизбежны сопоставление и согласование системностей мира и мышления.

Практическое согласование идет через практику познания (сближения моделей с реальностью) и практику преобразования мира (приближения реальности к моделям). Обобщение этого опыта привело к открытию диалектики; следование ее законам является необходимым условием правильности нашего познания, адекватности наших моделей. Современный системный анализ исходит в своей методологии из диалектики. Можно выразиться более определенно и сказать, что системный анализ есть прикладная диалектика. С появлением системного анализа философия перестала быть единственной теоретической дисциплиной, не имеющей прикладного аналога. С практической же стороны прикладной системный анализ является методикой и практикой улучшающего вмешательства в реальные проблемные ситуации.

Для подлинно высшего образования возникновение и развитие системного анализа имеют ряд важных последствий.

Во-первых, важный этап исследования реальных ситуаций и построения их моделей (разных уровней — от вербальной до математической) является общим для всех специальностей. Для этого этапа системный анализ предлагает подробную методику, овладение которой должно стать важным элементом в подготовке специалистов любого (не только технического, но также естественного и гуманитарного) профиля.

Во-вторых, для некоторых инженерных специальностей, прежде всего связанных с проектированием сложных систем, а также для прикладной математики системный анализ в скором будущем, очевидно, станет одним из профилирующих курсов.

В-третьих, практика прикладного системного анализа в ряде стран убедительно показывает, что такая деятельность в последние годы становится для многих специалистов профессией, и уже в некоторых университетах развитых стран начат выпуск таких специалистов.

В-четвертых, чрезвычайно благоприятной аудиторией для преподавания системного анализа являются курсы повышения квалификации специалистов, проработавших после окончания вуза несколько лет на производстве и на собственном опыте испытавших, как непросто иметь дело с проблемами реальной жизни.

Введение системного анализа в вузовские учебные планы и учебный процесс связано с преодолением некоторых трудностей. Главные из них — преобладание технократического подхода в инженерном образовании, традиционно аналитическое построение наших знаний, специальностей, отраженное в дисциплинарной организации факультетов и кафедр, нехватка учебной литературы, неосознанность существующими фирмами потребности иметь профессионалов-системщиков в своих штатах, так что таких специалистов готовить вроде бы не для кого. Последнее не случайно, ибо, по социологическим опросам, лишь 2—8% населения владеет (стихийным) системным анализом.

Однако жизнь берет свое. Резко возросшие требования к качеству подготовки выпускаемых высшей школой специалистов, необходимость междисциплинарного подхода к решению сложных вопросов, нарастание глубины и масштабности проблем при ограничении сроков и ресурсов, отводимых на их решение, — все это значимые факторы, которые сделают преподавание системного анализа необходимым, более того, неизбежным (Тарасенко Ф. Введение к статье Р. Акоффа «Рассогласование между системой образования и требованиями к успешному управлению // Вестн. высш. шк. 1990. № 2). А психологическую инерцию, которая всегда стояла на пути нововведений, можно преодолеть только пропагандой новых идей, ознакомлением широкой педагогической, научной и студенческой общественности с существом нового, пробивающего себе дорогу. Будем надеяться, что предлагаемое пособие сыграет свою роль в том, чтобы привлечь внимание студентов и преподавателей к некоторым особенностям системного анализа. Тем более системный анализ перспективен и для гармоничного развития личности, для получения студентом представления о научной картине мира (НКМ) как целостного усвоения знаний по основам наук, и для формирования научного мировоззрения, и для понимания знаний! Именно непонимание ведет к утрате желания многих учиться, потере престижа высшей школы.

Обобщая сказанное, можно сделать твердый вывод о необходимости введения в современное образование дисциплины «системный анализ» — как в виде одного из общих курсов в фундаментальной подготовке студентов и слушателей, так и в виде новой специальности, существующей пока лишь в нескольких вузах мира, но, несомненно, являющейся весьма перспективной.

Изучение системного анализа предлагается начать с ознакомления опорных сигналов (по В.Ф. Шаталову). Почему? Весь окружающий нас

мир имеет системную (нелинейную) природу. Поэтому составляющие его объекты, явления и процессы должны объективно отражать его реалии, т. е. быть также системными, нелинейными. Однако современная система (какой парадокс в названии!) высшего образования построена по линейному принципу — и в этом ее существенный недостаток. Он может изживаться постепенно, через переход от линейных к нелинейным формам. Путей этого движения много. Один из них — разработка и изучение опорных сигналов, представляющих собой нелинейный текст (гипертекст!), за которое отвечает правое полушарие мозга человека, создающее полнокровный и натуральный образ мира. Именно опорные сигналы фиксируют и интенсифицируют самостоятельную работу студентов, в том числе и в направлении изучения и понимания системного анализа.

Опорные сигналы (ОС) — это специально закодированное и особым образом оформленное содержание темы, раздела или дисциплины в целом. Принципами кодирования являются:

извлечение квинтэссенции материала;

представление материала в наиболее удобном для изучения виде.

Опорные сигналы для изучения системного анализа

1. *Сведение множества к единому — в этом первооснова красоты* (Пифагор, древнегреческий ученый, профессор).

2. *Глубина прозрения и элегантность гипотезы — почти всегда следствие общности* (В. Дружинин, профессор; Д. Конторов, профессор).

3. *Современным мудрецом следует считать того, кто в состоянии увидеть общее в тех вещах и явлениях, которые другим представляются различными и совершенно несравнимыми* (Ф. Вольтер, французский философ).

4. *Те, кто задерживаются только на «деталях» познания, обретают «печать духовного убожества»* (Жюльен Офре Ламерти, французский философ и врач, представитель французского материализма).

5. *...Различные вещи становятся количественно сравнимыми лишь после того, как они сведены к одному и тому же единству. Только как выражения одного и того же единства они являются одноименными, а следовательно, сравнимыми величинами* (К. Маркс, Ф. Энгельс, немецкие философы).

6. *В недалеком времени общество будет иметь «одну науку». Представители ее не сверхуниверсалы, все знающие и все умеющие. Это будут высокообразованные, эрудированные люди, обладающие глубокими представлениями о развитии науки и общества в целом, знающие основные пути и возможности познания через «себя» (человека) всей природы. В то же время они будут универсалами в какой-то одной или группе отраслей* (К. Маркс).

7. *Единство природы обнаруживается в поразительной аналогичности дифференциальных уравнений, относящихся к разным областям явлений* (В. И. Ленин — основатель советского государства).

8. *Факты в науке и технике, если взять их в целом, в их связи, не только «упрямая», но и безусловно доказательная вещь... Необходимо*

брать не отдельные факты, а всю совокупность относящихся к рассматриваемому вопросу фактов, без единого исключения. Мы никогда не достигнем этого полностью, но требование всесторонности предостережет нас от ошибок и от «омертвления» (В. И. Ленин).

9. *Кто берется за частные вопросы, без предварительного решения общих, тот неминуемо будет на каждом шагу бессознательно для себя «натывать» на эти общие вопросы. А натывать слепо на них в каждом частном случае — значит обрекать свою политику на худшие шатания и беспринципность (В. И. Ленин).*

10. *Наука представляет собой единое целое. Ее разделение на отдельные области обусловлено не столько природой объектов, сколько ограниченностью способностей человеческого познания. В действительности, «существует непрерывная цепь от физики к химии, через биологию и антропологию к социальным наукам, цепь, которая ни в одном месте не может быть разорвана, разве лишь по произволу» (разрядка моя. — В.С.) (М. Планк, немецкий физик, лауреат Нобелевской премии).*

11. *Цель современной науки — раскрыть внутреннюю связь и тенденции, открыть законы, объективную логику этих изменений (В. И. Ленин).*

12. *Цель современной науки состоит в том, чтобы видеть общее в частном и постоянное в переходящем (К. Уайтхед, канадский профессор).*

13. *...Необходим комплексный, системный подход к выработке ответственных решений. Мы приняли такой на вооружение и будем последовательно проводить его в жизнь (Л. И. Брежнев, Генеральный секретарь ЦК КПСС).*

14. *Наука серьезно обогатила теоретический арсенал планирования, разработав методы экономико-математического моделирования, системного анализа и др. Необходимо шире использовать эти методы... Это делает важным не только производство соответствующей техники, но и подготовку значительного числа квалифицированных кадров (А. И. Брежнев).*

15. *Среди самых насущных проблем развития современной науки одно из первых мест занимает и н т е г р а ц и я научных знаний. Она находит свое выражение в выработке общих понятий, принципов, теорий, концепций в создании общей (разрядка моя. — В.С.) картины мира. Бурный процесс появления общих теорий отдельных видов знаний обуславливается в первую очередь интересами повышения их эффективности и способностью их уплотнения (В. Турченко, философ).*

16. *Синтез различных наук оказался в высшей степени плодотворным. Данная тенденция становится важнейшей, ибо наиболее крупные открытия нашего времени сделаны на стыках различных наук, где родились новые научные дисциплины и направления (М.Г. Чепиков, философ).*

17. *Процесс интеграции приводит к выводу, что многие проблемы получают правильное научное освещение только в том случае, если они будут опираться одновременно на общественные, естественные и технические науки. Это требует применения результатов исследования разных специалистов — философов, социологов, психологов, эконо-*

мистов, инженеров... Именно в связи с процессами интеграции возникла потребность развития системных исследований (В.Н. Садовский, философ).

18. *Метод целостного подхода имеет важнейшее значение в становлении более высокой ступени мышления, а именно перехода от аналитической ступени к синтетической, которая направляет познавательный процесс к более всестороннему и глубокому (разрядка моя. — В.С.) познанию явлений (И.В. Блауберг, философ; Б.Г. Юдин, философ).*

19. *Главная цель любой науки состоит в том, чтобы свести самое удивительное к обычному, чтобы показать, что сложность, если смотреть на нее под верным углом, оказывается лишь з а м а с к и р о в а н н о й (разрядка моя. — В.С.) простотой, чтобы открыть закономерности, скрывающиеся в кажущемся хаосе. Но эти закономерности могут быть очень сложными по своему представлению или содержать такие исходные данные, которых не хватает для осуществления какого-либо расчета (Э. Квейд, американский системщик).*

20. *Мыслительная деятельность отдельного Человека тем продуктивнее и логичнее, чем полнее и глубже он усвоил в с е о б щ и е (разрядка моя. — В.С.) категории мышления (В.В. Давыдов, профессор).*

21. *В природе нет отдельно существующих техники и технологии, физики и биологии, исследования и проектирования (М. Планк).*

22. *Явления природы, как правило, комплексны. Они ничего не знают о том, как мы поделили наши знания на науки. Только всестороннее рассмотрение явлений с точки зрения физики, химии, механики, а иногда и биологии позволит распознать их сущность и применить на практике (Н.Н. Семенов, академик).*

23. *НТР выявила ряд интеллектуальных «болезней». Одна из них — узость профессионального сознания. В любой области научно-технической деятельности нельзя сделать что-либо существенное, если сосредоточить внимание и усилия на узком месте. Сужение поиска — условие как будто грамотного решения проблемы. Но постоянное участие специалистов в такого рода программах нередко приводит к тому, что они теряют панорамное видение всего фронта работ. Возникает «глухота специализации», которая при неблагоприятных условиях может перерасти в «заболевание», названное К. Марксом «профессиональным кретинизмом». Не случайно, что именно он заложил принципы СП при анализе капиталистического производства. Его «Капитал» — первое фундаментальное системное исследование структуры общества (Е. Жариков, профессор).*

24. *Системный подход к явлениям — одно из важнейших интеллектуальных свойств человека (В.Н. Спицнадель, профессор).*

25. *Чтоб жизни суть постичь*

И описать точь-в-точь,

Он, тело расчленив,

А душу выгнав прочь,

Глядит на части. Но...

Духовная их связь

Исчезла, безвозвратно унеслась!

Г. Гете, немецкий поэт

*В одно мгновенье видеть вечность,
Огромный мир — в зерне песка,
В единой горсти — бесконечность
И небо — в чашечке цветка.*

У. Блейк, английский философ и поэт

26. *Подход научный — значит системный!!!* (В.Н. Спицнадель).

27. *Мир, наше познание и вся человеческая практика имеют системную природу. Информация идет из окружающего мира. Мы — мыслим. Необходимо согласование системности и мышления. Но мышление обеспечивается образованием. Следовательно, и оно должно быть системным!!!* (В.Н. Спицнадель).

28. *Была подорвана престижность инженерного творчества, растеряны всемирно известные отечественные школы разработчиков техники. Сложилась порочная философия подражания и посредственности. В результате часть продукции не отвечает современному уровню науки и техники. В чем же... корни сложившегося положения с техническим уровнем создаваемых машин? Прежде всего в том, что по существу до сих пор у нас отсутствовал системный анализ новейших мировых достижений* (М.С. Горбачев, Генеральный секретарь ЦК КПСС).

29. *Считаю, что в этом виновата и высшая школа, не готовя соответствующих специалистов. В передовой статье «На путях перестройки высшего образования» (Вестник высшей школы. 1986. № 7) отмечается, что «...сейчас впервые предложены решения, базирующиеся на системных позициях* (В.Н. Спицнадель).

30. *Важный этап системных исследований реальных ситуаций и построения их моделей является общим практически для всех специальностей;*

для инженерных специалистов, связанных с проектированием СТС, также для прикладной математики системный анализ в скором будущем (чего ждать, и так опоздали. — В. С.) очевидно, станет одним из профилирующих курсов;

практика прикладного СА в ряде стран убедительно показывает, что такая научно-техническая деятельность (НТД) в последние годы становится для многих специалистов профессией, и уже в нескольких университетах развитых стран начат выпуск таких специалистов;

чрезвычайно благоприятной аудиторией для преподавания СА является ИПК специалистов, проработавших после окончания вуза несколько лет на производстве и на собственном опыте испытавших, как непросто иметь дело с проблемами реальной жизни (Ф.П. Тарасенко, профессор).

Трудности введения СА в уч/процесс: традиционно аналитическое построение наших знаний и специальностей, отображенное в организации факультетов и кафедр. Поэтому руководители не знают сущности СА! Доклад в ЛГУ: «Кто мыслит системно?» Ответ: 8% руководителей Северо-Запада (В.Н. Спицнадель).

31. *В чем же заключается важность СА? Прежде всего — для принятия оптимальных решений* (В.Н. Спицнадель). *Половина*

беспокойства в мире (а следовательно, и болезней) происходит от людей, пытающихся принимать решения без достаточного знания того, на чем основывается решение. Решение должно быть не любым, а оптимальным. Но нельзя принять оптимального решения в рамках предметного знания! (А. Рапопорт, канадский профессор).

32. *Я не знаю ни одного завершеного системного исследования в технике* (А.И. Берг, академик).

33. *Современные системные исследования, к сожалению, остаются либо частнонаучными разработками, либо концентрируются вокруг формальных методологических вопросов* (В.П. Кузьмин, профессор).

34. *Исключая единичные случаи, необходимо признать, что системная методология редко используется в массовом масштабе и для большинства разработок... характерно эмпирическое развитие метода проб и ошибок* (И.М. Макаров, академик).

35. *Системный подход легко провозглашается в общем виде, но очень трудно реализуется в конкретной форме, т. к. многоаспектная ориентация требует специальной научной, организационной, технической, педагогической подготовки и др. условий в совокупности с целенаправленными мероприятиями по ресурсному обеспечению системной деятельности. Подчеркнем, единой и непрерывной системной деятельности, начиная от исследования конкретного объекта и кончая ликвидацией, наступающей после физического или морального его устаревания* (В.Н. Спицнадель).

36. *СА характеризуется главным образом не специфическим научным аппаратом, а упорядоченным (разрядка моя. — В. С.), логически обоснованным подходом к исследованию проблемы и использованию соответствующих методов их решения, которые могут быть разработаны в рамках других наук* (Ю.И. Черняк, профессор).

37. *Если естествознание было преимущественно собирающей наукой, то сейчас оно стало в сущности упорядочивающей (разрядка моя. — В. С.) наукой, наукой о связях* (Ф. Энгельс).

38. *Все мы... пользуемся огромным запасом неосознанных знаний, навыков и умений, сформировавшихся на протяжении длительной эволюции человечества* (Е.П. Велихов, академик). *В связи с этим возникает вопрос — как мы можем студентам читать эти неосознанные знания, тем более нацеливая их на самостоятельную работу?* (В.Н. Спицнадель).

39. *Большинство специалистов понимают (синтез) не прямо, а зигзагами, не сознательно, а стихийно, идут к нему, не видя ясно своей конечной цели, а приближаясь ней ощупью, шатаясь, иногда даже задом* (В. И. Ленин).

40. *С принципом развития (элемент СА. — В. С.) согласны все. Но это есть поверхностное согласие, которым душат и опошляют истину* (В. И. Ленин).

41. *Сегодня о системном подходе говорится практически во всех науках, хотя в ее различных разделах он проявляется по-разному. Так, в технических науках речь идет о системотехнике, в кибернетике — о СУ, в биологии — о биосистемах и их структурных уровнях, в социологии — о возможностях структурно-функционального подхода, в медицине — о сложных системных болезнях (коллагенозы, системные васкулиты и*

пр.), лечить которые должны терапевты широкого профиля (врачи-системщики) (Е.П. Тареев, академик).

42. *Существо системного подхода ярко выражено в одном высказывании, приписываемом английскому офицеру периода Второй мировой войны: «Эти парни не возьмут в руки даже паяльника, пока они досконально не разберутся в стратегии военных действий на всем Тихоокеанском театре». Налицо целостность локальных и глобальных задач конкретной деятельности! (В.Н. Спицнадель).*

43. *Значение системности: для принятия оптимальных (!) решений, которые невозможно принять в предметном знании; в противном случае — головотяпство и некомпетентность; для сокращения нагрузки на память; перегрузки в ВШ возникают за счет слишком большой мобилизации памяти студентов при ярко выраженной недогрузке их мысли, воображения и фантазии; практика: повышает интерес студентов к науке; не только развивает студентов, но и воспитывает их; восприятие теоретических знаний происходит целыми блоками; СА — предпосылка дальнейшего рационального овладения знаниями; коль скоро студент будет осознавать природу знаний, пути их получения и фиксации, состав и структуру научной теории, то он сможет осмыслить новые знания по образцу, усвоенному в вузе через курс СА; установка на осмысление знаний в определенной структуре приводит студента к формулировке вопросов, на которые он должен искать ответ в разных источниках, к критическому рассмотрению новой информации; все это является необходимыми элементами творческого мышления; для понимания, потому что именно оно является результатом синтеза, а не анализа; системность позволяет получить НКМ — целостное усвоение знаний по основам наук.*

Ведь наука представляет собой единое целое и ее разделение на отдельные области условно. НКМ — это модель, образ действительности, в основе которого лежат данные конкретных наук о природе и обществе. Знания, относящиеся к НКМ, называют мировоззренческими: они формируются очень медленно, но СА ускоряет их формирование (В.Н. Спицнадель).

ГЛАВА 1. НЕОБХОДИМОСТЬ ПОЯВЛЕНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА, ЕГО СУТЬ И ТЕРМИНОЛОГИЯ

Сведение множества к единому — в этом первооснова красоты.

Пифагор

История — это наука о прошлом и наука о будущем.

Л. Февр

1.1. История развития системного подхода

Составляющим понятий «системный анализ», «системная проблема», «системное исследование» является слово «система», которое появилось в Древней Элладе 2000—2500 лет назад и первоначально означало: сочетание, организм, устройство,

организация, строй, союз. Оно также выражало определенные акты деятельности и их результаты (нечто, поставленное вместе; нечто, приведенное в порядок).

Первоначально слово «система» было связано с формами социально-исторического бытия. Лишь позднее принцип порядка, идея упорядочивания переносятся на Вселенную.

Перенос значения слова с одного объекта на другой и вместе с тем превращение слова в обобщенное понятие совершаются поэтапно. Метафоризация слова «система» была начата Демокритом (460—360 до н. э.), древнегреческим философом, одним из основоположников материалистического атомизма. Образование сложных тел из атомов он уподобляет образованию слов из слогов и слогов из букв. Сравнение неделимых форм (элементов с буквами) — один из первых этапов формирования научно-философского понятия, обладающего обобщенным универсальным значением.

На следующем этапе происходит дальнейшая универсализация значения слова, наделение его высшим обобщенным смыслом, что позволяет применять его и к физическим, и к искусственным объектам. Универсализация может осуществляться двояко — или в процессе мифотворчества, т. е. построения мифа на основе метафоры [характерно для одного из основателей объективного идеализма Платона (427—347 до н. э.)], или же путем воссоздания философско-рациональной картины мироздания и человеческой культуры, т. е. трансформирования и развертывания метафоры в философской системе [характерно для Аристотеля (384—322 до н.э.), колеблющегося между материализмом и идеализмом] [Огурцов А.П. «Этапы интерпретации системности научного знания (античность и новое время)». Системные исследования // Ежегодник. М.: Наука, 1974].

Итак, в античной (древней) философии термин «система» характеризовал упорядоченность и целостность естественных объектов, а термин «синтагма» — упорядоченность и целостность искусственных объектов, прежде всего продуктов познавательной деятельности. Именно в этот период был сформулирован тезис о том, что целое больше суммы его частей (Философский словарь. М.: Политиздат, 1980).

Не касаясь вопроса о трактовке системности знания в средневековой философии, отметим лишь, что для выражения интегративности познавательных образований здесь стали использоваться новые термины: сумма, дисциплина, доктрина...

С возникновением науки и философии Возрождения (XV в.) связано радикальное преобразование в истолковании бытия. Трактовка бытия как космоса сменяется рассмотрением его как системы мира. При этом система мира понимается как независимое от человека, обладающее своим типом организации, иерархией, имманентными (свойственными, внутренне присущими какому-либо предмету, явлению, проистекающими из их природы) законами и суверенной структурой. Кроме того, бытие становится не только предметом философского размышления, стремящегося постичь его целостность, но и предметом социально-научного анализа. Возникает ряд научных дисциплин, каждая из которых вычленяет в природном мире

определенную область и анализирует ее свойственными этим дисциплинам методами.

Астрономия была одной из первых наук, которая перешла к онтолого-натуралистической интерпретации системности мироздания. Большую роль в становлении новой трактовки системности бытия сыграло открытие Н. Коперника (1473—1543). Он создал Гелиоцентрическую систему мира, объяснив, что Земля, как и другие планеты, обращается вокруг Солнца и, кроме того, вращается вокруг своей оси. Телеологизм¹, отягощавший представления Коперника, был преодолен позднее Г. Галилеем (1564—1642) и И. Ньютоном (1642—1727).

Наука эпохи Возрождения выработала определенную концептуальную систему. Ее важнейшие категории — вещь и свойства, целое и часть, субстанция и атрибуты. Вещь трактовалась как сумма отдельных свойств (забыли тезис античности???)

Основная познавательная процедура сводится к поиску сходства и различия в предметах. В связи с этим весьма специфично трактуется категория «отношение», которая выражает прежде всего субординацию главных и второстепенных свойств, динамическое воздействие некоего предмета на другой, первый из которых является причиной, а второй — следствием.

Важнейшая особенность представлений о системности предмета познания, характерная для науки эпохи Возрождения, состоит в выдвигании на первый план каузального, а не телеологического способа объяснения...

Глубокую и основательную разработку идея системной организации научного знания получила в немецкой классической философии. Структура научного знания, принципы и основания построения теоретических систем стали в ней предметом специального философского, логико-методологического анализа.

Немецкий математик и философ И.Г. Ламберт (1728—1777) подчеркивал, что «всякая наука, как и ее часть, предстает как система, поскольку система есть совокупность идей и принципов, которая может трактоваться как целое. В системе должны быть субординация и координация». Следует отметить, что он анализировал системность науки на основе обобщенного рассмотрения систем вообще, построения общей системологии.

Новый этап в интерпретации системности научного знания связан с именем И. Канта (1724—1804). Его заслуга состоит не только в четко осознанном системном характере научно-теоретического знания, но и в превращении этой проблемы в методологическую, в выявлении определенных процедур и средств системного конструирования знания.

Ограниченность кантовского понимания системности знания состоит в том, что конструктивно-методологические принципы образования научных систем являются у него характеристиками лишь формы, а не содержания знания.

¹ *Телеология* — учение о совершенстве, учение о конечных причинах — воззрение, объясняющее закономерную связь явлений природы не объективными причинами, а целями, установленными Божьей волей.

Эту линию в еще большей мере проводит И.Г. Фихте (1762—1814), который считает, что принципы полагания формы знания являются одновременно принципами полагания и его содержания. Исходный тезис Фихте — научное знание есть системное целое. Фихте является родоначальником того направления в классической немецкой философии, которое останавливается на вычлениении формально-логических принципов систематизации сложившегося знания, ограничивая тем самым системность знания систематичностью его формы. Это привело к отождествлению системности научного знания и его систематического изложения. Это направление сосредоточивает свое внимание не на научном исследовании, а на изложении результатов знания, систематического представления теоретического знания. Такой подход особенно проявился у последователей Канта и Фихте — К. Шмида, Я. Фриза и др.

Г. Гегель (1770—1831), объективный идеалист, исходит из единства содержания и формы знания, из тождества мысли и действительности и предлагает историческую трактовку становления системы в соответствии с принципом восхождения от абстрактного к конкретному. Однако в силу отождествления метода и системы, в силу телеологического истолкования истории знания, он не смог предложить методолого-конструктивных средств для формирования системных научных образований и фактически лишил все предшествующие ему теоретические и философские построения статуса системы. По сути дела, они оказались в его интерпретации лишь абстрактным выражением, превращенной формой его системы, претендовавшей на единственно возможную и абсолютно значимую.

Теоретическое естествознание XIX—XX вв. исходит из различения предмета и объекта знания. Подчеркивая активный характер человеческого познания, новый способ мысли трактует предмет исследований как нечто созданное и создаваемое человеком в ходе освоения природы. Поднимается роль моделей в познании.

Целое понимается уже не как простая сумма, а как функциональная совокупность, которая формируется некоторым заранее задаваемым отношением между элементами. При этом фиксируется наличие особых интегративных характеристик данной совокупности — целостность, несводимость к составляющим элементам. Сама эта совокупность, отношение между элементами (их координация, субординация и т.д.) определяются некоторым правилом или системообразующим принципом. Этот принцип относится как к порождению свойств целого из элементов, так и к порождению свойств элементов из целого. Системообразующий принцип позволяет не только постулировать те или иные свойства элементов и системы, но и предсказывать возможные элементы и свойства системной совокупности.

Марксистская интерпретация системности научного знания противостоит как наивному антологизму, так и волюнтаристскому конструктивизму. В противовес созерцательному материализму марксизм подчеркивает активный характер человеческого познания, связывает системность научного знания с формами познавательной деятельности человека. Вместе с тем марксистское понимание познания

как деятельности не имеет ничего общего с волюнтаристской ее трактовкой, лишаящей мышление содержательных характеристик. Марксизм подчеркивает единство природы и деятельности человека, проводит мысль о том, что «человек в процессе производства может действовать лишь так, как действует сама природа, т.е. может изменять лишь формы веществ» (Маркс К., Энгельс Ф. // Соч. Т. 23. С. 52).

Марксистская гносеология выдвинула определенные принципы анализа системности научного знания. К ним относятся историзм, единство содержательной и формальной сторон научного знания, трактовка системности не как замкнутой системы, а как развивающейся последовательности понятий и теорий. При таком подходе системность знаний предполагает дальнейшее совершенствование системы понятий...

Попытки разработать общие принципы системного подхода были предприняты врачом, философом и экономистом А.А. Богдановым (1873—1928) в работе «Всеобщая организационная наука (тектология)» (3-е изд. М.; Л., 1925—1929. Ч. 1—3). Исследования, проведенные уже в наши дни, показали, что важные идеи и принципы кибернетики, сформулированные Н. Винером и особенно У. Росс Эшби, значительно раньше, хотя и в несколько иной форме, были выражены Богдановым. В еще большей мере это относится к общей теории систем (ОТС) Л. фон Берталанфи, идейная часть которой во многом предвосхищена автором тектологии.

Тектология (греч.— строитель) — весьма оригинальная общенаучная концепция, исторически первый развернутый вариант ОТС. Ее созданием автор хотел бросить вызов марксизму, выдвинув в противовес ему концепцию, которая претендует на универсальность. Для построения тектологии используется материал самых различных наук, в первую очередь естественных. Анализ этого материала приводит к выводу о существовании единых структурных связей и закономерностей, общих для самых разнородных явлений.

Основная идея тектологии — признание необходимости подхода к любому явлению со стороны его организованности (у других авторов — системности). Под организованностью понимается свойство целого быть больше суммы своих частей. Чем больше целое разнится от суммы своих частей, тем больше оно организовано. Тектология рассматривает все явления как непрерывные процессы организации и дезорганизации. Принципы организованности и динамичности тесно связаны с принципом целостного рассмотрения отдельных явлений и всего мира вообще.

ОТС и тектология — это две науки об организованности, системности явлений, кибернетика же — наука об управлении этими объектами. Таким образом, предмет кибернетики уже, что обусловлено большей широтой понятия «организация системы», чем понятия «управление». Тектология как общая теория включает в сферу своего внимания не только кибернетические принципы, т. е. принципы управления систем, но и вопросы их субординации (иерархических порядков), их распада и возникновения, обмена со средой и веществом и т.д.

Австрийский биолог и философ Л. Фон Бергаланфи (1901—1972) первым из западных ученых разработал концепцию организма как открытой системы и сформулировал программу построения ОТС. В своей теории он обобщил принципы целостности, организации, эквивинальности (достижения системой одного и того же конечного состояния при различных начальных условиях) и изоморфизма.

Начиная со своих первых работ, Л. Бергаланфи проводит мысль о неразрывности естественно-научного (биологического) и философского (методологического) исследований... Сначала была создана теория открытых систем, граничащая с современной физикой, химией и биологией. Классическая термодинамика исследовала лишь закрытые системы, т. е. не обменивающиеся веществом с внешней средой и имеющие обратимый характер. Попытка применения классической термодинамики к живым организмам (начало XX в.) показала, что, хотя при рассмотрении органических явлений использование физико-химических принципов имеет большое значение, так как в организме имеются системы, находящиеся в равновесии (характеризующимся минимумом свободной энергии и максимумом энтропии), однако сам организм не может рассматриваться как закрытая система в состоянии равновесия, ибо он не является таковым. Организм представляет собой открытую систему, остающуюся постоянной при непрерывном изменении входящих в нее веществ и энергии (так называемое состояние подвижного равновесия).

В 1940—50 гг. Л. Бергаланфи обобщил идеи, содержащиеся в теории открытых систем, и выдвинул программу построения ОТС, являющейся всеобщей теорией организации. Проблемы организации, целостности, направленности, телеологии, саморегуляции, динамического взаимодействия весьма актуальны и для современной физики, химии, физической химии и технологии, а не только для биологии, где подобные проблемы встречаются повсюду. Пока что такие понятия были чужды классической физике. Если до сих пор унификацию наук видели обычно в сведении всех наук к физике, то, с точки зрения Л. Бергаланфи, единая концепция мира может быть, скорее, основана на изоморфизме законов в различных областях. В результате он приходит к концепции синтеза наук, которую и противоположность редукционизму (т. е. сведению всех наук к физике) называет перспективизмом.

Построенная теория организации является специальной научной дисциплиной. Вместе с тем она выполняет определенную методологическую функцию. В силу общего характера исследуемого предмета (системы) ОТС дает возможность охватить одним формальным аппаратом обширный круг специальных систем. Благодаря этому она может освободить ученых от массового дублирования работ, экономя астрономические суммы денег и времени.

К числу недостатков ОТС Л. Бергаланфи относятся неполное определение понятия «система», отсутствие особенностей саморазвивающихся систем и теоретического исследования связи, а также условий, при которых система модифицирует свои формы. Но основной методологический недостаток его теории заключается в утверждении автора о том, что она выполняет роль философии совре-

менной науки, формируя философски обобщенные принципы и методы научного исследования. В действительности это не так. Ибо для философского учения о методах исследования необходимы совершенно иные (новые) исходные понятия и иная направленность анализа: абстрактное и конкретное специфически мысленное знание, связь знаний, аксиоматическое построение знаний и др., что отсутствует в ОТС.

Однако, учитывая большое методологическое значение работы Л. Берталанфи (Общая теория систем — обзор проблем и результатов. Системные исследования // Ежегодник. М.: Наука, 1969), рассмотрим различные направления в разработке теории систем. В соответствии с его взглядами, системная проблематика сводится к ограничению применения традиционных аналитических процедур в науке. Обычно системные проблемы выражаются в полуметафизических понятиях и высказываниях, подобных, например, понятию «эмерджентная эволюция» или утверждению «целое больше суммы его частей», однако они имеют вполне определенное операционное значения. При применении «аналитической процедуры» некоторая исследуемая сущность разлагается на части, и, следовательно, затем она может быть оставлена или воссоздана из собранных вместе частей, причем эти процессы возможны как мысленно, так и материально. Это основной принцип «классической» науки, который может осуществляться различными путями: разложением исследуемого явления на отдельные причинные цепи, поисками «атомарных» единиц в различных областях науки и т. д. Научный прогресс показывает, что этот принцип классической науки, впервые сформулированный Галилеем и Декартом, приводит к большим успехам при изучении широкой сферы явлений.

Применение аналитических процедур требует выполнения двух условий. Во-первых, необходимо, чтобы взаимодействие между частями данного явления отсутствовало или было бы пренебрежимо мало для некоторой исследовательской цели. Только при этом условии части можно реально, логически или математически «извлекать» из целого, а затем «собирать». Во-вторых, отношения, описывающие поведение частей, должны быть линейными. Только в этом случае имеет место отношение суммативности, т. е. форма уравнения, описывающего поведение целого, такова же, как и форма уравнений, описывающих поведение частей; наложение друг на друга частных процессов позволяет получить процесс в целом и т.д.

Для образований, называемых системами, т.е. состоящих из взаимодействующих частей, эти условия не выполняются. Прототипом описания систем являются системы дифференциальных уравнений, в общем случае нелинейных. Систему, или «организованную сложность», можно описать через «сильные взаимодействия» или взаимодействия, которые «нетривиальны», т.е. нелинейны. Методологическая задача теории систем, таким образом, состоит в решении проблем, которые носят более общий характер, чем аналитически-суммативные проблемы классической науки.

Существуют различные подходы к таким проблемам. Автор намеренно использует довольно расплывчатое выражение —

«подходы», поскольку они логически неоднородны, характеризуются различными концептуальными моделями, математическими средствами, исходными позициями и т.д. Однако все они являются теориями систем. Если оставить в стороне подходы в прикладных системных наследованиях, таких как системотехника, исследование операций, линейное и нелинейное программирование и т.д., то наиболее важными являются следующие подходы.

«Классическая» теория систем. Эта теория использует классическую математику и имеет цели: установить принципы, применимые к системам вообще или к их определенным подклассам (например, к закрытым и открытым системам); разработать средства для их исследования и описания и применить эти средства к конкретным случаям. Учитывая достаточную общность получаемых результатов, можно утверждать, что некоторые формальные системные свойства относятся к любой сущности, которая является системой (к открытым системам, иерархическим системам и т.д.), даже если ее особая природа, части, отношения и т.д., не известны или не исследованы. Примерами могут служить: обобщенные принципы кинетики, применимые, в частности, к популяциям молекул или биологических существ, т.е. к химическим и биологическим системам; уравнения диффузии, используемые в физической химии и для анализа распространения слухов; понятия устойчивого равновесия и модели статистической механики, применимые к транспортным потокам; аллометрический анализ биологических и социальных систем.

Использование вычислительных машин и моделирование. Системы дифференциальных уравнений, применяемые для «моделирования» или спецификации систем, обычно требуют много времени для решения, даже если они линейны и содержат немного переменных; нелинейные системы уравнений разрешимы только в некоторых частных случаях. По этой причине с использованием вычислительных машин открылся новый подход к системным исследованиям. Дело не только в значительном облегчении необходимых вычислений, которые иначе потребовали бы недопустимых затрат времени и энергии, и замене математической изобретательности заранее установленными последовательностями операций. Важно еще и то, что при этом открывается доступ в такие области, где в настоящее время отсутствует соответствующая математическая теория и нет удовлетворительных способов решения. Так, с помощью вычислительных машин могут анализировать системы, по своей сложности далеко превосходящие возможности традиционной математики; с другой стороны, вместо лабораторного эксперимента можно воспользоваться моделированием на вычислительной машине и построенная таким образом модель затем может быть проверена в реальном эксперименте. Таким способом Б. Гесс, например, рассчитал 14-звенную цепь реакций гликолиза в клетке на модели, содержащей более 100 нелинейных дифференциальных уравнений. Подобный анализ стал обычным делом в экономических разработках, при исследовании рынка и т. д.

Теория ячеек. Одним из аспектов системных исследований, который следует выделить, поскольку эта область разработана

чрезвычайно подробно, является теория ячеек, изучающая системы, составленные из подъединиц с определенными граничными условиями, причем между этими подъединицами имеют место процессы переноса. Такие ячеечные системы могут иметь, например, «цепную» или «сосковую» структуру (цепь ячеек или центральную ячейку, сообщающуюся с рядом периферийных ячеек). Вполне понятно, что при наличии в системе трех и более ячеек математические трудности становятся чрезвычайно большими. В этом случае анализ возможен лишь благодаря использованию преобразований Лапласа и аппарата теорий сетей и графов.

Теория множеств. Общие формальные свойства систем и формальные свойства закрытых и открытых систем могут быть аксиоматизированы в языке теории множеств. По математическому изяществу этот подход выгодно отличается от более грубых и специализированных формулировок «классической» теории систем. Связи аксиоматизированной теории систем с реальной проблематикой системных исследований пока выявлены весьма слабо.

Теория графов. Многие системные проблемы относятся к структурным и топологическим свойствам систем, а не к их количественным отношениям. В этом случае используется несколько различных подходов. В теории графов, особенно в теории ориентированных графов (диграфов), изучаются реляционные структуры, представляемые в топологическом пространстве. Эта теория применяется для исследования реляционных аспектов биологии. В магматическом смысле она связана с матричной алгеброй, но своими моделями — с тем разделом теории ячеек, в котором рассматриваются системы, содержащие частично «проницаемые» подсистемы, а вследствие этого — с теорией открытых систем.

Теория сетей. Эта теория, в свою очередь, связана с теориями множеств, графов, ячеек и т. д. Она применяется к анализу таких систем, как нервные сети.

Кибернетика. В основе кибернетики, т.е. теории систем управления, лежит связь (передача информации) между системой и средой и внутри системы, а также управление (обратная связь) функциями системы относительно среды. Кибернетические модели допускают широкое применение, но их нельзя отождествлять с теорией систем вообще. В биологии и других фундаментальных науках кибернетические модели позволяют описывать формальную структуру механизмов регуляции, например, при помощи блок-схем и графов потоков. Использование кибернетических моделей позволяет установить структуру регуляции системы даже в том случае, когда реальные механизмы остаются неизвестными и система представляет собой «черный ящик», определяемый только его входом и выходом. Таким образом, одна и та же кибернетическая схема может применяться к гидравлическим, электрическим, физиологическим и другим системам. Тщательно разработанная техническая теория сервомеханизмов применяется естественным системам в ограниченном объеме.

Теория информации. По К. Шеннону, математическое выражение для понятия информации изоморфно выражению для негэнтропии в

термодинамике. Считается, что понятие информации можно использовать в качестве меры организации. Хотя теория информации имеет большое значение для техники связи, ее применение в науке весьма незначительно. Главной проблемой остается выяснение отношения между информацией и организацией, между теорией информации и термодинамикой.

Теория автоматов. Это так называемая теория абстрактных автоматов, имеющих вход, выход, иногда способных действовать методом проб и ошибок и обучаться. Общей моделью теории автоматов является машина Тьюринга, которая представляет собой абстрактную машину, способную печатать (или стирать) на ленте конечной длины цифры 1 и 0. Можно показать, что любой сколь угодно сложный процесс может моделироваться машиной Тьюринга, если этот процесс можно выразить конечным числом операций. В свою очередь, то, что возможно логически (т.е. в алгоритмическом символизме), может также быть сконструировано — в принципе, но не всегда практически — автоматом (т.е. алгоритмической машиной).

Теория игр. Несмотря на то, что теория игр несколько отличается от других рассмотренных системных подходов, все же ее можно поставить в ряд наук о системах. В ней рассматривается поведение «рациональных» игроков, пытающихся достичь максимальных выигрышей и минимальных потерь за счет применения соответствующих стратегий в игре с соперником (или природой). Следовательно, теория игр рассматривает системы, включающие антагонистические силы.

Теория решений. Эта математическая теория изучает условия выбора между альтернативными возможностями.

Теория очередей. Рассматривает оптимизацию обслуживания при массовых запросах.

Несмотря на неоднородность и явную неполноту проведенного рассмотрения, отсутствие достаточной четкости в различении моделей (например, моделей открытой системы, цепи обратной связи) и математических формализмов (например, формализмов теорий множеств, графов, игр), такое перечисление позволяет показать, что существует целый ряд подходов к исследованию систем, а некоторые из них обладают мощными математическими методами. Проведение системных исследований означает прогресс в анализе проблем, которые ранее не изучались, считались выходящими за пределы науки или чисто философскими.

Хорошо известно, что проблема соответствия между моделью и реальностью чрезвычайно сложна. Нередко мы располагаем тщательно разработанными математическими моделями, но остается неясным, как можно применять их в конкретном случае. Для многих фундаментальных проблем вообще отсутствуют подходящие математические средства. Чрезмерные ожидания привели в последнее время к разочарованию. Так, кибернетика продемонстрировала свое влияние не только в технике, но и в фундаментальных науках; построила модели ряда конкретных явлений, показала научную правомерность телеологического объяснения и т.д. Тем не менее кибернетика не создала нового широкого «мировоззрения», оставаясь

скорее расширением, чем заменой механистической концепции. Теория информации, математические основы которой детально разработаны, не смогла построить интересных приложений в психологии и социологии. Большие надежды возлагались на применение теории игр к вопросам войны и политики, но едва ли можно считать, что она улучшила политические решения и положение дел в мире. Эту неудачу можно было ожидать, учитывая, как мало существующие державы походят на «рациональных» игроков теории игр. Понятия и модели равновесия, гомеостазиса, регулирования приложимы для описания процессов функционирования систем, но они неадекватны для анализа явлений измерения, дифференциации, эволюции, уменьшения энтропии, творчества и т.д. Это осознавал Кэннон, когда допускал кроме гомеостазиса еще и гетеростазис, характеризующий такие явления. Теория открытых систем широко применяется для описания явлений биологии (и техники), но необходимо предостеречь против неосмотрительного распространения ее на те области, для которых она не предназначена. Вполне очевидно, что отмеченные ограниченности системных научных подходов, существующих едва ли больше двадцати-тридцати лет, совершенно естественны. В конечном счете разочарование, о котором мы только что говорили, объясняется применением моделей, полезных в определенных аспектах, к проблемам метафизического и философского порядка.

Несмотря на то что математические модели обладают важными достоинствами — четкостью, возможностью строгой дедукции, проверяемостью и т.д., — не следует отказываться от использования моделей, сформулированных в обычном языке.

Вербальная модель лучше, чем отсутствие модели вообще или математическая модель, которая при насильственном насаждении фальсифицирует реальность. Многие теории, получившие огромное влияние в науке, являются нематематическими по своему характеру (например, психоаналитическая теория), а в других случаях лежащие в их основе математические конструкции осознаются позднее и охватывают лишь отдельные аспекты соответствующих эмпирических данных (как в теории отбора).

Математика, по сути дела, сводится к установлению (алгоритмов, которые более точны, чем алгоритмы обычного языка. История науки свидетельствует о том, что описание проблем на обычном языке часто предшествует их математической формулировке, т.е. отысканию алгоритма. Приведем несколько хорошо известных примеров: знаки, используемые для обозначения чисел и счета, эволюционировали от слов естественного языка к римским цифрам (полувербальным, несовершенным, полуалгебраическим) и далее — к арабской численной символике, в которой важное значение имеет положение знака; уравнения первоначально формулировались в словесной форме, затем — с использованием примитивного символизма, который мастерски применял Диофант и другие основатели алгебры, и, наконец, в современном символизме; для многих теорий, например для теории Дарвина, математические основы определяются значительно позднее, чем создаются. Вероятно, лучше иметь сначала какую-то нематематическую модель со всеми ее недостатками, но охватывающую

некоторый не замеченный ранее аспект исследуемой реальности и позволяющую надеяться на последующую разработку соответствующего алгоритма, чем начинать со скороспелых математических моделей.

Таким образом, модели, выраженные в обычном языке, оставляют себе место в теории систем. Идея системы сохраняет значение даже там, где ее нельзя сформулировать математически или где она остается скорее направляющей идеей, чем математической конструкцией. Например, у нас может не быть удовлетворительных системных понятий для социологии; однако само понимание того, что социальные сущности являются системами, а не суммами социальных атомов, или того, что история имеет дело с системами {хотя бы и плохо определенными}, называемыми цивилизациями, которые подчиняются общим для систем принципам, подразумевает важную переориентацию в рассматриваемых научных областях.

Как мы видели ранее, в рамках системного подхода существуют и механистические, и организмические тенденции и модели, пытающиеся познать системы либо с помощью таких понятий, как «анализ», «линейная (включая круговую) причинность», «автомат» и т.д., либо при помощи понятий «целостность», «взаимодействие», «динамика» и им подобных. Эти два типа моделей не исключают друг друга и даже могут использоваться для описания одних и тех же явлений.

Итак, подводя итоги, ОТС у Л. Берталанфи выступает в двух смыслах. В широком — как основополагающая, фундаментальная наука, охватывающая всю совокупность проблем, связанных с исследованием и конструированием систем. В теоретическую часть включаются 12 направлений, приведенных выше. В узком смысле — ОТС, стремящаяся вывести из общего определения системы как комплекса взаимодействующих элементов понятия, относящиеся к организованному целым (взаимодействие, сумма, централизация, финальность и т.д.), и применяющая их к анализу конкретных явлений. Прикладная область общей теории систем включает, согласно Берталанфи: 1) системотехнику; 2) исследование операций; 3) инженерную психологию (схема 1.1).

Системные исследования — вся совокупность научных и технических проблем, которые при всей их специфике и разнообразии сходны в понимании и рассмотрении исследуемых ими объектов как систем, т. е. множества взаимосвязанных элементов, выступающих в виде единого целого.

Соответственно этому системный подход — эксплицитное (разъяснительное) выражение процедур представления объектов как систем и способов их описания, объяснения, предвидения, конструирования и т. д.

Общая теория систем, таким образом, выступает в этом случае как обширный комплекс научных дисциплин. Следует, однако, отметить, что при таком истолковании в известной мере теряется определенность задач теории систем и ее содержания. Строго научной концепцией (с соответствующим аппаратом, средствами и т.д.) можно считать лишь общую теорию систем в узком смысле. Что же касается общей теории систем в широком смысле, то она или совпадает с общей теорией систем

в узком смысле (один аппарат, одни исследовательские средства и т.д.), или представляет собой действительное расширение и обобщение общей теории систем в узком смысле и аналогичных дисциплин, однако тогда встает вопрос о развернутом представлении ее средств, методов, аппарата и т.д. Без ответа на этот вопрос общая теория систем в широком смысле фактически остается лишь некоторым проектом (пусть даже очень заманчивым) и вряд ли может быть развита в строгую научную теорию.

Состав ОТС



Системное движение по своим задачам действительно призвано выработать новое — в противовес механистическому — видение мира, разработать принципы нового направления научных и технических

исследований. И как таковое оно, несомненно, должно включать в себя совокупность принципиально различных по своему типу разработок — философских, логико-методологических, математических, модельных, эмпирических и т.д. Иначе говоря, само системное движение представляет собой сложнейшую систему, иерархические связи между подсистемами которой, как, впрочем, и специфика ее многих подсистем, для нас пока еще во многом не ясны. Отсюда следует, во-первых, что отдельные системные подходы (по Бергаланфи) действительно могут создаваться на основе не во всем системных и даже совсем не системных разработок и, во-вторых, что решение задачи четкого осознания различия и многообразия системных проблем, выделения основных сфер системных исследований становится в настоящее время важнейшим условием успешной разработки системного подхода.

В сжатом виде история развития системных идей представлена в табл. 1.1.

Таблица 1.1

История развития системных идей

Основные вехи эволюции Системных идей	Основные положения
Рождение понятия «система» (2500 —2000 гг. до н. э.)	Слово «система» появилось в Древней Элладе и означало сочетание, организм, организация, союз. Выражало и некоторые акты деятельности (нечто, поставленное вместе, приведенное в порядок). Связано с формами социально-исторического бытия
Тезисы Демокрита (460 —370гг. до н. э.), Аристотеля (384 —322 гг. до н. э)	Перенос значения слова с одного объекта на другой совершается поэтапно. Метафоризация (перенос скрытое уподобление, метафораобразное сближение слов на базе их переносного значения, например: «свинцовая туча») была начата греческим философом Демокритом. Он уподобил образование сложных тел из атомов с образованием слов из слогов. Аристотель трансформировал метафору в философской системе. Важно, что именно в античной философии был сформулирован тезис — целое больше суммы его частей (Философский словарь М.: Политиздат, 1980. С. 329)
Концепции эпохи Возрождения	Трактовка бытия как космоса сменяется на систему мира как независимое от человека, обладающее определенной организацией, иерархией, структурой Бытие становится не только предметом философского размышления (для постижения целостности), но и специально-научного анализа (каждая дисциплина вычленяет определенную область)
Идеи Н. Коперника (1473 —1543)	Новая трактовка системности — в создании гелиоцентрической картины мира. Земля, как и другие планеты, обращается вокруг Солнца
Идеи Г. Галилея (1564 —1642), И. Ньютона (1642 —1727)	Галилей и Ньютон преодолели телеологизм (учение о конечных причинах) Николая Коперника в его астрономии, выработали определенную концептуальную систему с категориями — вещь и свойства, целое и часть... Вещь трактовалась как сумма отдельных свойств (забыли тезис античности???). Отношение выражало воздействие некоего предмета на другой, первый из которых являлся причиной, а второй — следствием. Очень важно: на первый план выдвигался каузальный, а не телеологический способ объяснения
Немецкая	Глубокая и основательная разработка идеи системной организации

классическая философия	научного знания. Структура научного знания стала предметом специального философского анализа
Идеи И. Ламберта (1728 —1777)	Всякая наука, как и ее часть, предстает как система, трактуемая как целое!
Идеи И. Канта (1724 —1804)	Кант не только осознал системный характер научного знания, но и превратил эту проблему в методологическую, выявив процедуры системного конструирования знания. Однако он считал, что принципы образования систем являются характеристиками лишь формы, а не содержания знания
Идеи И. Фихте (1762 —1814)	Фихте поправил И. Канта, считая, что научное знание есть системное целое. Однако он ограничил системность знания систематичностью его формы. Это привело к отождествлению системности научного знания и его систематического изложения, т. е. внимание обращалось не на научное исследование, а на изложение знания
Идеи Г. Гегеля (1770 —1831)	Гегель исходил из единства содержания и формы знания, тождества мысли и действительности. Трактовал становление системы в соответствии с принципом восхождения от абстрактного к конкретному. Но отождествляя метод и систему, телеологически истолковывая историю знания, он не смог предложить методологические средства для формирования системных образований
Теоретическое естествознание XIX —XX вв.	Различение объекта и предмета познания, повышение роли моделей в познании, фиксация наличия особых интегративных характеристик, исследование системообразующих принципов (порождение свойств целого из элементов и свойств элементов из целого), возможность предсказания!!!
Марксизм	Человек в процессе производства может действовать лишь так, как действует сама природа. Теоретики марксизма выдвинули принципы анализа системности научного знания: историзм, единство содержания и формы, трактовка системности как открытой системы
Идеи А.А. Богданова (1873 —1928)	Богданов выразил многие важные идеи кибернетики, сформулированные Н. Виннером и У. Эшби, значительно раньше, хотя и в иной форме. Предвосхитил ОТС Л. Бергаланфи в работе по тектологии (от гр. «строитель»). Основная идея — признание необходимости подхода к любому явлению со стороны его организованности (системности — других авторов). Под организованностью он понимает свойство целого быть больше суммы своих частей. Чем больше целое разнится от суммы, тем более оно организовано!!!
Идеи Л. Бергаланфи (1901 —1972)	Бергаланфи первым из западных ученых разработал концепцию организма как открытой системы и сформулировал программу построения ОТС. Проводил мысль о неразрывности естественнонаучного [биологического) и философского (методологического) Сначала создал теорию открытых систем, граничащую с современной физикой, химией и биологией. Классическая термодинамика исследовала лишь закрытые системы. Организм представляет собой открытую систему, остающуюся постоянной при непрерывном изменении входящих в него веществ и энергии (так называемое состояние подвижного равновесия). Позже он обобщил идеи ТОС и выдвинул программу построения ОТС, являющейся всеобщей теорией организации. Проблемы организации, целостности, динамического взаимодействия были чужды классической физике. Он пришел к концепции синтеза наук, которую в противоположность «редукционизму», т.е. сведению всех

	<p>наук к физике, он называет «перспективизмом». ОТС освобождает ученых от массового дублирования работ, экономя астрономические суммы денег и времени. Его недостатки: неполное определение «системы», отсутствие особенностей саморазвивающихся систем, теоретические исследования не всех видов «связи» и пр. Но главный недостаток: утверждение автора, что ОТС выполняет роль философии современной науки. Но это не так, ибо для философского учения с методами исследования необходимы совершение иные (новые) исходные понятия и иная направленность анализа: абстрактное и конкретное, специфически мысленное знание, связь знаний ОТС.</p>
<p>Концепции современности</p>	<p>Идеи СП нашли свое отражение в работах следующих авторов: Р. Акоффа, В. Афанасьева, С. Вира, И. Блауберга, Д. Бурчфилда, Д. Гвишиани, Г. Гуда, Д. Диксона, А. Зиновьева, Э. Квейда, В. Кинга, Д. Клиланда, В. Кузьмина, О. Ланге, В. Лекторского, В. Лефевра, Е. Липатова, Р. Макола, А. Малиновского, М. Месаровича, Б. Мильнера, Н. Овчинникова, С. Оптнера, Г. Поварова, Б. Радвига, А. Рапопорта, В. Розина, В. Садовского, М. Сетрова, В. Топорова, А. Умова, Б. Флейшмана, Ч. Хитча, А. Холла, Б. Юдина, Ю. Черняка, Г. Щедровицкого, У. Эшби, Э. Юдина</p>

Особый интерес представляет собой история развития системного подхода в технике.

Начиная с 20-х годов нашего века (и по сегодняшний день) появляются попытки построить социально-научные концепции в разных дисциплинах.

В биологии была создана *организмическая концепция*, провозгласившая, что интегративные (целостные) характеристики не могут быть выведены из элементаризма, с крайней формой классического механистического атомизма. Здесь одним из главных тезисов системного подхода стал лозунг: в живом организме надо рассматривать не только множество связей, но и многообразие типов связей. Причинно-следственные связи перестали быть единственным видом связей, признаваемых наукой. Приобрели «права гражданства» функциональные, корреляционные, связи развития и др.

В психологии возникла новая концепция — *гештальтпсихология*, в основе которой лежит тезис: в психологических процессах важнейшую роль играют структурированные целые (гештальты).

В социологии можно выделить два основных подхода к исследованию общества. Это *структурно-функциональный анализ*, который исследует особенности развитого общества, определяющую роль способа производства по отношению к другим сторонам общественной жизни, противоречия между материальными и духовными явлениями жизни, специфические особенности и сложность выражения экономических отношений через взаимодействие политических, правовых, семейных, эмоциональных и других отношений, существующих в обществе.

Другой подход к исследованию социальных явлений — это *генетический анализ*. Его задачи — понимание общества как развивающегося целого, выделение качественных особенностей каждой ступени его развития. В конечном счете эти два способа исследования

взаимно дополняют друг друга, позволяя понять общество как единое целое.

В технике выдвинуты общие проблемы синтеза многих различных факторов и подходов при конструировании сложных технических систем (ТС). Это проблемы «человек-машина», инженерной психологии, исследования операций и пр. Сама деятельность разработки ТС начинает выступать как сложная проблема, требующая специальных средств управления. Иными словами, развитие техники приводит к системной организованности самой деятельности, т.е. к требованию строгой взаимосвязи усилий и методов инженера и психолога, математика и врача, физика и экономиста.

Анализ исторического материала показывает, что стихийное становление системного подхода связано с техникой. В стихийном, неосознанном виде идея системности техники выражена уже в работах античных авторов, которые имели дело с относительно простыми механизмами. В качестве источника при рассмотрении этого периода в развитии техники используется трактат Марка Витрувия «Об архитектуре», который историки античности называют «энциклопедией техники античного периода». В описании конструкций механизмов у Витрувия достаточно полно раскрывается системный характер техники. Характеризуя функцию механизма, Витрувий далее рассматривает то, как связана функция объекта с тем определенным множеством взаимодействующих элементов, которое определяет эту функцию. Здесь Витрувий переходит уже к описанию структуры механизма. Причем важно отметить, что фиксируется не просто вообще взаимодействие элементов механизма, а упорядоченное расположение одних элементов относительно других.

В начале нашего века российский инженер П.К. Энгельмейер высказал мысль, которую, несколько перефразировав, можно передать так: в отношении к техническим изобретениям в интеллигентной публике замечается странность — принято восторгаться этими изобретениями, но в них не принято видеть деятельности, имеющей право быть поставленной рядом с деятельностью естествоиспытателя. В этом высказывании четко выражено исторически сложившееся отношение к технической деятельности. Очевидно, такое отношение возникает в связи тем, что в процессе развития познания центр внимания сосредоточивается на изучении естественнонаучной деятельности. Что же касается технической деятельности, то ученые, как правило, признавая важность тех или иных технических изобретений, не видели в этой деятельности предмета, достойного социального изучения. Этот факт нашел свое закрепление и в философии. Здесь уместно будет напомнить мысль В. И. Ленина, высказанную им в «Философских тетрадах»: «Продолжение дела Гегеля и Маркса должно состоять в диалектической обработке истории человеческой мысли, науки и техники» (Ленин В. И. // Полн. собр. соч. Т. 29. С. 131).

Итак, с эпохи античности продолжалось стихийное, неосознанное использование элементов системности, и то лишь в отдельных отраслях познания. Это составило первый этап исторического развития системного подхода.

Однако с середины XX века при появлении сложных и больших технических систем потребовалось специальное теоретическое обоснование методологического характера. Резко возросли комплексность и сложность проблем, некоторые из них стали глобальными (например, связь с помощью спутников). Усилилась зависимость между отдельными вопросами, которые раньше казались несвязанными. Актуальность решения проблем значительно возросла. Затраты на реализацию того или иного решения стали достигать многих десятков, сотен миллионов и даже миллиардов долларов, а риск неудачи становился все ощутимее. Потребовался учет все большего числа взаимосвязанных обстоятельств, а времени на решение становилось все меньше. Особенно это касалось разработки новой военной техники. Если раньше относительные затраты на вооружение были невелики, возможностей для выбора было мало, то фактически использовался принцип: «Ничего, кроме самого лучшего». Но с началом атомного века расходы на создание оружия возросли во много раз, и этот подход стал неприемлемым. Его постепенно заменял другой: «Только то, что необходимо, и за минимальную стоимость». Однако для реализации нового принципа нужно было уметь находить, оценивать и сравнивать альтернативы оружия. Потребовались методы, которые бы позволили анализировать сложные проблемы как целое, обеспечивали рассмотрение многих альтернатив, каждая из которых описывалась большим числом переменных, обеспечивали полноту каждой альтернативы, помогали вносить измеримость, давали возможность отражать объективные и субъективные неопределенности. Получившаяся в результате развития и обобщения широкая и универсальная методология решения проблем была названа ее авторами «системный анализ». Новая методология, созданная для решения военных проблем, была прежде всего использована в этой области.

Разработка и широкое применение системного анализа — заслуга знаменитой фирмы «РЭНД корпорейшн», киданной в 1947 г. Специалисты этой мощной корпорации выполнили ряд основополагающих исследований и разработок по СА, ориентированных на решение слабоструктурированных (смешанных) проблем Министерства обороны США. В 1948 г. Министерством ВВС была организована группа оценки систем оружия, а два года спустя — отдел анализа стоимости вооружения. Начавшееся в 1952 г. создание сверхзвукового бомбардировщика В-58 было первой разработкой, поставленной как система. Все это требовало выпуска монографической и учебной литературы. Первая книга по СА, не переведенная у нас, вышла в 1956 г. Ее издала РЭНД (авторы А. Кан и С. Манн). Через год появилась «Системотехника» Г. Гуда и Р. Макола» (издана у нас в 1962 г.), где изложена общая методика проектирования сложных технических систем. Методология СА была детально разработана и представлена в вышедшей в 1960 г. книге Ч. Хитча и Р. Маккина «Военная экономика в ядерный век» (издана у нас в 1964 г.). В ней также приводится приложение к методам количественного сравнения альтернатив для решения проблем вооружения. В 1962 г. выходит один из самых лучших учебников по системотехнике (А. Холл «Опыт методологии для системотехники», переведенная у нас в 1975 г.),

носящий не справочный или прикладной характер, а представляющий теоретическую разработку проблем системотехники. В 1965 г. появилась весьма обстоятельная книга Э. Квейда «Анализ сложных систем для решения военных проблем» (переведена в 1969 г.). В ней представлены основы новой научной дисциплины — анализа систем,— направленной на обоснование методов оптимального выбора при решении сложных проблем в условиях высокой неопределенности. Эта книга является переработанным изложением курса лекций по анализу систем, прочитанных работниками корпорации РЭНД для руководящих специалистов Министерства обороны и промышленности США. В 1965 г. вышла книга С. Оптнера «Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем» (переведена в 1969 г.). Написанная лаконично, но насыщенная большим количеством новых идей, она дает полное и ясное представление о СА с характеристикой проблем делового мира, сущности систем и методологии решения проблем. Книга явилась одной из первых изданных у нас работ, освещающих состояние этой области в США.

Очень скоро выяснилось, что проблемы гражданские, проблемы фирм, маркетинга, аудита и прочие не только допускают, но и требуют обязательного применения этой методологии. Системный подход довольно быстро превратился в важный метод познания, в отличие от специальных приемов, характерных для разработки техники XVI—XIX вв. Это составило второй этап исторического развития системного подхода в технике.

Если при стихийном использовании системного подхода было главной целью изучение конечных результатов, то для второго этапа характерно переключение внимания на начальные стадии, связанные с выбором и обоснованием целей, их полезности, условий осуществления, связей с предыдущими процессами. Это потребовало знаний о структуре и функциях ТС, что повысило роль теоретических знаний. Если теоретическая деятельность первого этапа была направлена на описание и классификацию изучаемых объектов, то главными моментами второго этапа стали выявление механизмов функционирования ТС, а также знание условий, нарушающих их нормальную деятельность. Механизм функционирования включает исследование функций системы, определение связей функции со множеством взаимодействующих элементов, рассмотрение структуры ТС не как отношение (взаимосвязь, взаимодействие), а как определенным образом упорядоченное расположение одних элементов ТС относительно других (отношения между отношениями). Знание структуры и функций ТС является важным, но не достаточным условием для эффективного решения современных проблем. Надо обязательно соотнести цели субъекта с целями системы и выяснить, как скажется их реализация на функционировании ТС.

(Современное развитие системного подхода идет в трех направлениях:

- 1) системологии как теории ТС;
- 2) системотехники как практики;
- 3) системного анализа как методологии.

Обобщенный материал по истории развития СП в технике представлен в табл. 1.2.

Сначала системный анализ базировался главным образом на применении сложных математических приемов. Спустя некоторое время ученые пришли к выводу, что математика неэффективна при анализе широких проблем со множеством неопределенностей, которые характерны для исследования и разработки техники как единого целого. Поэтому стала вырабатываться концепция такого системного анализа, в котором упор делается преимущественно на разработку новых диалектических принципов научного мышления, логического анализа ТС с учетом их взаимосвязей и противоречивых тенденций. При таком подходе на первый план выдвигаются уже не математические методы, а сама логика системного анализа, упорядочение процедуры принятия решений. И видимо, не случайно, что в последнее время под системным подходом зачастую понимается некоторая совокупность системных принципов.

Предложенные варианты общесистемных концепций строятся на различных предпосылках и отличаются разнообразием используемых средств. Именно факт выдвижения этих концепций превратил системный подход в научную реальность. И этому не препятствует отсутствие единой общепринятой теории систем.

Таблица 1.2

Этапы развития СП в технике

Элемент характеристики этапа	Стихийный этап	Сознательный этап
Определение	Стихийное, неосознанное использование элементов СП в отдельных отраслях познания	Специальная теоретико-методологическая разработка основ в настоящее время
Период зарождения	Уже в работах античных авторов (греков и римлян) высказаны идеи системности — на огромном эмпирическом материале без философской рефлексии	С середины XX в. при появлении больших технических систем потребовалось специальное теоретическое обоснование методологического характера
Сущность	Специальный прием в технике	Важный метод познания
Обоснование нового подхода	Когда специальный прием пытались применить к БТС, конструкторы столкнулись с непредвиденными трудностями. При соединении элементов БТС из-за обнаруженных при этом несоответствий приходилось либо переконструировать их, либо вводить новые соединительные элементы, по габаритным размерам и массе больше соединяемых. Возникла необходимость в новой идее и в новом методе (Г. Гуд и Р. Макол)	
Развитие	Началось применение с военной техники (по Хитчу и Квейду), но скоро выяснилась его необходимость для любого управления — государственными, научными, экономическими, политическими органами. Особенно отчетливо это проявилось при решении ключевого вопроса обороны — выбора основных систем оружия. Традиционные методы управляемого мышления, основанные на военном опыте ориентировали на разработку отдельных операций и постановки частных задач для каждого вида вооруженных сил (свои интересы, свои частные программы). Новый методологический подход — не установление потребностей того или иного вида вооруженных сил, а решение — что необходимо иметь всем ВС в целом для выполнения их функций	
Цель	Изучение конечных результатов в практической деятельности	Переключение внимания на начальные стадии, связанные с выбором и обоснованием целей, их полезности, условий их осуществления, их связей с

		предыдущими процессами Это требует знаний о структуре и функциях ТС, что обуславливает возрастание роли теоретических знаний
Задачи	Теоретическая деятельность направлена на описание и классификацию изучаемых объектов	Теоретическая деятельность направлена на выявление механизмов функционирования ТС, а также знания условий нарушающих и нормальную деятельность. Требует переход к такому типу деятельности, при котором цели НТД будут увязаны с целями природной и социальной систем
Механизм Функционирования ТС	Исследование функций ТС: связь функций со множеством взаимодействующих элементов; рассмотрение структуры ТС не как отношение (взаимосвязь взаимодействие), а как определенным образом упорядоченное расположение одних элементов ТС относительно других (отношение между отношениями); знание структуры и функций ТС — важное, но недостаточное условие для эффективного решения современных проблем; надо соотносить цели субъекта с целям ТС и выяснить, как скажется их реализация на функционировании ТС	
Направления современного развития СП	Системология — теория БТС. Системотехника — практика. Системный анализ — методология / Человек-производство-управление: Психологический словарь-справочник руководителя / Под ред. А.А. Крылова и В.П. Сочивко. Л.: Лениздат, 1982	

1.2. Современный этап научно-технической революции (НТР)

Сущность НТР — прочная и организованная связь науки, техники и производства, в ее основе лежит коренной переворот в производительных силах на базе современной науки, она отражает цели и возможности социально-экономического строя, в котором существует.

Очерки методологии исследования.

Общественное развитие и НТР / Под ред. И.И. Леймана

Машинное производство (конец XVII в.) положило начало превращению науки в непосредственную производительную силу и тем самым открыло огромные возможности для технологического применения достижений науки. Между человеком и природой оказывается не единичное орудие труда, как было прежде, а промышленный процесс в виде системы машин, который совершенствуется на основе знания законов физики и химии. С этого времени человечество встало на путь научно-технического прогресса (НТП), при котором изменения в отдельных элементах средств производства стали зависеть прежде всего не от опыта работника или эмпирических знаний изобретателя, а от уровня теоретического мышления, воплощенного в естественных науках. В XIX в. наука не только ориентируется на решение задач, выдвигаемых производством, но и сама ставит проблемы, получающие в дальнейшем свое технико-производственное разрешение.

НТП направлен прежде всего на развитие производственных сил общества. К середине XX в. намечается принципиально новый этап НТП — НТР, явившийся закономерным шагом человеческой истории и носящий глобальный характер. Это означает, что революционные

изменения охватили все разделы науки, техники и производства, что НТР повлияла на все стороны общественной жизни, затронула, хотя и в неодинаковой мере, все регионы планеты и все социальные системы.

НТР порождена поисками новых путей разрешения противоречий в различных областях, в наибольшей степени в развитии производительных сил. Конфликт назрел в середине нашего века во многих высокоразвитых странах, однако традиционные средства выхода из него оказались малоэффективными. Качественно новые средства дала только НТР.

1.2.1. НТР как система

Познанию сущности НТР, что является основной задачей теоретического мышления, предшествовало описание этого еще мало изученного феномена путем сравнения, сопоставления и отбора фактов, их упорядочивания и систематизации. Этот план познания позволил выявить существенные признаки НТР, характеризующие ее природу. К ним относятся: а) слияние научной революции с технической при опережающем развитии науки; б) превращение науки в непосредственную производительную силу; в) органическое объединение элементов производственного процесса в единой автоматизированной системе; г) тенденция к замене непосредственной деятельности, труда человека функционированием «овеществленного знания во всех звеньях непосредственного производственного процесса; д) формирование нового типа работника; е) переход от экстенсивного к интенсивному развитию производства (Ф. Кутта. Человек — труд — техника. М.: Прогресс, 1970).

Литература 50-х — начала 60-х гг. отражала НТР позиций в какой-то степени обыденного сознания, фиксировала внешние ее проявления. С такой точки зрения НТР выступает всеохватывающим, универсальным феноменом. Действительно, современного человека во всех формах его жизнедеятельности окружают события и явления, порожденные НТР: новые ткани, продукты бытовой химии, телевидение, новые лекарственные препараты, бытовая техника, техника транспорта, связи, торговли, производственная техника и т.п. Эти многочисленные проявления НТР и отождествлялись с ее сущностью. Лишь постепенно исследователи подошли к мысли о том, что за внешними поверхностными событиями лежит коренной переворот во всей структуре производительных сил. И наконец, было показано, что в основе этого переворота находится новая глубинная, внутренняя связь науки, техники и производства как особой системы, сложившейся именно в нашу эпоху.

Это позволило подойти к раскрытию сущности научно-технической революции. Как известно, под сущностью в материалистической диалектике понимается единство внутренних необходимых сторон и зависимостей, которое в то же время содержит единство противоположностей как источник развития. Последний момент Ленин особенно подчеркивал. «В собственном смысле,— писал он,— диалектика есть изучение противоречия в самой сущности предметов» (Ленин В. И. // Полн. собр. соч. Т. 29. С. 227). Сущность имеет многоуровневый характер и выражает) сложное иерархическое

строение действительности. Вот почему и ее познание есть бесконечное углубление «от явления к сущности, от сущности первого, так сказать, порядка, к сущности второго порядка и т.д. без конца» (там же).

Сегодня можно говорить о двух уровнях сущности научно-технической революции, что выражает степень проникновения в столь объективно сложное системное явление. Первый уровень связан с определением НТР как коренного переворота в производительных силах общества, совершаемого при определяющей роли науки. Качественные изменения в них имели множество различных проявлений, и прежде всего в создании принципиально новых средств производства. В 1960-е г. революция в производительных силах отождествлялась с «конечной сущностью» НТР, что позволяло на начальных этапах научного исследования объяснить многие социальные процессы и явления. Однако в дальнейшем сама эта «конечная сущность» оказалась производной от сущности более глубокого порядка — сущности второго уровня, которая включила первую в виде необходимого, но составного элемента. Такой системой и стало единство науки, техники и производства. Взаимосвязи данных элементов зародились давно и достаточно четко проявились уже в XIX в. Это дало возможности К. Марксу заявить о том, что наука в эпоху фабричного производства превращается в «непосредственную производительную силу» (Маркс К., Энгельс Ф. // Соч. Т. 46. Ч. II. С. 215). Непостоянные, случайные в прошлом связи становятся органическими, организованными, структурно закрепленными, т.е. системными, только в эпоху НТР и обуславливают эту эпоху. Возникновение такой системы есть наиболее общий качественный результат научно-технической революции, по мере развития элементов и связей этой системы развивается и НТР. Содержание науки, техники и производства, а также структурные связи между ними несут разное наполнение и направленность в зависимости от социальной структуры и целей общества, в котором функционирует НТР, от возможности планомерно влиять на изменение элементов НТР и организацию отношений между ними, от степени управляемости этими процессами.

Как система НТР должна отвечать ряду условий, присущих любой системе. Во-первых, любая система существует во времени и пространстве и находится в движении. Если мы рассматриваем НТР только во времени и пространстве, но вне развития, то можно говорить только о потенциях, поскольку все ее качества могут проявляться в развитии и функционировании. Во-вторых, число объектов, или элементов, любой системы, автономных в организационном отношении и зависимых друг от друга в функциональном, конечно. Таких элементов в НТР как системе три: наука, техника, производство. В-третьих, для каждой системы характерно наличие единого основания классификации ее элементов. В НТР таким основанием является деятельность общества, которая проявляется в различных видах — научном, научно-техническом и материально-производственном. В-четвертых, система обладает единством. НТР — это целостный комплекс организационно и функционально связанных элементов. В-пятых, система находится в единстве со средой. НТР, ее темпы

развития, цели, характер последствий и многое другое зависят от социальной среды, в которой она развивается и функционирует.

В то же время анализ системы наука — техника — производство неполон без учета ее социальных последствий. Только в этом случае будут соблюдаться важнейшие методологические принципы всесторонности и конкретности. Всесторонность подхода подразумевает учет различных условий, при которых возможны формирование и функционирование НТР и с которыми связаны ее социальные последствия, т.е. изменения всех сторон жизни современного общества — образования, культуры, образа жизни, психологии людей, взаимоотношения между природой и обществом. В свою очередь, и общество воздействует на НТР — нарастание процессов НТР в значительной мере зависит от условий и характера социально-экономического строя, в котором протекают революционные преобразования в науке, технике и производстве.

Один из важнейших моментов социальных последствий НТР относится к преобразованию личности. Происходит оно в двух различных плоскостях: во-первых, изменение личностного элемента внутри научной, научно-технической или производственной деятельности; во-вторых, развитие человека во внепроизводственной сфере через создание новой жизненной среды.

Система наука — техника — производство как глубинная сущность НТР, или сущность второго уровня, является до некоторой степени условно-абстрактной и требует поэтому дополнения ее элементами, в которых отражены социальные последствия НТР. Ими являются общество и человек. Таким образом, в широком плане НТР можно представить как систему наука — техника — производство — общество — человек.

1.2.2. Особенности современной науки

Еще раз повторим, что важнейшей особенностью нашей эпохи является НТР, представляющая собой высший этап НТП, качественный скачок от одного состояния науки к другому. Она предполагает коренную ломку представлений и методов в естественных и технических науках, открытие новых фундаментальных закономерностей объективного мира и обуславливает этим количественные и качественные изменения на всех этапах разработки современной техники.

Наглядными примерами этого революционного процесса являются бурное появление новых отраслей знания, новых научных дисциплин, возникающих на стыках старых, появление комплексных «гибридных» наук, создание новых наук на основе многосторонних связей между старыми науками, рождение принципиально новых методов и принципов исследования, дающих плодотворные результаты. Такими новыми «синтетическими» дисциплинами являются физическая химия, астроботаника, биохимия, бионика (биологическая кибернетика), химическая физика, инженерная биология, химотроника и многие другие.

Синтез различных наук оказался в высшей степени плодотворным. Есть основания считать, что данная тенденция

становится важнейшей, ибо наиболее крупные открытия нашего времени сделаны на стыке различных наук, где родились новые научные дисциплины и направления.

Все эти новообразования — результат совместного действия двух внешне противоположных процессов: дифференциации, специализации (т.е. разделения) и интеграции, взаимосвязи (т.е. объединения) наук, процессов, которые столь характерны для НТР.

Дифференциация наук сочетается со все более усиливающимся процессом их интеграции, синтезом научных знаний, комплексным подходом, переносом методов и принципов исследования из одной области в другую, взаимопроникновением методов.

Интеграция приводит к выводу, что многие проблемы могут получить правильное научное освещение только в том случае, если они будут опираться на различные науки — общественные, естественные и технические. Чтобы действительно глубоко исследовать какие-то процессы, необходимы синтез, интеграция выводов частных наук и результатов исследования различных специалистов — инженеров, социологов, философов, экономистов, психологов и др. В этих условиях особенно важно понимание философского смысла общности коренных гносеологических и логических устоев всего многообразия данных наук.

Дифференциация и интеграция в развитии науки, ее глубина и широта — первая особенность современного научного познания.

Вторая, не менее важная особенность, заключается в приобретении современными науками все большей строгости и точности.

Известно, что научный процесс неразрывно связан с использованием математики. Все новые и новые подтверждения находит вывод В.И. Ленина о том, что «единство природы обнаруживается в поразительной аналогичности дифференциальных уравнений, относящихся к разным областям явлений» (Ленин В.И. // Полн. собр. соч. Т. 18. С. 306).

Человечество уже накопило немалые знания закономерностей развития природы и общества. Эти знания накапливались в основном за счет открытий отдельных ученых. Познание шло от изучения довольно простых, видимых явлений к исследованию их сущности и глубинных процессов. Причем к настоящему времени почти все отрасли знаний исчерпали возможности фиксации явлений как таковых (Феодоритов В.Я. Технический прогресс и эффективность производства. Л.: Знание, 1974): везде произошел переход на осмысливание закономерностей не только самих явлений, но и их механизмов, конечно, с использованием математики.

Проникновение математики в различные области знаний В.И. Ленин связывал с совершенствованием методологии количественных исследований, которые являются логическим развитием качественных оценок. Однако количественный анализ недопустимо абсолютизировать, нельзя выходить за рамки целесообразного. Вычисления сами по себе, в том числе и с помощью самых современных ЭВМ, грозят выродиться в игру цифр. Более того, привычка к вычислению может даже отучить мыслить. В потоке бесконечных вычислений и технических подробностей можно утопить суть дела. Вспомним предостережение В.И. Ленина об опасности чрезмерной

детализации: «Ряды цифр увлекают. Я бы советовал учитывать эту опасность: наши «катедеры» безусловно душат таким образом живое, марксистское содержание данных» (Ленин В.И. // Полн. собр. соч. Т. 48. С. 64).

Третья особенность — современная наука развивается более стремительно, чем прежде. Для исследователя важно не только обобщить практический опыт, решить актуальную проблему в максимально сжатые сроки без ущерба для науки, но и сделать результаты исследования всеобщим достоянием как можно скорее.

Кроме того, надо учитывать и значительное сокращение разрыва между появлением научной идеи и способностью производства к массовому использованию этих исследований. Производство созрело (и с точки зрения материальной базы, и с точки зрения потребностей своего развития) для утилизации даже самых на первый взгляд рискованных научных решений. Сроки признания ценности научных открытий для производства сократились в период между Первой и Второй мировыми войнами с 16—20 лет до 9 лет (Феодоритов В.Ф. Технический прогресс и эффективность производства. Л.: Знание, 1974). Цикл коммерческого освоения новой научной информации, включающий в себя принципиальную разработку, проектирование, экспериментальное производство и массовый выпуск продукции, после Второй мировой войны уменьшился с 10—7 лет до 5—6 лет, а кое-где до 2—3 лет. Происходит экономизация науки, т.е. ее прямой и быстрый выход в производство, с одной стороны, и восприятие экономических законов и форм развития народного хозяйства — с другой.

Четвертая особенность — значительно возросла опасность субъективизма в научных исследованиях, что объясняется чрезвычайным усложнением объектов и процессов. Для каждого специалиста «объективность рассмотрения» приобретает особый смысл. Она ориентирует ученого на то, чтобы принципы исследований согласовывались с действительностью, а не наоборот.

Пятая особенность заключается в следующем. Благодаря расширению и углублению познания научные достижения перестали быть результатом деятельности отдельных личностей: они становятся результатом коллективных усилий. Прежде общественный характер развития науки выражался в том, что знание и опыт предыдущих поколений усваивались индивидуально каждым ученым. В настоящее же время индивидуальный, или «мануфактурный», период производства научной информации сменяется на «машинный» период. Этот процесс выражается в том, что, наука становится объектом общественного планирования и регулирования, она с некоторыми специфическими особенностями воспринимает социально-экономические и организационные категории и формы общественного производства.

И наконец, шестая особенность — исследования объектов и явлений ведутся без предварительных их расчленений на обособленные части, а во взаимодействии всех их частей. Таким образом, объекты изучают как целое, лишь мысленно вычлняя те или иные его стороны. Так обычно поступает грамотный врач, ни на минуту не опуская из

виду весь заболевший организм в целом, учитывая влияние всех обстоятельств и факторов в их взаимной связи.

Изучение любых объектов современности предполагает системный подход к ним, в котором должны совместно участвовать представители общественных, естественных и технических наук.

На фоне перечисленных особенностей все отчетливее выступает тенденция к синтезу знаний, получаемых различными отраслями науки. По мере расчленения науки на отдельные дисциплины уменьшается количество связей между ними и увеличивается вероятность замедления научно-технического прогресса из-за утраты возможностей общения.

Распространение «глухоты специализации» ведет к тому, что знания одной дисциплины не доходят до представителей других дисциплин из-за отсутствия «обобщенного слуха». Современное движение за синтез знаний происходит как под знаком идей общей теории систем, так и под знаком идей прикладных научных дисциплин «системны исследования». Целью обеих дисциплин является развитие «обобщенного слуха».

Объектом системных исследований являются системы, представляющие множество взаимосвязанных элементов выступающих как единое целое со всеми присущими ему внутренними и внешними связями и свойствами. Метод целостного подхода к объектам имеет важнейшее значение в становлении более высокой ступени мышления, а именно перехода его от аналитической ступени к синтетическому мышлению, которое направляет познавательный процесс к более всестороннему и глубокому познанию явления.

В современной технике, природе и обществе мы, как правило, имеем дело с самыми различными системами. Их наличие позволяет утверждать, что бесконечное многообразие объектных систем представляет собой внешний мир. Но только в последние три десятилетия мы являемся свидетелями быстрого развития понятия «система», ставшего ключевым в научном исследовании. Подход к объектом исследования как к системам выражает одну из главных особенностей современного научного познания.

1.2.3. Создание технических систем —

прогрессивное направление развития техники

Формирование свойств системности в истории развитии техники, обусловленное потребностями производства и достижениями науки, открыло путь к становлению сложных технических систем и комплексов. Они обеспечивают революционные перемены в технологии и организации производства, многократное повышение производительности труда, снижение материалоемкости и энергоемкости, улучшение качества продукции, рост фондоотдачи.

Становление ТС выступает как прогрессивное направление развития техники. В своем поступательном движении к ТС она прошла через ряд исторически последовательных уровней: от древних кремневых, составных орудий к простейшим машинам XVII—XVIII вв. и затем — к современным техническим системам: сложным и большим. В истории же техники это движение может быть представлено

три историческими периодами: от орудийной (ручной) техники к машинной, а затем к автоматическим системам машин.

На основе углубленного анализа исторического материала развития техники (здесь даны его обобщения) с целью выявить особенности прогресса движения техники к ТС рассматривается возникновение ее системных свойств, определяющих структуру и функции исследуемых объектов. В качестве итогов дадим краткое описание свойств в свете этой исторической тенденции прогресса техники.

В период орудийной техники постепенное усложнение ее разновидностей в процессе их количественного роста и качественного совершенствования тенденция реализуется на пути соединения объектов в отдельные устройства. Она нарастает в последующих исторических периодах, проявляя себя в увеличении габаритных размеров и массы технических средств, их сложности и стоимости.

Машинный период развития техники характеризуется появлением совокупности элементов, находящихся отношениях и связях между собой, формированием определенной целостности структурного и функционального единства. Это уже — основополагающее системное свойство, ибо характеризует взаимодействие на базе наличия общих структурных элементов.

В полной мере оно реализуется при создании управляющих устройств (в третьем периоде) и в превращении их в необходимый составной элемент машин как ТС. В дальнейшем это обуславливает повышение уровня автоматизации ТС.

Итак, каждому периоду исторического развития техники в направлении к созданию ТС присуще становление характеристик структурного и функционального целого, которые в своей совокупности образуют это целое, которое по принадлежащим ему признакам не сводится к сумме частей (табл. 1.3); чем сложнее технические объекты, тем менее допустимо сведение целого к частям.

Сведения о системных свойствах современных ТС весьма разноречивы (Поваров Г.Н. О системотехнике и о книге Гуда и Макола // Гуд Г.Х., Макол Р.Э. Системотехника. Введение в проектирование больших систем: Пер. с англ. / Под ред. Г.Н. Поварова. М: Сов. радио, 1962; Джонсон Р., Каст Ф., Розенцвейг Д. Системы и руководство (теория систем и руководство системами): Пер. с англ. / Под ред. Ю.В. Гаврилова, Ю.Т. Печатникова и другие. М.: Сов. радио, 1971).

Обобщим наиболее существенные: движение к целостности функциональному единству (общей цели, общему назначению), приводящее к сложному иерархическому строению системы; увеличение разнообразия типов частей системы, выполняемых ими функций, что обуславливает различия в их абсолютной стоимости и т.д.; усложнение поведения; наличие и умножение связей (количественных и качественных, положительных и отрицательных, одноплановых и многоплановых, полезных и вредных, внутрисистемных и межсистемных...); повышение уровня автоматизации, означающее, в частности, увеличение степени относительной самостоятельности ТС в ее поведении; нерегулярное, статистически распределенное во времени поступление внешних

воздействий; нелинейности характеристик; многоаспектность (техническая и др.); контринтуитивность (причина и следствие жестко однозначно не связаны ни во времени, ни в пространстве)... В процессе прогрессивного развития техники происходит качественное совершенствование систем как совокупного целого на пути возрастания сложности этих объектов. Особенно заметными становятся такие качественные сдвиги во многих направлениях технического прогресса с середины 50-х годов XX в., чему способствовали появление не только новых конструкций машин и приборов, но и новых материалов, технологических процессов их обработки.

Представление тенденции становления ТС как единства элементов и структуры достигается на основе исследования не только внутреннего движения систем, но взаимодействия их с иными системами, условий их существования.

Таблица 1.3

Становление технических систем (историческая справка)

Периоды	Системные свойства	
	В элементах структуры	В функциональной организации
Орудийный	«Составной характер» орудий, усложнение их элементов и формы, качественное развитие орудий	Превращение природного материала в средства для обработки земли, камня, дерева с целью уменьшить трение, повысить прочность, производительность, т. е. облегчить труд за счет лучшего приспособления формы природного материала к определенной функции — обработке, транспортированию и т. д.
Машинный	Многоэлементность, конструктивные связи, взаимодействие структурных элементов (ветряная мельница — двигатель, передача, рабочий орган), увеличение габаритных размеров и массы	Автоматизм, быстрота, непрерывность технологических действий, высокие параметры, возможность соединения многих орудий, приводимых в движение одним и тем же механизмом, увеличение сложности и стоимости
Системно-технический	Создание управляющих устройств, иерархия строения, параметров, связей; усложнение связей узлов и блоков, целостность состава ТС	Автоматизация управления, повышение ее уровня, комплексная автоматизация, целостность всей функций, «безлюдное» производство; создание ТС как адекватной системной базы «наука — техника — производство — образование»

Рассматривая тенденцию в функциональном составе техники, выделим основную — технологическую функцию. По отношению к изготовлению, сборке, монтажу т. д. она одновременно выступает и как функция производственная. Обе они реализуются, например, при переходе от традиционных универсальных станков к оборудованию типа «обрабатывающий центр». Но интеграция происходит также в сфере технологических переходов операций и делает технологический процесс малооперационным. Исторически при переходе от ручного производства к автоматизированному изменяется не только функциональная связь объекта с предметом труда, но система

производства в целом и процесс ее развития. Непосредственная связь человека с предметом труда при ручном производстве превращается уже в опосредованную машинами при механизированном производстве. Но управленческие функции пока остаются за человеком, его непосредственные воздействия теперь обращены на машину. С переходом к автоматизированному производству управленческие функции передаются структурному техническому элементу — средствам автоматики, и человек непосредственно не включен в производственный процесс. Его функциональные параметры ограничены рамками ТС, с помощью автоматики освобождаются от воздействия субъективного фактора (в том числе и нежелательного) и контролируются человеком, но без его непосредственного участия. Производственный процесс превращается из взаимодействия человеко-машинного в функционирование ТС с присущими ей специфическими свойствами, реализуемыми в определенном технологическом процессе (схема 1.2).

Уже на современном этапе НТП функционируют и развиваются технологические системы. Тенденция становления системности в этом прогрессивном направлении развития техники, производства и науки нарастает, и ей принадлежит большое будущее. Анализ же историко-технических фактов в связи с развитием производства показывает структурно-функциональное единство, целостность всех его составляющих элементов. Однако следует при этом обратить внимание на общее понятие «технология». Вслед за К. Марксом, который понимал ее как науку о связях общественного человека с природой, мы относим технологию к классу наук о производстве. Но и в историческом развитии как таковом наблюдается тенденция движения к интегрированным видам оборудования и технологических операций. Значит, как наука технология генетически наделяется, образно говоря, «двойным системным признаком» — и стороны техники, и производства.

Тенденция становления свойств системности присуща «субстратному» составу и «субстанциональной» основе многообразных конструкторских материалов техники. Нам достаточно ограничиться этим замечанием, делая акцент на то, что разработка системы материалов с заранее заданными свойствами, получение и обработка современных материалов возможны на базе новейших технологий. Это одно из направлений НТП и наряду с другими является составной частью формирования технологии как системы современных естественно-технических наук о производстве.

Таковы лишь некоторые особенности становления ТС в технике и производстве.

1.2.4. Образование и его роль в НТП

Образование — следующий неотъемлемый элемент рассматриваемой системы. Значит, методологический подход к его сути и оценке должен быть равноправным по отношению к другим элементам, т.е. системным. Будучи дальнедействующим фактором, образование закладывает фундамент, генерирует развитие этих элементов, рост производительных сил общества. Тем более необходима

научно обоснованная программа образования. Она реализуется путем выработки системных знаний, которые продуцируются в результате взаимодействия и синтеза естественных, технических и общественных наук. Формирование такой системы знаний, ориентированной на мировой уровень развития науки, и внедрение ее в учебный процесс, входит в содержание перестройки высшего образования.

Системный подход открывает здесь реальную возможность сокращения сроков обучения, повышения специального научно-технического и мировоззренческого уровня образования, общей культуры будущих выпускников и слушателей Институтов повышения квалификации. Более конкретно, это осуществляется через выдвижение на первый план общих теорий, обобщенных научных принципов и выявление глубоких взаимосвязей.

Схема 1.2

Развитие производственного процесса как системы



К сожалению, на сегодняшний день такой научной системы знаний, признанной большинством специалистов, нет! И не случайно, что современная высшая школа значительно отстает от уровня развития мировой науки и находится в глубоком кризисе (Я.Ф. Кумбс. Кризис образования в современном мире: системный анализ. М: Прогресс, 1970). Эта работа выполнена по заданию ЮНЕСКО, и вывод ее — в названии. Для сложившейся бывшей советской модели высшей школы (а ныне и российской) характерны централизованная система и методы управления образованием, жесткие программы и пассивные методы обучения, обучение знаниям и дисциплинам, явный консерватизм организационных форм учебного процесса. В итоге образование представляется в виде одномерного, эмпирического и антиисторического процесса усвоения знаний с технократическим основанием.

Сегодня стало ясно, что высшая школа не может рассматриваться только как социальный институт, готовящий специалистов. Задача ставится шире: она призвана обеспечивать воспроизводство и развитие культуры. Наша педагогика просмотрела технологический вызов и начавшуюся в мире революцию в образовании. Она не сумела выдвинуть и развернуть свой проект образования, так как не было задела для выполнения своей первостепенной функции — прогностической. Каркасом педагогической науки служат формализованные и малоконструктивные определения — представления; педагогический процесс, как правило, лишь описывается, а не объясняется. Его закономерности и принципы выступают в качестве норм и предписаний, а не в роли имманентной основы развития учебно-воспитательной практики. Педагогика не имеет санкционированных внутренней логикой этой дисциплины выходов ни на философию, ни на социологию, ни на психологию образования и воспитания. Вот почему поиск путей преодоления кризиса педагогической мысли надо вести с использованием методологического инструментария, позволяющего реинтегрировать педагогику в систему общественных наук.

Пришло время осознать, что педагогические науки опираются на другие отрасли знания и научные подходы нередко очень отдаленные от педагогики. Мир образования стал настолько сложным, что его нельзя охарактеризовать педагогической терминологией (Ф. Кумбс). Требуется продуманный с системных позиций выход на разработку науки об образовании как особой области знания междисциплинарного комплекса интегрированного знания, глобальной теории в сфере образования, которая значительно шире педагогики и педагогических наук имя — *эдукология*. И хотя этот термин был введен ещё в 1964 г., по мнению К. Оливера, эксперта ЮНЕСКО по вопросам планирования образования, *эдукологии* до сих пор существует. Исключительная актуальность ее разработки не вызывает сомнений, ибо объектом исследования впервые становятся образовательная система и процессы в целом в их взаимодействии с обществом, человеком, образованием.

Однако, прежде чем разрабатывать *эдукологию*, необходимо разобраться с образованием. Оно этимологически связано со словом «образ». А образ многозначен. Мы придерживаемся мнения некоторых современных психологов, связывающих образование с образом человека, его ликом, личностью, формированием человека как целого. Под целостностью понимается интеграция многообразия жизнеспособностей и жизнедеятельностей индивидуума. При этом получим представление об образовании в широком смысле слова. Однако слово «образ» может иметь и другие значения. Ведь человек воспроизводит в себе целое пространство образов: мира, деятельности, своего Я. Такие образы, худо-бедно организованные системы знаний, всегда субъективны. Соответственно и всякое знание является субъективным, личностным, неразрывно связанным с познанием. В этом случае имеем дело с образованием в узком смысле слова.

Современная высшая школа обучает, развивает некоторые способности, дает знания, формирует навыки, подготавливает к профессиональной деятельности — все что угодно, только не

образовывает. Однако сегодня мы понимаем под образованием главным образом широкое и всестороннее обучение. Но на более ранних этапах развития педагогической мысли эти понятия четко различались. Один из великих творцов современной педагогики И.Г. Песталоцци рассматривал образование как гармоничное и равновесное развитие в процессе воспитания и обучения всех сил человека — нравственных, умственных и физических (1826 г.). Обучение и его средства, по мнению ученого, лишь подчиненный цели образования инструмент, одностороннее развитие которого может оказаться даже вредным.

Обобщая передовую отечественную и зарубежную литературу, в современном высшем образовании можно выделить два направления: фундаментальное и прикладное. Если главной целью первого является обеспечение живучести специалиста, то второго — обеспечение быстрой адаптации выпускника к изменениям в конкретной области знаний. В основе фундаментального образования лежит понимание законов, позволяющих воспринимать окружающий мир в многообразии и единстве, в основе прикладного образования — не только глубокие профессиональные знания, умения и навыки и их понимание, необходимые для постановки и решения профессиональных задач, но и основы системного познания, видение в мире универсальных закономерностей места предметной области.

Широко образованных людей сегодня называют интеллектуалами или профессионалами — в отличие от специалистов (предметников). В связи с чем же возникает потребность формирования интеллектуального потенциала в любой школе? Причин этому много, но все они связаны с последствиями совершаемой на наших глазах НТР. Это и «информационный взрыв», где нужно отличать «шум» от информации каждому, принимающему решение, это и появление ЭВМ, с чем связана оригинальная мысль Н. Винера: «Если мы требуем ума от машины, то от самих себя мы должны потребовать еще большего ума». Это и «глухота специализации», при которой утрачивается панорамное видение своей науки в целом. Замечено, что с ростом числа комплексных проблем увеличивается процент случаев отказа от их решения.

Наука утверждает, что умственная нагрузка всегда падает на сравнительно небольшую часть нервных элементов коры головного мозга. Одновременно работает лишь несколько миллионов нейронов коры, а миллиард бездействуют. Это говорит о колоссальных возможностях человеческого интеллекта. Дело заключается в том, чтобы научиться их использовать. Люди высшей степени интеллектуального развития интуитивно нащупывают механизмы использования своих резервов. Надо изучать приемы, методы, средства работы этих людей. Приведу примеры.

Профессор О. Ланда, доктор психологии, руководитель лаборатории института общей и педагогической психологии разработал и издал в 1966 г. работу «Алгоритмизация обучения», переведенную в дальнейшем во многих странах мира. Он придумал удивительно простой для учителя и ученика способ обучения. Идея заключается в том, чтобы постигнуть устройство головы отличника и, усвоив ход его рассуждений и действий, научить ребенка средних способностей (или

даже совсем скромных) рассуждать и действовать точно также. В дальнейшем эту идею он перенес на работу взрослых, разработав специальный алгоритм, соответствующий экспертному мышлению. Эти приемы использовались в дорогих обучающих центрах (свыше 10 тыс. долларов в месяц с одного сотрудника). Затраты окупались десятикратно за счет резкого повышения уровня квалификации.

В основу активизации умственной деятельности целесообразно положить и решение задач, используя принципы инверсионного обучения. Оно основано на разнородных точках зрения и позволяет осмысливать объект познания не только с общепринятых (как правило, стандартных), но и с самых необычных позиций. Имеется прототип такого обучения. В старину на Руси инженеров называли розмыслами. В этом скрывался инверсионный стиль мышления того времени — оригинальная выдумка, смекалка, дар предвидения, фантазия. Представляется важным, что розмысел не только решал задачи, но и самостоятельно ставил их, подмечая альтернативность на самых начальных (!) этапах их образования. Желательно, чтобы наши вузы стали выпускать своих розмыслов. А пока что в высшей школе доминируют процессы «принятия решений» условиях итоговой формулировки, когда исходные данные, вопросы и цели предъявляются студентам в готовом виде. При этом упускается из виду то чрезвычайно важное обстоятельство, что само принятие решения не может быть сколько-нибудь полноценным без предварительного усмотрения актуальной задачи, умения подметить ее специфические особенности и оригинально поставить.

Внимательно и осознанно обобщая сказанное, можно сделать твердый вывод о необходимости введения в современное образование дисциплины «системный анализ» — как в виде одного из общих курсов в фундаментальной подготовке студентов и слушателей, так и в виде новой специальности, существующей пока лишь в нескольких вузах мира, но, несомненно, являющейся весьма перспективной. Для подлинно высшего образования возникновение и развитие системного анализа имеют ряд важных последствий. Во-первых, важный этап исследований реальных ситуаций и построения моделей (разного уровня — от вербальной до математической) является общим для всех специальностей. Для этого этапа системный анализ предлагает подробную методику, овладение которой должно стать важным элементом в подготовке специалистов любого профиля (не только технического, но также естественного и гуманитарного). Во-вторых, для многих инженерных специальностей, прежде всего связанных с проектированием сложных систем, а также для прикладной математики системный анализ становится одним из профилирующих курсов. В-третьих, практика прикладного системного анализа в ряде стран убедительно показывает, что такая деятельность в последние годы становится для многих специалистов профессией, и уже кое-где начат выпуск таких специалистов. В-четвертых, чрезвычайно благоприятной аудиторией для преподавания системного анализа являются институты и курсы повышения квалификации специалистов, проработавших после окончания вузов несколько лет на производстве и

на собственном опыте испытавших, как непросто иметь дело с проблемами реальной жизни.

Однако анализ учебных планов и программ Санкт-Петербургских вузов позволяет выявить два крупных недостатка. Во-первых, число образовательных учреждений, читающих подобные дисциплины, катастрофически мало. Во-вторых, даже там, где они преподаются, содержание лекций носит повышенный субъективный характер и требует хотя бы первичного упорядочивания. Даже в образовательно-профессиональных программах базового высшего образования по направлениям, разработанных Министерством науки, высшей школы и технической политики 1993 г., эта проблема еще не решена (курс представлен в ограниченно минимальном числе направлений, содержит малое количество часов, носит разные наименования и пр.). Решение же этой проблемы сверхактуально, кроме вышесказанного такая учебная дисциплина перспективна и для гармонического развития личности, и для получения студентом представления о научной картине мира (как целостного усвоения знаний по основам наук), и для формирования научного мировоззрения... Более того (повторюсь!) появление в современной технике больших и сложных технических систем потребовало обязательного применения методов исследования и разработки, адекватных им по природе, т.е. системных! Поэтому преподавание системного анализа в каждом вузе не только необходимо, но и неизбежно.

Ф. Энгельс писал, что личность человека характеризуется не только тем, что она делает, но и тем, как он это делает. В связи с этим исключительно важным становится умение принимать оптимальные решения, особенно в нестандартных ситуациях. При этом самое интересное заключается в том, что невозможно принять оптимальное решение в предметном знании (Жить в мире и для мира: Беседа с проф. Торонтского ун-та А. Рапопортом // Вестн. высш. шк. 1988. № 12). Наша же высшая школа продолжает готовить только специалистов-предметников. Поэтому мы всегда жили и живем в обстановке некомпетентных решений, принимаемых абсолютно некомпетентными согражданами, безобидное тупоумие которых (когда оно не ограничено рамками только их собственной судьбы) приобретает характер национального бедствия: будь то отношение к такой исторической и культурной жемчужине, как Санкт-Петербург, будь то отношение к российскому образованию или разработке новой техники. Например, по сравнению с Западом на одну и ту же работу мы затрачиваем сил и материалов в три раза больше и при этом не обеспечиваем надлежащей конкурентоспособности.

«Готов спорить,— утверждает В. Шукшунов, заместитель председателя Государственного комитета по образованию, — что чуть не все беды и трагедии наши произрастают из непрофессионализма, бескультурья, отставания по важнейшим направлениям научно-технического прогресса...» Поэтому наряду с предметниками высшая школа России должна готовить и системщиков широко образованных людей, способных мыслить на уровне проблем, а не задач, способных самостоятельно ставить проблемы и оптимально решать их в научной картине мира.

Приведу пару примеров в виде цифр. В начале перестройки промышленный потенциал России составлял 52% от американского, а сегодня — лишь 6%, т. е. равен мощности всего-то одного штата Флорида. Или: в результате наших экономических «реформ» мы потеряли в 14 раз больше, чем за всю Отечественную войну 1941—1945 гг. (Материалы Второго съезда Петровской академии наук и искусств, 24—27 окт. 1995 г.). Так что же, будем двигаться таким путем таких реформ? Куда конкретно?

Все это означает попытку подвинуть общество к осознанию двух истин:

сложность проблем, с которыми Россия входит в XXI требует смены типа образования (например, от российско-германской системы, построенной на запоминании различных фактов, к англосаксонской, предполагающей развитие способностей к анализу и синтезу);

средством развития страны является не экономика, политическое руководство, рынок, частная собственность, военная мощь или еще что-то, а только новое качественное образования, направленное на подготовку элиты, пусть даже составляющей единицы процентов от количества обучающейся молодежи.

Именно эту проблему мы решаем в системной НИР «Эдукология: природа проблемы, пути и методы ее решения». Концепция «тройного опережения» создана на базе МУНМЦ «Эдуколог» — филиала ИЦПКПС (Москва). Научный руководитель темы и директор Центра — член-корреспондент Академии акмеологических наук В.И. Прокопцов.

Материал по обучению и образованию в систематизированном виде представлен в табл. 1.4—1.6.

Таблица 1.4

Основные положения, отличающие обучение и образование

Обучение	Образование
«Обучение и его средства — подчиненный цели образования инструкции, одностороннее развитие которого может оказаться даже вредным», — считал И.Г. Песталоцкий — один из великих творцов современной педагогики (1826 г.)	Образование — гармоничное и равновесное развитие в процессе воспитания и обучения всех сил человека — нравственных, умственных и физических
«Обучение есть передача готовых знаний учителем ученику» (Луначарский А.В. Революция — искусство — дети // Материалы и документы. М., 1996)	Образование есть творческий процесс. Всю жизнь «образуется» личность человека, ширится, обогащается, усиливается и совершенствуется
Обучение еще не делает человека самостоятельной, цельной, творческой, духовной, нравственной, понимающей и принимающей проблемы и запросы своего времени личностью	Образование не может сводиться только к просвещенности и культурности. (Культурность — это освоение накопленных человеком традиций, ценностей, знаний). Оно предполагает и готовность работать над собой, умение изменить свои стереотипы
Обучение — это усвоение знаний, культурных норм, жизни в «предметной» форме	Образование — индивидуальная самостоятельность, развертывающаяся в поле культурно-материальном
Обучение — осознание структуры детальности и ее предмета	Образование — осознание себя как субъекта деятельности и мира как ее окружения
Обученный человек — знающий, способный и умеющий, может быть талантливым	Образованный человек — агент культуры (добра, разума, совести, ответственности, любви,

<p>специалистом и одновременно — нравственным уродом, бессознательно воспроизводящим традиции жизни (живу как все, как жили мои родители)</p>	<p>сочувствия, поддержки...), отстаивающий вечные ценности жизни и формирующий новые. Образованность человека (этимологически) — принятие человеком образа: мира, собственной личности, прошлого и будущего, добра и зла. Образоваться — значит понять других, себя, смысл жизни, свою ответственность перед жизнью, перед культурой... Культура — это жизнь, единое, благо и добро, сила и энергия, это вечный идеал человечности</p>
---	--

Итак, образование предполагает знания и понимания того, что такое человек вообще, как он связан с культурой и природой, в чем его назначение (табл. 1.6). Образование это рефлексия своей деятельности в НКМ!!!

Таблица 1.5

Определение фундаментального и прикладного образования

Элемент характеристики	Фундаментальное	Прикладное
Главная цель	Обеспечение живучести специалиста	Обеспечение быстрой адаптации выпускника к изменениям в конкретной области знаний
Основа	Понимание законов, позволяющих воспринимать окружающий мир в многообразии и единстве (это и есть мировоззрение)	Глубокие профессиональные ЗУНы и их понимание, необходимые для постановки и решения профессиональных задач. Основы системного познания. Видение места предметной области в мире универсальных закономерностей
Задачи	Формирование целостного представления о научной, или теологической, или мифической картинах мира.	Историческая особенность развития дисциплины, ее связь с общечеловеческими проблемами развития общества. и природы. Иерархичность строения материи от макрокосма до микро-, фундаментальные взаимодействия и законы дисциплины, соотношение относительной и абсолютной истины. Познаваемость мира и деятельностная природа познания, представления об уровнях познания. Логическая связь в дисциплине и межпредметные связи, в том числе с гуманитарными и специальными дисциплинами. Терминология, вклад ее в общекультурное развитие человека

<p>Построение фундамента научной подготовки для профессиональной деятельности творческого развития личности</p>	<p>Научно обоснованное сочетание фактологической, мировоззренческой и методологической сторон изучения предмета, обеспечивающее профессиональную культуру: умение диалектически мыслить, прочные знания фундаментальных законов, умение практически реализовать современные достижения наук, понимать место в НКМ его идеалами, системой ценностей, стремлениями, целями, с его оценкой своих возможностей. Характеристики личности: способность не только решения уже поставленных задач, но и к самостоятельной постановке новых проблем и их решению; открытость и коммуникабельность; развитое чувство юмора; высокий уровень внутренней мотивации, составляющей потребность человека; определенный эмоциональный настрой, связанный с поиском интуитивных решений; достаточно высокий уровень самооценки; готовность отстаивать свою точку зрения при условии уверенности</p>
<p>Примечание. «При разработке этих основ образования крайне опасно идти на ощупь. Необходимо более полно использовать достижения эдукологии — науки о принципах формирования образованного человека и определения фундаментального знания как части общечеловеческой культуры, с одной стороны, и являющейся основой для профессиональной подготовки специалистов — с другой» (В. Кинелев, Председатель Комитета по высшей школе (Высшее образование в России. 1993. № 1)).</p>	

Сравнительный анализ обучения и образования представлен в табл. 1.4, подробное определение образования и его двух составляющих — фундаментального и прикладного — в табл. 1.5, а раскрытие сущности понимания — в табл. 1.6

Как же объяснить полученные результаты?

Когда ОИ разделяется на части, он теряет свои существенные признаки. Далее, если часть отделяется от ОИ, она тоже утрачивает некоторые существенные свойства. Мотор, вынутый из автомашины, не сдвинет сам себя.

При анализе вскрывается структура ОИ, т.е. то, как он работает. Синтез же показывает функционирование ОИ, т.е. то, почему он работает именно так.

Таблица 1.6

К пониманию понимания

Логический прием мышления	Содержание процессов мышления	Результат процессов мышления
Анализ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объект исследования, подлежащий пониманию, делится на части. 2. Делается усилие понять поведение каждой части системы по отдельности. 3. Понимание частей структурируется в попытке получить понимание целого 	Знание
Синтез	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объект исследования рассматривается как часть объемлющей системы. 2. Объясняется поведение объемлюще- 	Понимание

	<p>го целого. 3. Понимание целого дезагрегируется для объяснения поведения части. Эта часть получает объяснение путем определения ее функции в системе</p>	
--	--	--

Значение понимания проиллюстрируем словами древнего мудреца из работы Р.Л. Акоффа. Унция знания стоит фунта информации, а унция понимания стоит фунта знаний. Отсюда: коэффициент важности $Z_n = 13,3И$, $П = 177,7И$. Несмотря на это, высшее образование тратит большую часть времени на передачу информации, малую часть — на передачу знаний и понимания.

В связи с этим возникает вопрос о сущности информации. Информация — это превращенная форма знаний, не тождественная как таковому, т.е. информации не есть само знание. Информация передается описаниями, т.е. ответами на вопросы, начинающиеся словами «кто», «когда», «что», «где», «сколько». Знание передается инструкциями, т.е. ответами на вопросы, которые начинаются с «как». Понимание передается объяснениями, т.е. ответами на вопросы со словом «почему». В образовательном процессе знание и понимание считаются синонимами. Поэтому студенты не учатся различать их, а также различать каждое из них от информации. А если выпускники и способны различить их, то уверены, что наиболее ценна информация и наименее важно понимание.

В подавляющем большинстве концепций учения не представлен один очень важный класс общих, познавательных операций — понимание речевых сообщений об окружающей действительности, их свойствах, отношениях, сущности. Особый вид деятельности — представление личностных знаний экспертов в виде информации в базе ЭВМ, т.е. экспертных систем. Это делает когнитолог — инженер знаний (системщик!). Когнитология — необходимый мост над пропастью, разделяющей человеческое знание и информацию. В ГОСах представлены только знания, умения, навыки, а не понимание.

Подтверждение этому мы находим у великих мудрецов и педагогов. Например, в диалоге Платона Сократ говорит Федру: «Глуп и тот, кто надеется запечатлеть в письменах своё знание, и тот, кто потом вознамерится извлечь его оттуда нетронутым и годным к употреблению».

А. Дистервергу, немецкому педагогу, принадлежат следующие мысли: «Извне (от преподавателя) он (студент) может получить только возбуждение»; «Развитие и образование ни одному человеку не могут быть даны или сообщены. Всякий, кто желает к ним приобщиться, должны достигнуть этого собственной деятельностью. Первым и важнейшим источником деятельности является отношение к труду».

К. Ушинский учил, что «передается мысль, выведенная из опыта, но не самый опыт».

А И. Кант отмечал, что не мыслям надо учить, а мыслить!

Отмечая поднятую проблему, надо акцентировать внимание на то, что именно непонимание ведет у многих к утрате желания учиться, к потере престижа высшей школы.

Из табл. 1.6. следует вывод о важности понимания и для вопросов управления. По мнению Р. Акоффа, управление социально-экономической действительностью требует мышления обоих типов, но даже многие руководители обычно умеют лишь анализировать. Не зная этого, большинство руководителей не умеют обращаться со сложными системами взаимодействующих частей, а ведь именно это составляет суть управления.

Какой же выход из создавшейся проблемной ситуации может быть предложен?

Недостатки систем образования не могут быть устранены изменениями в содержании образования. Для этого требуется перестройка структуры образовательной системы и ее процессов. Не новые факультеты (типа естественно-научного в БГТУ), и даже не просто новые традиционные кафедры, а глобально новая по структуре кафедра требуется каждому институту. Имя ее — системология (системотехника). Именно она должна стать мозговым центром всей теоретической и практической работы по развитию социального и научно-технического прогресса, по организации планомерного перехода к системологическому (системотехническому) образованию. В частности, такая кафедра помогает ответить на вопрос, какие кафедры нужны конкретному вузу, а какие можно упразднить или объединить с другими. Учебный процесс на такой кафедре будет проходить на активно-проблемной основе, методолого-системном уровне и с эдукологической (а не педагогической) направленностью.

Появление СА вызвало потребность в передаче обобщенной информации, увеличило абстрактность материала и привело к утрате зримой связи с чувственным опытом. Все это выдвинуло на первый план понимание, потребовало философско-методологической ориентации всего учебно-воспитательного процесса. Ни знания сами по себе, ни способы деятельности (навыки и умения), усвоенные по какому-либо образцу, не могут обеспечить формирование тех психических структур, которые составляют ядро творческой личности. Они формируются через проблемное обучение. Любое проблемное занятие организуете системой «проблемная ситуация — проблема — решение проблемы». Проблема — форма понимания.

Именно философия сделала проблему предметом специального рассмотрения. Отсюда два вида проблем. Специально-научная проблема формулируется как требование устранить интеллектуальный диссонанс локального порядка. Философская же проблема формулируется как требование устранить рассогласованность универсальных способов представления реальности. Разрешение ФП приводит к сдвигу в самом фундаменте понимания. Такие сдвиги революционизируют обширные области человеческого видения и стимулируют порождение новых сфер знания, оказывают глобальное влияние на организацию человеческой деятельности.

Итак, основа построения учебного процесса заложена в целях обучения. Традиционно было принято, что целями обучения являются

ЗУН. Такая неконкретная постановка сводилась к тому, что в программу вместо знаний можно было закладывать представления, умения сводились к выполнению отдельных профессиональных операций и т.д. В принятой нами постановке целей обучения изменилось глубинное их содержание. Это значит:

— знания теории и представлений о явлениях на уровне системы хотя и локальной, но вполне замкнутой;

— умения и навыки в решении профессиональных задач как в типовых, так и в нетиповых ситуациях;

— развитие личности студента на базе автоматического использования арсенала мыслительных операций до уровня прогнозирующего системного стиля мышления, видение предмета в системе со связями, отношениями;

— воспитание личности студента путем формирования мировоззрения, ориентации интересов, целей и ценностей в сфере познания и продуктивной профессиональной деятельности.

Информационный взрыв увеличивает не только количество информации, но и ту долю, которую мы не осознаем, не понимаем. В итоге человек больше знает, чем понимает.

Существование человечества ставится в зависимость от его способностей к пониманию, умения переходить от одного способа познания к другому. Это вынуждает значительно усиливать философско-методологическую ориентацию всего образовательного процесса. Становится очевидной и необходимость роста эвристической компоненты в образовании и воспитании. Поэтому важным становится проблемное обучение: проблемная ситуация — проблема (ядро творческого обучения) — решение.

Наиболее распространенными эвристическими приемами являются:

— инверсия категориальной оппозиции (КО);

— переход от причинного детерменизма к вероятностному;

— выделение различных принципов неопределенности;

— обобщение ряда КО в одну (материя — сознание, конгломерат — система...).

Наиболее эффективная форма в обучении диалоговая. Ее виды: беседа, спор, дискуссия, полемика, дебаты, диспут, прения.

Формы эвристического диалога: сократовская беседа, ролевая и деловая игра, синектика (в основе — мозговой штурм, аналогия, ассоциация).

Сократ учил афинян мыслить, вовлекая в свою эвристическую беседу, которой он управлял с помощью искусно задаваемых вопросов. Его вопросы на различных этапах беседы выполняли неодинаковые функции.

Человек начинает философствовать тогда, когда он осознал те трудности, которые постоянно стоят на пути понимания им мира и самого себя. Философия — это прежде всего наука понимания, она заставляет человека мыслить. Понимание же начинается тогда, когда студент более или менее отдает себе отчет в том, что же ему собственно, непонятно. В обыденной жизни не видно этих трудностей. Философия показывает, в какие перипетии попадают обыденные представления,

когда они вторгаются в области теоретического мышления. Очень полезно приступающим к изучению философии показать эти «приключения» здравого смысла. Первой серией своих вопросов Сократ и старается сбить человека со здравого смысла, показать ограниченность его понимания. Сократ включает своих учеников в проблемную ситуацию, назначение которой — вырвать человека из мира банальностей и поднять его до уровня философской рефлексии. С помощью дальнейших индуктивных обобщений проблемная ситуация повторяется несколько раз. Сократ вовлекает новые предметы в круг рассмотрения с помощью метафоры — как источника оригинальных обобщений. С его помощью он заставляет собеседника двигаться по сущностной шкале путем перехода ко все более общим понятиям. В результате и происходит философское осмысливание проблемы.

Большой интерес представляет идея советского ученого В.В. Налимова. Он ввел понимание двух родов.

Понимание первого рода — это понимание предмета рассуждения на логическом уровне. Оно обеспечивает репродуктивное (за счет памяти) воспроизведение усвоенной информации.

Понимание второго рода — это глубинное понимание, позволяющее достичь такого владения предметом, при котором становится возможной творческая деятельность, т.е. человек может самостоятельно находить осмысленные ответы на неожиданно поставленные вопросы. Человек может открывать для себя новые связи и отношения в предмете, законы поведения и угадывать перспективы развития. Таким образом, здесь знание не вызубривается, а органично входит в категорию интуитивного мышления.

Идея В. В. Налимова близка к современным представлениям о наличии двух уровней мышления — знаковому, символическому и развернутому, наглядно-образному.

Первый уровень реализуется в нормальных условиях, когда мыслительная деятельность осуществляется с информационной моделью (ИМ). ИМ — совокупность информации, поступающей со щитов и пультов. В уме оператор держит не реальную обстановку, а ИМ. Язык символов ИМ позволяет быстро принимать решения в алгоритмизируемых ситуациях.

В другом крайнем случае (второй уровень мышления), когда обстановка непредсказуема и нельзя прибегнуть к известным алгоритмам, оператор вынужден по символической ИМ построить в сознании развернутый динамический образ реальной обстановки. За каждым символом оператор видит сложнейшую структуру характеристик, взаимосвязей и отношений. Общая картина действительности настолько сложна, что он не может долго оперировать всеми деталями в уме. Поэтому он производит свертывание, отбирает необходимое к новой символической модели и по ней принимает решение.

Итак, в интеллектуальной деятельности последовательно сменяют друг друга процессы свертывания и развертывания концентрированной модели реальной обстановки, когда от знакового уровня совершается переход к динамической, наглядно-образной

модели и обратно к знаковой, трансформирующейся с учетом решаемой задачи.

1.2.5. Еще раз о науке в целом

Развертывающаяся НТР на современном этапе характеризуется формированием и развитием системы наука — техника — производство — образование. Правомерно поэтому поставить вопрос: какие признаки системности «вырастают» в науке в целом как элементе, определяющем этот состав ?

Исторически процесс становления и развития признаков системности в науке может быть представлен в теоретико-методологическом плане как формирование современной системы научных знаний. Однако наука — не только систематизированный свод знаний, в котором научная информация подчиняется общей структуре, где составляющие элементы связаны в единое целое. Целостность эта основана на концепции научной картины мира. Поскольку наука есть особая форма деятельности по производству нового знания, то становление и развитие признаков системности могут быть представлены и в социальном плане.

Предтечей становления системы научных знаний всегда является их количественное накопление. Оно обуславливает необходимость установления связей между ними. Процесс формирования связей между научными знаниями расширяется и углубляется, выступает уже как становление системы наук. Системообразующий фактор здесь — их интеграция. Объективной основой интеграционных процессов является целостность объектов исследования, ибо формируется система взаимосвязанных определенными законами элементов со сложной иерархией и подчинением части целому. Единство, целостность и структурно-функциональная сложность ТС требует адекватного метода, который бы обеспечивал соответствующее восприятие и исследование объекта и его функционирование. Закономерно в связи с этим стремление создать общетехническую науку с целью разработать целостные, системные представления, знания о ТС.

Теперь обратимся к особенностям становления системных признаков в развитии науки как общественного явления, т.е. в социальном плане. Будучи специфической формой деятельности по производству нового научного знания, она осуществляется в совокупности необходимых условий, в частности формирования научного потенциала. Важнейшие компоненты научного потенциала: квалифицированные кадры, средства для проведения исследований и научной деятельности в целом, способы фиксации итогов научных исследований (издательская база, электронные банки информации и т.д.). Тенденция становления системных признаков в социальном плане развитие науки усиливается социально-экономическими факторами. Это реализуется в становлении и развитии науки как особого социального института, объединения людей, занятых исследованиями, конструкторскими и технологическими разработками, в коллектив, в организацию. Но это не простое научное сообщество. Формируется сложная система социального управления научно-техническим прогрессом — главным рычагом ускорения экономического и

социального развития страны. Ускорение происходит на основе интенсификации общественного производства, которая в структуре НТП является внутренним фактором, порождающим становление ТС, что исторически предопределено всей внутренней логикой развития техники, производства и науки.

И настоящее время известны научные разработки качественной модели развития техники (Симаков В.В. Плановая смена поколений техники // НТР: проблемы и решения. 1986. 13—28 окт.) применительно к ряду отраслей в соответствии с принятой в мировой практике градацией поколений техники (табл. 1.3). Технико-экономическим обоснованием отнесения того или иного проекта к новому поколению техники полагает его способность обеспечивать резкое повышение производительности общественного труда. Модель позволяет производить укрупненную качественную оценку научно-технического уровня продукции при проведении фундаментальных и поисковых исследований, в процессе НИОКР, а также при разработке проектных заданий на реконструкцию и создание новых мощностей для серийного производства.

По-видимому, учитывая мировой опыт передовых в научно-техническом отношении стран, целесообразно быстрее снимать с производства технику второго и третьего поколений, так как она не отвечает современным технико-экономическим требованиям. А экономические стимулы должны быть направлены на ускоренное развитие мощностей для производства техники четвертого поколения. Тогда ориентиром научно-технического прогресса планов НИОКР, реконструкции опытно-экспериментальных баз будет уже создание систем пятого поколения. Для разработки же шестого и последующего поколений важно нацелить опережающие фундаментальные исследования. Тенденция становления системности охватывает всю структуру НТП и выводит развитие промышленного предприятия на путь формирования единой большой системы, включающей САПР, ГПС, систему автоматического контроля и обеспечения качества. Однако сами по себе ТС не могут обеспечивать ускорения НТП, спонтанно повышать эффективность их применения во всех отраслях народного хозяйства. Это реальная возможность, которая может стать основой ускорения социально-экономического развития и становится таковой только при условии оптимизации ТС, управления их развитием, а его предваряет оценка.

Как же оценивать, выбрать ту или иную систему? Нужна своего рода измерительная шкала, по которой в соответствии с реальными признаками можно дать оценку. Но ее разработка и использование вносят существенные особенности в сферу деятельности специалистов по развитию новой техники

и технологии, требуют перестройки традиционного и формирования качественно нового инженерного мышления. Эти особенности взаимосвязаны естественно, функционально и отражают количественные и качественные отличия ТС от технических устройств. Количественно технические устройства и системы различаются следующим образом. Устройство из N элементов имеет структуру, состоящую из n иерархических уровней сложности информации. Число

уровней определяется соотношением (Хурсин Л.А. О развитии техники как информационном процессе // Информационные процессы и системы. 1974. № 2. С. 3—14. (Тр. НТИ)).

Схема 1.3

Модель развития техники (качественный аспект)

Качественные признаки техники		Поколение техники				
		Второе	Третье	Четвертое	Пятое	Шестое
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ	Уровень автоматизации управления в системах					Обучающиеся системы с признаками искусственного интеллекта Гибко программируемые системы с адаптацией и внутренней диагностикой
						Комплексно-автоматизированные системы с адаптацией к внешним воздействиям Автоматизированные системы управления
		Полуавтоматическое управление				
УРОВЕНЬ	Уровень автоматизации управления в аппаратуре					Автоматическое управление элементами искусственного интеллекта Гибкое автоматизированное программируемое управление
						Автоматизированное управление с адаптацией к внешним воздействиям и самодиагностикой Автоматизированное управление отделенными устройствами
		Полуавтоматическое и ручное управление				
КОНСТРУКТИВНЫЕ	Средства вычислительной техники					Супер ЭВМ, многосистемные сети Микропроцессоры, микроЭВМ (программируемые контроллеры) встроенные локальные сети Мини ЭВМ (периферийные) локальные сети
						ЭВМ второго поколения (центральные), многопроцессорные системы
УСТРОЙСТВО	Устройство функциональной электроники (интеграция функции в объеме)					Функциональные системы на принципах бионики Многофункциональные устройства
						Функциональные устройства
ИЗДЕЛИЯ	Изделия ЭТ (степень интеграции)					Интегральные схемы Интегральные схемы (10^5 — 10^6) Интегральные схемы (10^4) Интегральные схемы (10^2 — 10^3)
						Дискретные элементы
ТЕХНОЛОГИИ	Технология создания программного продукта					Обучающиеся системы программирования Системы программирования на едином языке высокого уровня Автоматизированная технология программирования с применением языков высокого уровня
						Пакетное программирование с применением языков высокого уровня Программирование в машинных кодах с применением алгоритмических языков
	Оборудование и системы					Обучающиеся системы проектирования, производства и контроля

Ч Е С К И Е	проектирования, производства и контроля изделий			Интегрированные системы проектирования, производства и контроля
				Системы автоматизированного проектирования, производства и контроля
				Оборудование для автоматизации отдельных операций проектирования, производства и контроля
				Полуавтоматическое управление

$$n = C + \ln(N + 1) = \ln e^C (N + 1),$$

где $C = 0,5772\dots$ (постоянная Эйлера); $e = 2,7182\dots$ (основание натуральных логарифмов).

Исходные и производные элементы технической устройства (N_i) распределены по иерархическим уровням экспоненциально :

$$N_i = e^{-i},$$

где $i = 1, 2, \dots, n$ — номер иерархического уровня структуры (за первый принят низший уровень иерархии).

Среднее количество информации q_i , которое содержит каждый элемент устройства i — го иерархического уровня представлено экспоненциальной зависимостью

$$q_i = e^{i-1}.$$

Из двух последних соотношений определяется среднее количество информации технического устройства

$$w = q_i N_i = e^{-i}, = N_i = \text{const}.$$

Количество информации, которое содержит каждый элемент устройства, есть информационная емкость элемента. Она образует в информационном потоке зоны, общее количество которых определяется выражением

$$m = 2\sqrt{w}$$

Информационные возможности человеческого мозга ограничены. Они определяются следующими предельными значениями: $n = 7,6$; $w = 735$; $m = 54$. Это значит, что человек может сконструировать устройство, состоящее не более чем из 735 неизоморфных (неодинаковых по форме) исходных элементов, между которыми связи установлены локально и не более чем по 54 существенным параметрам.

Сложность реализованной при этом информации не превышает седьмого уровня.

Устройство с информационными характеристиками, не превышающими указанных предельных значений, есть техническое устройство; при больших значениях — получим техническую систему.

В единстве с количественными параметрами качественные характеристики ТС по сравнению с техническими устройствами отражают более сложный уровень организации и функционирования. ТС создаются необособленно друг от друга, а разрабатываются как целостность с присущими данной системе структурными и функциональными связями, иерархичностью этих связей. Правомерно поставить вопрос: какими методами и средствами исследуются качественные особенности ТС? Это путь системного анализа, адекватный их природе, требующий самостоятельной и соответствующей методологической и теоретической системного подхода, системотехники и общей теории систем. При исследовании и

разработке ТС происходит интеграция естественно-научных, технических и социальных знаний. Причем «фронт» их применения, особенно социальных знаний, становится шире и глубже, значение повышается. Если при разработке технических устройств учитывается стабильность их характеристик или устойчивость, то создание ТС отличается обязательным учетом многообразных случайных воздействий. О практическом использовании технических устройств начинают говорить после этапа их проектирования. Для применения же ТС необходимы предварительные теоретические исследования, результаты которых могут пополнять арсеналы научных знаний, стимулировать их развитие. Проведение теоретико-практических разработок ТС ограничено по времени и требует быстрых темпов. Замена существующих ТС принципиально новыми системами начинается до исчерпания их физико-химических и технических возможностей. Стадия усовершенствования ТС может быть сокращена или исключена совсем, если наука открыла новый принцип, позволяющий создать более качественную и эффективную систему. Если при создании технических устройств производственным элементом, как правило является завод, то ведущей формой организации производства современных ТС становится научно-производственное объединение.

Итак, понятие «система» стало ключевым в современной научно-технической деятельности. Начатое с середины XX в. активное развитие системного подхода выражает ныне одну из главных особенностей научного познания. Будучи методологическим направлением в науке основная задача которого заключается в разработке методов исследования и конструирования сложноорганизованных объектов (систем), этот подход стал историческим этапом в развитии методологии и методики исследовательской, конструкторской, технологической деятельности, способов и приемов объяснения и описания сущности естественных и искусственно создаваемых объектов. В его арсенале — методы выработки, принятия и обоснования решений при создании и управлении техническими, человеко-машинными, социальными системами. Теории, а также практике безразлично, как их изучают, проектируют, строят, эксплуатируют и т.д. Подход к ним (методологическая направленность) и анализ (совокупность методов и средств) адекватны природе системных объектов. В условиях развертывания и углубления научно-технической революции происходит дальнейшее развитие системного подхода. Сама НТР выступает как сложное развивающееся системное явление, в котором и наука, и техника, и производство обладают свойствами системности. И в науке, и в технике, и в технологии оно формировалось исторически постепенно, в соответствии с их структурными функциональными особенностями.

Итак, анализ истории техники показывает, что становление ТС выступает как прогрессивное направление развития техники. Формирование принципов системности происходит в структурном и функциональном плане, в их взаимодействии и единстве. Оно охватывает всю технику, ее субстратную и субстанционную основу,

конструкции и функции. Становление системности характерно не только развитию техники, но и производству, и науке, и образованию. Эта тенденция в полной мере проявляет себя в становлении и функционировании системы наука — техника — производство — образование, раскрывающей структуру и направленность современного научно-технического прогресса.

1.2.6. Развитие технических систем как объект исследования, оценки и управления

Исследование развития ТС, его оценка и управление имеют два взаимосвязанных объектных основания. Первое — внутренние количественные и качественные изменения в элементах ТС, структуре и функциях, а также в субстратно-субстанциональной основе систем. Второе — внешние изменения как результат взаимодействия с общественными явлениями. Такое раздвоение рассматриваемого целостного объекта имеет методологический смысл, ибо дает возможность выявить предметные особенности и целевую направленность научно-технической и производственной деятельности по созданию систем. Именно в процессе этой созидательной деятельности развивается ТС. Если рассматривать относительную самостоятельность развития, то оно предстанет как исторический процесс. Теперь это не входит в нашу задачу потому, что здесь развитие ТС рассматривается как объект и результат, как предмет и цель деятельности — исследовательской, оценочной и управленческой, т.е. созидательной деятельности. ТС представляет собой результат многоэтапного превращения природных объектов, существующих независимо от целеполагающей деятельности человека («первая объективная реальность»), в социальную форму бытия материи («вторая объективная реальность»), т.е. в искусственные материальные образования, становящиеся средством человеческой деятельности, направленной на удовлетворение общественных потребностей. Мир техники, мир в виде, например, преобразованных технических систем становится общим показателем уровня отношения человека к природе и тех общественных отношений, при которых совершается данная предметная деятельность. ТС входят в качестве вещественного компонента в производительные силы общества. Поэтому развитие их производственных функций и характер использования определяются диалектикой взаимодействия производительных сил и производственных отношений. Нас же интересуют внутренние особенности целенаправленного развития элементов, структуры, функционирования ТС, которое совершается в процессе преобразования природного в социальное. Не дифференцируя, можно сказать, что в целом это и есть объект технических наук как особого вида научной деятельности, продуцирующей технические знания, конструкторские и технологические разработки, проекты, соответствующую документацию. Применение технических наук потребовало новых организационных форм при значительном расширении предметной структуры исследовательского процесса на основе интеграции с ними естественных и общественных наук. Понадобились

принципиально новые профессии исследователей, проектировщиков, эксплуатационников.

В самом общем виде моменты развития ТС прослеживаются в следующих стадиях: теоретическое описание не только технико-экономической, но и социальной функции ТС, обусловленной объективными общественными условиями и потребностями; разработка методов и программ научной и проектно-конструкторской деятельности по созданию системы; формирование теоретической модели ТС, способной реализовывать технико-экономическую и социальную функцию; создание и внедрение ТС, в ходе которого она становится средством труда, включается в вещественный состав производительных сил; получение общественного результата от применения ТС, оценка ее влияния на всю совокупность общественных явлений и корректировка на этой основе создания ТС.

Развитие ТС выступает настолько важным социальным явлением, что их разработка невозможна без организации действенной взаимосвязи науки и техники, включающей в себя целый комплекс наук естественно-технических, экономических, инженерную психологию, техническую эстетику, эргономику, экологию и другие. От взаимодействия технических и экономических наук зависит разработка технико-эксплуатационных показателей. Конкретно-экономические науки (экономика промышленности, экономика отдельных областей, экономическая статистика) формируют экономические показатели систем. Еще более значителен ряд взаимодействующих наук, которые обеспечивают социальные критерии развития ТС. В условиях развертывающейся НТР интенсифицируется обмен вещества и энергии между обществом и природой, что требует разработки и применения научно обоснованного регулирования природопользования и охранительных мер. Прогресс ТС неразрывно связан с мероприятиями по дальнейшему совершенствованию здравоохранения. Наконец, есть немало проблем развития ТС, которые требуют социально-психологических решений. Поэтому экологические и социальные показатели ТС могут быть выделены на основе тесных контактов между естественно-техническими, сельскохозяйственными, медицинскими и общественными науками.

Определяющей для развития ТС проблемой, возникающей в процессе созидательной деятельности, что требует взаимодействия технических наук с общественными науками, является определение критерия прогрессивности и социально-экономической целесообразности разработки ТС. Попытки ограничиться чисто техническими критериями несостоятельны, так же как и нельзя свести дело только к экономической эффективности создания новых ТС. На окончательное решение воздействуют не только экономические, но и другие социальные факторы. Значение их может быть настолько велико, что выбор технического варианта окажется менее выгодным с сегодняшней или даже с завтрашней экономической точки зрения.

Научное решение вопроса о том, насколько прогрессивна создаваемая ТС, получает обоснование совокупностью многих социальных параметров (экономических, эргономических, эстетических, экологических и пр.). Между тем в технической и

экономической литературе широко распространены характеристики ТС, определяющие их превосходство перед другими в одном каком-либо отношении. Причем чаще всего определение степени совершенства той или иной ТС сводится к экономическому критерию, к учету ее себестоимости и цены при различных параметрах. Так, уровень экономической эффективности нового технического объекта определяет меру его совершенства. Момент развития ТС фиксируется такой оценкой. Однако понятия совершенства ТС и ее экономичности не совпадают. Для научной оценки требуется количественное определение меры их совершенства. Методика системных оценок, исключающих односторонность, пока не разработана. Как выделить параметры развития ТС, как их измерить и оценить — эти вопросы выдвигаются в ранг наиболее актуальных и общеметодологических для технических наук. Необходима и общетеоретическая база, формируемая на основе соответствующих идей общей теории систем, системотехники, конструктологии и других дисциплин. Развитие современных ТС становится объектом, как правило, системных исследований оценок и собственно объектом оценки. Оно осуществляется во времени и придает ему направленность, необратимость, и еще — периодичность развития ТС в процессе созидательной деятельности, а именно: вначале теоретические и прикладные исследования, затем разработка, освоение и применение новой научно-технической идеи, далее — совершенствование технико-экономических и социальных параметров создаваемой ТС до того момента, когда наступит время замены ее на качественно новую, более эффективную. Этот временной период есть жизненный цикл системы. Каждый этот этап относительно самостоятельный, имеет качественную определенность, значит — особенности функционального характера, выполняет специфическую роль в создании ТС. Существенной особенностью функционирования цикла является его наукизация. Наука, во-первых, генерирует созидательные идеи, и, во-вторых, продолжает выступать (такова объективная функция науки) основой превращения «процесса производства из простого процесса труда в научный процесс» (Маркс К. Экономические рукописи 1857—1859 гг. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 46. С. 618). Поэтому необходимость управления развитием ТС, техники в целом есть следствие объективной закономерной тенденции становления такого производства, которое К. Маркс назвал «экспериментальной наукой, материально-творческой» и «предметно воплощающейся наукой» (там же, с. 221). Научные открытия и новые концепции наряду с фундаментальными исследованиями служат сегодня источником возникновения и развития не только прогрессивных научных направлений, новых поколений ТС, но и целых отраслей индустрии, средством повышения научно-технического уровня всего производства.

Объектами управления в этом отношении становятся темпы развития научно-технических исследований и разработок по сравнению с производством, темпы роста численности научных сотрудников, расходов на науку и увеличение ее вклада в создание современной техники, пути и способы разрешения противоречия между потребностями производства и реализацией научно-технических

достижений. Прогресс науки и техники, рост потенциальных возможностей повышения эффективности производства значительно обгоняют экономические возможности этой реализации. Почему не все значительные научные достижения находят применение в производстве? В связи с этим одной из важнейших задач управления является выбор перспективных направлений развития ТС в целях концентрации научных сил для решения главных проблем, от чего зависит ускорение темпов создания ТС. В сферу управления входят развитие материально-технической базы научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций, усиление заинтересованности и ответственности их коллективов и работников, выполняющих функции управления с большей эффективностью их деятельности. Исследования сосредотачиваются на решении ключевых методологических, научно-технических и организационных вопросов разработки ТС, предметно — на открытиях и изобретениях, способных внести подлинно революционные изменения в производство, с тем чтобы в ближайшие годы обеспечить создание систем, отвечающих по своим показателям лучшим мировым образцам, внедрить прогрессивные технологические процессы и на этой основе существенно повысить производительность труда.

Проектирование ТС как объект управления занимает особо важное место в проработке ТС. Документация (проектно-конструкторская и технологическая, организационные схемы, графики выпуска ТС или освоение технологических процессов, заводские и отраслевые стандарты и др.) необходима для организации производства. Проводится тщательная экспертиза, устанавливающая соответствие созданных опытных образцов мировому уровню НТП. Выявляется технико-экономическая оптимальность ТС (максимально возможное использование унифицированных конструкций, узлов и деталей, положительно зарекомендовавших себя на практике, высокий уровень стандартизации, применение прогрессивных технологических процессов и методов организации проектирования). Здесь происходят качественное превращение научных знаний, овеществление их в конкретных видах ТС. Техническое освоение фундаментальных и прикладных знаний требует решения целого ряда проблем не только научно-технического, но также социально-экономического и организационного характера.

Объектом управления является и производство — один из важнейших этапов процесса создания ТС. Через него осуществляется целенаправленное воздействие на предшествующие производству этапы проектирования, прикладных и фундаментальных исследований. Именно на этапе производственного освоения ТС выявляется эффективность научных идей и их технической реализации. Принятие управленческих решений предполагает всесторонний учет особенностей современного производства, и прежде всего динамичность, необходимость его непрерывного совершенствования, приводящего к своевременному обновлению материально-технической базы, технологии и организации производства. Это, в свою очередь, оказывается возможным при условии постоянного поиска мобильных технических средств и таких методов организации, которые

обеспечивают быструю переориентацию производства и подготовку к изготовлению новых ТС.

Управление развитием ТС происходит в условиях ограничения экстенсивного роста производства и перехода к всесторонней интенсификации производства, улучшению использования функционирующих основных производственных фондов и увеличению доли выпуска продукции за счет роста производительности труда. Как бы ни были сложны современные ТС, научно-технические решения, обеспечивающие экономное расходование ресурсов при их создании, имеются во всех отраслях народного хозяйства. Это опыт, во-первых, создания и накопления принципиально новых средств труда, во-вторых — технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий на базе выпускаемых ТС.

В сложном, многогранном и дорогостоящем процессе создания ТС участвуют большие коллективы, число организаций-участников может достигать нескольких десятков и даже сотен. Стоимость разработок и испытаний очень велика и непрерывно возрастает. Разработка ТС идет по определенному графику, с тем чтобы они поступали в эксплуатацию в назначенный срок. Плохая организация затягивает сроки и чрезмерно, неоправданно увеличивает затраты. Все эти вопросы сплетаются в один общий узел и могут быть решены только с помощью очень совершенной организации коллективного труда.

Однако даже оптимальная организация не исчерпывает всех проблем, возникающих при создании ТС. Управление призвано увязать сопряженные в единый макрокомплекс сложные системы. Первая — сама техническая система («металл», как обычно говорят специалисты), вторая — множество научных, конструкторских, производственных организаций, образующих проектно-технологический комплекс, и третья — создание и эксплуатация комплекса (системы), начиная от формирования тактико-технических требований к нему и кончая ликвидацией наступающей после физического или морального устаревания. Всем указанным системам свойственны характерные особенности: большое число разнородных компонентов и этапов, тесные взаимосвязи между ними, иерархическая структура, исключительно большая роль управления. Организация макросистемы и управление ею воздействуют не на одну, а на все сопряженные системы, обеспечивая достижение поставленной цели. Она заключается в том, чтобы создать высокоэффективную ТС в установленный заданием срок (лучше сократив его) при минимальных трудовых, материальных и финансовых затратах. При реализации этой цели возникает много препятствий. По тем или иным причинам не удается добиться выполнения всей связанной суммы требований, часто противоречащих друг другу, либо же сроки выполнения отдельных этапов работ начинают растягиваться. Причины могут содержаться в изъянах других сопряженных систем. Это недоработки, дефекты проектирования или же недостатки в организациях, создающих эту систему. Они могут быть вызваны и проблемами планирования, отсутствием какого-либо этапа. Поэтому вырабатывая стратегию и тактику управления, нельзя отрывать эти системы друг от друга. Планирование призвано устранить эти препятствия, помехи и слу-

чайности и включает в необходимый арсенал средств воздействия на многозвенный процесс создания ТС (в частности, разделение на определенные этапы разработки, четкое планирование каждого звена, этапа и компонента, концентрацию усилий на важнейших, критических участках, автоматизацию работ, моральные и материальные стимулы). Поэтому именно развитие ТС становится объектом управления.

Задачи управления развитием ТС, практически решаемые или в связи с некоторыми обстоятельствами пока не решаемые, можно классифицировать по функциональному критерию. К функциям управления относятся планирование (прогнозирование), организация, регулирование, учет и контроль.

Планированию принадлежит решающее значение, ибо выработка плана предполагает выбор направлений развития ТС, определение состава и последовательности работ, обоснованный отбор средств для реализации путей развития, выбор и расчет значений показателей развития ТС, определение многочисленных связей, массивов и потоков информации. В результате планирования появляется определенный вариант. Если нет вариантов, то не будет выбора. Но варианты не существуют сами по себе, вне отношения к задаче или цели, которую предстоит достичь. Если решается задача выбора из имеющихся вариантов, то альтернативами являются уже существующие виды и типы ТС с перечнями характеристик, технико-экономических данных и других сведений, дающих возможность оценивать их эффективность. Для управления в будущем эта информация отсутствует, ее заменяют данные прогнозных оценок как о перспективных видах и типах ТС, так и об их количественных характеристиках. То есть для того чтобы выбирать, надо определить, из чего выбирать, оценить возможный качественный и количественный эскизный вариант будущего развития. Как видим, вопросы оценки управления тесно связаны и взаимообусловлены.

Организация служит целям формирования рациональной структуры созидательной деятельности подразделений, занятых разработкой ТС. Функция организации, выраженная в категории целевого управления, дает возможность определить содержание и характер организационных связей в этой структуре, их роль, месторасположение и «выходы» к смежным структурам. Однако это — только структурный аспект исследования, характеризующий в большей мере организацию как статистику системы. Поскольку организация представляет собой структурное состояние элементов, а значит, их взаимосвязь, то в ней уже содержатся взаимозависимость, взаимовлияние элементов, т. е. динамическое их состояние. Значит, функционально организация выступает как процесс, например, мобилизации имеющихся ресурсов и резервов, их балансирования и перераспределения для достижения созидательной цели. Организация как деятельность (вместе с тем и ее результат) в форме тех или иных связей, регламентированных процессов решения задач, собственно структурных звеньев охватывает деятельность отдельных работников и производственных коллективов.

Регулирование предполагает координирование и стимулирование действий коллективов в разработке вопросов, связанных с развитием

ТС. Оно учитывает так называемые возмущающие воздействия внешней среды. Тогда достигается такая деятельность, в которой выравниваются все отклонения выхода системы от заданного значения этого состояния. Координирование обеспечивает согласованную работу коллективов и отдельных исполнителей, занятых в данной сфере деятельности. Стимулирование призвано создавать и поддерживать непрерывную заинтересованность персонала в решении поставленных перед ним производственных и других задач, связанных с обеспечением результативности развития ТС.

Учет и контроль в управлении осуществляются по двум направлениям оценки: действий исполнителей и подразделений по реализации задач, связанных с созданием ТС; функционирования и развития систем (комплексов).

Как бы ни были конкретны и целенаправленны те или иные руководящие указания, четкими — организация и регулирование хода их выполнения, тем не менее задача не может считаться выполненной без соответствующей оценки действий исполнителей.

Учет и оперативный контроль созидательной деятельности ведутся в целях анализа этого процесса и выявления недостатков и резервов оптимизации каждого этапа жизненного цикла ТС, устранения недостатков, обеспечения необходимой информацией.

В табл. 1.7 приведен фрагмент классификации задач управления развитием ТС. Группировка задач по стадиям жизненного цикла дает возможность анализировать состояние и принимать целенаправленные решения по отдельным стадиям развития ТС, проектировать (моделировать) на этой основе особые организационные блоки (службы, отделы, цеха), характеризующиеся общностью выполняемых ими работ по направления развития ТС и обеспечивать предпосылки для системного управления. Требования системного подхода вызывают необходимость дальнейшего расширения представлений о фактических масштабах и содержании развития ТС и возникающих в этой связи новых проблем управления.

Итак, будучи объективной закономерностью технического прогресса, развитие ТС рассматривается в триедином плане: исследование особенностей, перспективных направлений технического прогресса, оценка соответствующих перспектив и управление развитием техники. Развитие ТС, в свою очередь, также нуждается в оценке, чтобы раскрыть реальные возможности его оптимизации.

Таблица 1.7

Классификация задач управления развитием ТС

Субъект управления	Объект управления			
	Планирование	Организация	Регулирование	Учет и контроль

Исследование	<p>Выбор тематики. Проведение патентных исследований. Определение состава работ и последовательности и Определение связей массивов и потоков информации. Подготовка исследовательских кадров. Выбор и расчет показателей оценки НИР. Оценка выбранной темы</p>	<p>Создание творческих коллективов. Выбор организационной структуры управления. Обеспечение научно-технической информацией. Организация материально-технического снабжения и финансирования. Увязка НИР с производством. Подготовка и переподготовка кадров. Оценка эффективности организационной структуры проведения НИР</p>	<p>Оптимизация проблем НИР. Выработка управляющих воздействий и принятие решений. Осуществление управляющих воздействий. Контроль и анализ. Эффект воздействий. Оценка выбранных критериев и модели управления исследованием</p>	<p>Определение фактических значений параметров НИР. Регистрация, хранение и передача информации. Выявление отклонений фактических значений параметров от заданных и установление их причин. Прогноз дальнейшего проведения НИР и изменения ее параметров</p>
Проектирование	<p>Выбор конструкторско-технологической схемы ТС, методов проектирования. Нормирование процесса, конструкторских материалов. Определение внутрипредметных связей. Подготовка конструкторских кадров. Выбор и определение показателей конструирования. Оценка конструкции</p>	<p>Создание конструкторских служб. Обеспечение научно-технической информацией. Организация материально-технического снабжения и финансирования. Увязка конструирования с НИР и производством. Механизация и автоматизация конструкторских работ. Организация подготовки конструкторских кадров. Оценка эффективности организационной структуры управления</p>	<p>Оптимизация конструирования элементов конструкции и ТС в целом. Выработка управляющих воздействий и принятие решений в процессе проектирования. Осуществление управляющих воздействий. Контроль и анализ эффекта воздействий. Оценка выбранных критериев и модели управления проектированием</p>	<p>Определение фактических значений параметров проектирования. Регистрация, хранение и передача информации. Выявление отклонений фактических значений параметров от заданных и установление их причин. Оценка дальнейшего проведения проектирования</p>

<p>Выбор производственного процесса (ПП). Определение состава и последовательности работ. Выбор средств технологического оснащения, измерения и контроля. Нормирование процесса и материалов. Выбор методов и средств управления ПП. Построение модели управления ПП. Подготовка кадров. Оценка ПП</p>	<p>Создание производственно-технологических служб, отделов, цехов. Обеспечение научнотехнической информацией. Организация МТС и финансирования. Увязка ПП с НИР и конструкцией ТС и эксплуатацией. Организация концентрации, специализации, кооперирования и комбинирования. Организация пропорциональности работы, параллельности выполнения отдельных частей ПП, «прямоточности» движения предметов труда, непрерывности, ритмичности и т.д. Подготовка и переподготовка кадров. Оценка ПП</p>	<p>Оптимизация ПП. Выработка управляющих воздействий и принятие решений. Осуществление управляющих воздействий. Контроль и анализ эффекта воздействий. Оценка выбранных критериев и модели управления технологическим (технологией) и производственным этапом</p>	<p>Определение фактических значений параметров ПП. Регистрация, хранение и передача информации. Выявление отклонений фактических значений параметров от заданных и установление их причин. Оценка дальнейшего проведения проектирования</p>
--	--	---	---

Эксплуатация	<p>Разработка режимов использования ТС по назначению, планов технического обеспечения эксплуатации планов применения ТС в других отраслях и комплексах. Разработка вариантов и схем обслуживания, графиков осмотров и проверок. Составление планов ПП, планов организации работы бригад и участков ремонтного производства и т. д.</p>	<p>Выявление резервов экстенсивного и интенсивного использования ТС. Формирование бригад обслуживания; подготовка кадров, организация технического обеспечения и т.д. Организация ремонтных бригад технического обеспечения фронта работ и пропорциональной работы ремонтных звеньев</p>	<p>Устранение помех и отклонений от нормальной работы ТС, выбор оптимальных вариантов эксплуатации ТС. Оптимальное рассредоточение персонала по обслуживаемым ТС, решение текущих задач эффективного обслуживания ТС. Перераспределение ремонтных мощностей, устранение текущих помех в работе ремонтных бригад. Решение вопросов координации, стимулирования и т.д.</p>	<p>Учет и анализ применения ТС, учет потерь. Техническая диагностика, прогностика. Выполнение проверок на качество выполнения своих функций. Контроль работы обслуживающих бригад. Учет и анализ расходов по техническому обслуживанию и ремонту ТС. Учет выполнения планов ремонтных работ, парка запчастей и т.д.</p>
---------------------	--	--	--	---

Материал параграфа, носящий в основном теоретико-методологический характер, полностью подтверждается практическими действиями, планируемыми компаниями ведущих стран мира в ближайшие 10—15 лет (табл. 1.8).

Таблица 1.8

Планы передовых компаний ведущих стран мира на ближайшие 10-15 лет

Раздел плана	Основные мероприятия	Примечания
Стратегия	<p>Подробнейший анализ и синтез опыта различных стран и прогноз их развития: определение приоритетных направлений развития науки, техники, технологии, управления и образования, определяющих борьбу за лидерство</p>	<p>Без экспертных оценок, ибо они субъективны. Если анализ, то системный. Синтез невозможен без СА. Определение приоритетных направлений возможно только методом объективной оценки, полученной только в системном знании</p>

	<p>Наука — она одна — наука о мире, который по своей структуре имеет системную природу. Поэтому она формируется изначально как целостная система научных знаний и эта целостность основана на НКМ.</p> <p>Техника — в настоящее время становление и развитие сложных и больших ТС есть одна из объективных и прогрессивных особенностей развивающейся НТР. Это означает: 1) создание ТС требует адекватных методов, т. е. системных (целое больше суммы); 2) контроль эффективности дает наибольшие результаты, если соответствующие усилия направлены на определенный этап формирования свойств ТС. Если таким этапом для большинства видов продукции является проектирование, то при создании ТС разрабатывается общая концепция, которая должна быть выполнена на ранних этапах ПЖЦ. Именно они в первую очередь нуждаются в оценке, ибо здесь происходит зарождение будущей ТС при весьма ограниченной научной и технической информации. Между тем методологии и методики такой оценки нет.</p> <p>Технология — наука о производстве, включающая: 1) создание прогрессивных технологических процессов (безотходных, бездымных, бессточных); 2) разработку универсальных и специальных средств механизации и автоматизации ТП изготовления, сборки, монтажа, контроля, испытания, регулировки; 3) вытеснение механической обработки и частично литья; 4) улучшение качества оборудования и технологической оснастки; 5) диагностику качества продукции на предприятии.</p>	
	<p>Управление — наука о принятии оптимальных решений. Новые методы управления: 1) разработка систем ПР (принятия решений) в целях интеграции этапов управления; 2) социально-организационный подход в целях повышения эффективности инновационных процессов; 3) стратегическое управление в целях рассмотрения фирмы как сложной системы, особенно при постановке цели; 4) функциональный подход в целях упрощения целостной системы — ее разделения на отдельные элементы; 5) проблемно ориентированный подход в целях опережающего управления.</p> <p>Новейшие методы управления. 1) ситуационный метод — построение СУ как ответ на различные воздействия со стороны внешней среды и некоторых других характеристик (технологии, активизации человеческого фактора и др.); 2) рассмотрение фирмы как большой социальной системы (интеграция стиля руководства, квалификация людей, анализ реакции на новшества, учет требований НТП в стратегии фирмы, разработка общенормативного плана (не от прошлого к будущему, а от будущего к настоящему); 3) синергетика как новая наука об управлении; 4) управление предприятием на базе МС ИСО 9000; 5) использование ПЖЦ как нового феномена управления (оригинальная кубическая модель системы управления).</p> <p>Образование — подготовка и переподготовка системологов (системотехников), т.е. профессионалов, способных творчески мыслить, обладать чувством собственного достоинства, иметь прочные знания (и понимание!) фундаментальных законов наук (видеть место своей предметной области в целостной и динамичной НКМ), реализовывать их достижения, производить новые знания, ставить и решать принципиально новые задачи, принимать оптимальные решения в нестандартных условиях риска и неопределенности.</p>	
Главная цель	Достижение оптимального уровня	Уровень

	конкурентоспособности (как критерия)	конкурентоспособности определяется только методом объективной оценки
«Волшебная палочка» решения цели	Комплекс согласованных технических, технологических, социальных, экономических и управляющих мероприятий	Требуется как минимум комплексный подход
Конечный конкретный результат	Создание производственных систем нового поколения, работающих в режиме так называемого нововведенческого конвейера. Суть — нацеливание предприятий на постоянное внедрение в производство новых, более совершенных изделий, выступающих в виде СТС и БТС (6-го поколения); неуклонное сокращение всех видов затрат на производство продукции; повышение потребительских характеристик изделий при снижении цен. Таким образом, ставится задача объединить гибкость и адаптивность мелкосерийного производства с низкими издержками и высокой производительностью труда массового производства. Но это возможно только при повышении творческой отдачи персонала производства и управления	Требуется системный подход, объективная оценка или хотя бы функционально-стоимостный анализ и экологическая оценка. Производство невозможно без управления, а управление без объективной оценки
Главные стратегически е направления	1. Комплексная автоматизация производственных процессов. 2. Совершенствование форм и методов управления, включая организацию производства и развитие технической базы. 3. Развитие кадрового потенциала при одновременном повышении квалификации, активности, сознательности и лояльности каждого работника	Требуется объективная оценка
Тактические особенности реализации стратегически х направлений: японский подход	Автоматизация и компьютеризация производства не рассматривается как самоцель и безусловная гарантия успеха. При переходе на выпуск более сложных и качественных изделий принимаются меры к резкому снижению технико-технологической и организационной сложности их изготовления. По иному расставляются приоритеты: с этой целью приводятся в действие две «секретные» пружины: разработка такой технологии и организации производства, которая способна изготовить любые, даже	

	самые сложные, изделия на основе стандартных, простых и легко управляемых наборов операций, осуществляемых на универсальном, гибко и в широком диапазоне переналаживаемом оборудовании; создание организационно-управленческих условий для того, чтобы все или подавляющее большинство отклонений обнаруживались и урегулировались непосредственно производственным персоналом на уровне рабочего места (механизм управления снизу)	
американский подход	Ускоренная широкомасштабная автоматизация и компьютеризация всех видов производственных и управленческих операций(т.е. механизм управления сверху): создание адаптивных информационных систем, сложного набора оптимальных моделей, способных быстро обнаруживать незапланированные отклонения и ликвидировать их. Недостатки: огромные вложения, трудности с внедрением новых методов технологии и организации производства, использование резервов, заложенных в человеческом факторе. Все это — в области техники и технологии. А в области управления?	Технология как важнейший фактор реализации цели. Единство технологии и организации. Статистические методы управления качеством. Гуманизация технологии и управления
Модификация органов и структур управления и конкретных его форм	1. Осуществление децентрализации производственных и сбытовых операций, а именно создание полуавтономных или автономных отделений, полностью отвечающих за прибыли и убытки. В сравнительно небольших по размерам органах управления решаются только стратегические вопросы развития, связанные с крупными инвестициями. 2. Нововведенческая экспансия, поиск новых рынков и диверсификация операций. Реализация через создание в рамках крупных компаний небольших нововведенческих фирм, ориентированных на производство и самостоятельное продвижение на рынках новых технологий и изделий. 3. Дебюрократизация и постоянное повышение творческой и производственной отдачи, включая	Нужна объективная оценка. Учет экологических аспектов. Новые технологии. Подготовка кадров. Объемная модель управления

	<p>распределение акций среди персонала и образование предприятий, находящихся в коллективной собственности их работников.</p> <p>Количество их ежегодно возрастает на 600—700 единиц.</p> <p>4. Характерная черта вновь созданных предприятий — переход от узкой специализации к интеграции в содержании и характере управленческой деятельности. Ясно, что путь к чрезмерной специализации является тупиковым (большой объем усилий по координации, увеличение числа уровней управления, что отчуждает работника от своей деятельности, авторитарный стиль руководства). При интеграции руководитель не приказывает своим подчиненным, а направляет их усилия, помогает раскрытию их способностей</p>	
--	--	--

Интересно, что страны-лидеры в истории прогресса менялись: в XVIII в. это была Голландия, в XIX в.— Англия, в XX — США. Предполагается, что в XXI в. вперед вырвутся страны Востока — Япония, Китай... Причины сменяемости лидеров следующие.

1. Пассивность. Из опыта древних цивилизаций (Вавилон, Персия, Египет) видно, что по мере увеличения богатства страны теряют свою активность, концентрируя внимание на сохранении завоеванного.

2. Ведущие страны не замечают темпов развития противников, прежде всего роста производительности труда.

3. Изменения происходят так медленно, что не позволяет своевременно заметить противника.

4. Преследователям свойственна жажда победы (за счет повышения активности, напора, старательности).

5. Конкуренты делают упор на систему обучения.

6. Преследователи копируют лидеров, приспособливая их идеи» к своим особенностям.

7. Улучшение качества товаров и ориентация на потребителя (в 1851 г. Англия лидировала по уровню качества).

8. Парадокс протекционизма — соперники выигрывают, а лидер проигрывает. Суть: после достижения экономической зрелости лидер использует протекционистские барьеры, чтобы снизить уровень конкуренции на внутреннем рынке, сохранить рабочие места и помешать изменениям. Этот бумеранг возвращается и поражает экономику ослабевающего лидера. Лучший ответ — принять вызов.

9. Возможности лидера бороться со временем ослабевают: нельзя ориентироваться на сохранение имеющегося, надо рисковать, быть активными экономическими и социальными реформаторами.

Все вышеизложенное имеет огромное теоретическое и практическое значение для всех сфер отечественной деятельности.

1. Для практики — направления созидательной деятельности для наших предприятий и организаций.

2. Для исследования — конкретное наименование НИР, необходимых для проведения АН, вузами, ассоциациями и другими организациями, имеющими отношение к развитию НТП.

3. Для высшей школы — основа для разработки учебных планов и программ.

4. Для истории — познание процесса смены мировых лидеров в области экономики из-за различного понимания и расстановки приоритетов развития науки, техники и технологии, четкая цикличность смены лидеров и их причины.

По этой теме может быть рекомендована следующая литература:

1. Грейсон Джексон-младший, О'Делл Карла. Американский менеджмент на пороге XXI века.: Пер. с англ. / Авт. предисл. Б.З. Мильнер. М.: Экономика, 1991. (Это программа по выводу США из кризиса, в которую они попали в 1980—1990-х гг. Большинство американцев не сознают этой опасности! Об авторах: Грейсон — бывший председатель комиссии по ценам США, президент Американского центра производительности труда; О'Делл — управленец.)

2. Мильнер Б. З. Останутся ли США лидером? (Если не удастся переломить негативную тенденцию в изменении уровня производительности труда, то в 2003 г. США перейдут с 1-го на 7-е место по этому показателю.)

3. Питерс Т., Уотермен Р.В. в поисках эффективного управления. (Представлены базовые характеристики фирм, решивших стать лидерами в области управления, а также направления перестройки, по которым необходимо двигаться американским компаниям, для того чтобы остаться конкурентоспособными.)

4. Американский журнал «Форчун», 1987 (статья Тома Питерса). (С огорчением отмечается, что предпринятые усилия не привели к осознанию важности и глубины проблем. Поэтому в США нет компаний, которые можно признать совершенными.)

5. Уильямс Э. Сделано в Германии. Англия, 1896. («Слава Англии как промышленной державы развивается, а нация этого не замечает». И Англия этого не услышала. В результате она с позиции лидера в мировой экономике, занимаемого с XIX в., скатилась туда, где она находится сегодня, — на 11-е место по размеру ВВП на душу населения, т.е. в конец списка индустриальных стран.)

6. Кеннеди Пол. Рост и падение великих держав. США, 1991.

7. Хайека Фридрих. Дорога к рабству. США, 1989. (Автор — лауреат Нобелевской премии, д-р права, д-р полит. наук.)

1.3. Категориальный аппарат науки и системного анализа

Знание точного значения слов и их различия между собой, хотя бы и самого легкого, есть необходимое условие всякого истинного мышления, ибо слова суть выражения понятий. А можно ли мыслить,

не умея отличать во всей тонкости одного понятия от другого?

В. Г. Белинский

Сначала познакомимся с видами понятий, с которых должна начинаться каждая истинная наука (научная дисциплина),

Понятие — это мысль, которая отображает общие и существенные признаки предметов.

Термин — точно выраженное содержание научного понятия.

Категория — предельно широкое по объему понятие, которое не подлежит дальнейшему обобщению.

Объем понятия — знания о круге предметов, существенные признаки которых отображены в понятии.

Потребности практики и развития НИР в условиях НТР придали задаче упорядочения терминологии особо важное значение. По подсчетам специалистов, если каждый инженер будет терять только пять минут на уяснение нечеткой технической терминологии, то потеря рабочего времени (в денежном выражении) составит в целом по стране 1,5 млрд. руб.

Один мудрец сказал: «Перед тем, как затевать спор, необходимо договориться о терминах». В самом деле, чтобы не возникало взаимных обид, неопределенностей и недомолвок, смысловые обозначения должны быть предельно ясными, конкретными, не допускающими двойного толкования. Между тем в нашем производственном бытии довольно часто встречаются термины не только неясные, но даже вступающие в логическое противоречие с собственным смыслом.

«Ничто так не враждебно точности суждения, как недостаточное различение». Эти слова Эдмунда Берка, автора знаменитой книги «Размышления о Французской революции» Пушкин первоначально поставил эпиграфом к первой главе своего «Евгения Онегина». «Недостаточное различение», на опасность которого обращал внимание читателей своим эпиграфом Пушкин, стало причиной казуса, происшедшего с профессором Шляпкиным, смешавшим записки доктора Лерхе с записками доктора Кука.

Беседуя на тему терминологии со многими работниками производства, я убедился, что такие понятия, как «прогресс», «выполнение плана», «новая техника» и другие вызывают массу разночтений. Говорили мы вроде бы об одном и том же, но... на разных языках.

Эту странную ситуацию откровенно прояснил начальник технического отдела Главного управления:

— Начинать разговор об освоении новой техники,— сказал он,— нужно с вопроса: «А что же такое новая техника?» Думаю, у нас этого точно никто не знает.

Вопрос не праздный, хотя на этот счет имеются вполне конкретные указания. В постановлении правительства РФ поставлена задача «создавать и внедрять принципиально новые орудия труда, материалы и технологические процессы, превосходящие по своим технико-экономическим показателям лучшие отечественные и мировые достижения». Подчеркиваем: принципиально новые. Ну, скажем, такие,

как непрерывная разливка стали, кислородно-циклонный способ переработки полиметаллических руд и концентратов, газовая вагранка, полностью исключившая из обращения кокс в чугунолитейном производстве, и многие другие изобретения ученых и конструкторов, изменившие даже самый облик металлургической промышленности. И видимо, если строго придерживаться принципа новизны, то не следует к передовой новой технике сегодняшнего дня причислять, скажем, оборудование, которое, приходя на смену действующему, хотя и совершеннее его, но уже морально устарело.

Ученые обнаружили немало пунктов, которые правильнее было бы включать не в план по новой технике, а в сугубо производственные задания тому или иному предприятию. Например, метод непрерывной разливки стали коллективу Новолипецкого металлургического завода давно известен. Он еще много лет назад первым в стране внедрил это новшество.

Нечеткость определения ведет к последствиям, которые дорого обходятся государству. Так, средства, отпускаемые на освоение действительно новой техники, не всегда используются с полным эффектом, а неверная ориентация научно-исследовательских, проектно-конструкторских и производственных коллективов порой уводит их в сторону от магистральных путей научно-технического прогресса.

Расплывчатость смыслового обозначения «новая техника» позволяет иным работникам министерств трактовать его, как это выгодно в зависимости от обстоятельств. Здесь стало правилом одни и те же позиции включать сразу во многие планы — создания и освоения изобретений, разработки и внедрения новой техники, или, как еще называют, внедрения передовой технологии и выпуска новых видов промышленной продукции, а также в обычные производственные планы. Создается видимость кипучей деятельности, а на самом же деле одним выстрелом стараются убить сразу всех зайцев. И представьте себе, порой «убивают», поскольку каждому плану соответствует свой вид экономического стимулирования, свои премии.

Поскольку министерский план по новой технике верстается раньше, чем уточненная производственная программа, на предприятие поступают два директивных документа, предписывающих выполнить одно и то же задание, но... в разных объемах. Так, коллектив Первоуральского динасового завода долгое время не мог понять, какое же задание следует принимать за основу — производственное, предусматривающее выпуск 6200 т высокоплотного динаса для коксовой батареи 7-й печи «Запсиба», или по новой технике, обязывающее произвести 7890 т той же продукции.

Или такой пример. Сейчас характер деятельности многих институтов определяется произвольно употребляемыми терминами. Попробуйте, например, уловить разницу между институтами «конструкторскими», «проектными», «проектно-конструкторскими», «проектно-конструкторскими и экспериментальными», «по изысканию и проектированию» и т.д. Часто эти различия просто непостижимы.

Нечто похожее происходит и с номенклатурой, которая должна указывать место, занимаемое тем или иным подразделением в системе НИИ. Почему, например, одни структурные единицы числятся «при»

институте, другие точно такого же характера — «в» институте, а третьи рассматриваются как его филиалы? Теоретически «в» должно указывать на то, что подразделение органически связано со своим целым (это как бы химическое соединение). Предлог же «при» говорит об известной автономии, по крайней мере по отдельным вопросам (это как бы физическое соединение). Однако проведенное недавно изучение организационно-управленческой структуры 44 НИИ показало, что, за исключением хозрасчетных объединений, в ряде случаев нет логических обоснований, почему структурная единица числится «при», а не «в» институте или наоборот. Совершенно одинаковая управленческая взаимосвязь интерпретируется по-разному, с вытекающими отсюда последствиями в области административного подчинения, оплаты труда руководителей и т.д.

Терминологическая неразбериха неизбежно влечет за собой путаницу в линиях подчинения, административной ответственности, распределения функций и рабочей нагрузки, к неоправданным «перепадам» в оплате труда, не соответствующей диапазону деятельности научного сотрудника.

Положение усложняется и тем, что права и обязанности директоров институтов, их заместителей далеко не везде зафиксированы в форме письменных документов. Распределение прав и обязанностей нередко производится в соответствии с установившимися традициями и практикой, устной договоренностью и личными качествами «волевых» или «неволевых» начальников. В ряде случаев нежелание, а иногда и неумение уточнить, кто под кем, вуалируется такими обтекаемыми словами, как «курирует», «опекает», «осуществляет общий надзор».

Даже в рамках одного института иногда наблюдается полный разнобой в названиях составляющих его структурных единиц. Директор, естественно, волен решать, сколько и каких именно, скажем, отделов нужно. Но, создавая их, он обязан понимать под отделом то же, что понимается и в других институтах.

Могут возразить: велика ли беда, если отдел нарекли сектором? А действительно ли невелика? Названия предполагают штатную номенклатуру, должностные оклады руководителей, объем их административной ответственности, соподчиненность и распределение управленческих функций, некоторые аспекты бухгалтерского счета и делопроизводства, численность персонала и ряд других моментов, которые находятся вне правовой компетенции директора и решаются в рамках всей системы управления наукой. Короче, тут требуется единая стандартная терминология. Без нее легко скатиться к административному волюнтаризму в руководстве институтами.

Здесь уместна такая аллегория: шахматист волен делать ходы по своему усмотрению, предпринимать любые комбинации при помощи имеющихся в его распоряжении фигур; но шахматная игра становится невозможной, если один партнер будет называть коня ферзем, в другой станет ходить конем, как слоном. То же и в управлении институтами. Именно на такое явление и натолкнулись в ходе недавнего обследования: полное отсутствие общепринятой стандартной терминологии и единого толкования ряда основных организационно-

управленческих понятий. Что такое, например, сектор, отдел, отделение, лаборатория, группа, бюро, служба — все трактуют по-разному.

Это касается и высшей школы. Известно, что существенным элементом подготовки специалистов в числе многих других является требование единства и научной обоснованности терминологии как в процессе обучения, так и при выполнении курсовых и дипломных проектов.

К сожалению, нередко не только в разных вузах или на различных кафедрах, но даже на одной кафедре преподаватели на лекциях и семинарах используют различные термины для обозначения одного и того же понятия. Это отрицательно сказывается на учебном процессе. Одним студентам больше нравятся термины: «детерминант, крейцкопф, дизель, верхняя мертвая точка» и т.д., а другим соответственно: «определитель, ползун, ДВСж, наружная мертвая точка» и т.д. Еще хуже, когда устаревшие и неточные выражения оказываются в учебниках. Так, еще не изжит термин «мотор», который до сего времени сохранен даже в названиях крупнейших государственных заводов: Ярославский моторный, Свердловский турбомоторный и др. Сохраняется по традиции название «дизель» применительно к двигателю внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия (ДВСж).

Комиссия по терминологии АН РФ, Комитете стандартов, специалисты вузов, а также издательств и редакции до сих пор никаких мер по упорядочиванию использования терминов не приняли. Еще хуже обстоит дело в новых областях техники, где отсутствие единой терминологии затрудняет порой взаимопонимание специалистов.

Здесь уместно напомнить, что ГОСТ вполне четко и однозначно регламентирует необходимость установления единых терминов, обозначений и единиц измерения в важнейших областях науки и техники, а также в отраслях народного хозяйства.

Безусловно, что к научно-техническим терминам как к составной части языка необходимо относиться бережно. Факты свидетельствуют о том, что искусственно насаждавшиеся слова не закреплялись в языке, хотя следует отметить, что новые термины легче приживаются, чем обычные неологизмы. Кроме того, внедрение в жизнь научно обоснованных терминов облегчается возможностью повсеместной их пропаганды на лекциях, семинарах, в учебно-методической и научной литературе, в передачах по радио, телевидению, в кино и т.д., если при их подготовке придерживаться строгой терминологической дисциплины. Однако прежде чем насаждать эту дисциплину, необходимо комиссиям по терминологии АН РФ, Комитету стандартов и его институтам, а также ведущим ученым вузов провести большую работу по отбору и стандартизации терминов. Пока не будет стандартов, можно использовать перечни рекомендованных терминов, вводимых в практику преподавания соответствующим решением советов вузов. Они должны стать единственными обязательными для всех членов кафедры и вуза независимо от субъективных точек зрения.

Нередко думают, что среди множества определений того или иного явления некоторые из этих определений неверны, односторонни и что

следует поэтому, отбросив все ошибочные точки зрения, найти одну-единственную — верную — и соответствующее ей единственно верное определение. Спора нет, и в жизни, и в науке нет людей, застрахованных от ошибок; и понятно, что ошибочные определения следует после тщательной проверки изгонять из науки. Но означает ли это, что, освободившись от ошибочных определений, мы можем выбрать или создать одно, единственно правильное определение, дающее исчерпывающее, раз и навсегда верное понимание того или иного явления, процесса или события? Конечно, обилие определений, нередко резко отличающихся и даже противоречащих друг другу, создает большие затруднения. Поэтому в повседневной, обыденной жизни, исходя из практической целесообразности, соображений удобства, простоты и т.п., мы останавливаемся на каком-либо одном определении интересующего нас явления, стремимся найти единственное решение задачи, выработать одну общепринятую точку зрения. И пока вещи, с которыми нам приходится иметь дело, относительно просты, задачи относительно бесхитростны, такой подход к делу не только не приносит вреда, но даже оказывается полезным.

Но когда вещи и явления, события и ситуации становятся более сложными, наша привычка оперировать единственно верными определениями и решениями начинает причинять неприятности. Оказывается, что решение или определение, казавшиеся нам в привычных обстоятельствах безукоризненными и приводившие нас к желанной цели, в изменившихся обстоятельствах дают осечку, перестают быть удобным средством познания или практической деятельности. Тогда на смену им приходят новые определения и решения. Иногда они целиком заменяют старые, но часто случается так, что новые определения или решения пригодны в одних обстоятельствах, а старые остаются вполне применимыми в других. Такое положение может встречаться десятки и даже сотни раз. Чем сложнее явление, которое мы изучаем, чем изменчивее ситуация, в которую мы попадаем, тем чаще обнаруживаются в них разные свойства, связи, черты и особенности, требующие разных определений, разных подходов и разных решений. И выбрать из этих определений и решений единственно верное подчас бывает не только трудно, но и невозможно (Ракитов А.И. *Анатомия научного знания*. М: Политиздат, 1969.)

Представляется совершенно неоспоримым, что методы и принципы системного анализа в их применении к решению конкретных научных проблем лишь тогда станут полностью эффективными, когда будут изложены точным, строгим научным языком.

Известно, что с развитием науки одновременно идет постоянное формирование ее специальных терминов. Поэтому их разработка, выбор и использование в приложении к конкретному объекту или дисциплине требуют особого внимания. Известный лингвист Шухард сказывал, что «терминологическая опасность для науки — все равно, что туман для мореплавания; она более опасна, что обычно в ней вовсе не отдают отчета» (*Известия АН СССР. Сер. Радиоэлектроника*. 1973. № 1).

А отчет отдавать надо! Наука сегодняшнего дня — явление комплексное. Произвольное использование терминов зачастую становится серьезным препятствием для диалога между специалистами не только отдельных дисциплин, но и даже внутри одной дисциплины. Между тем важность терминологических проблем для развития научных знаний осознана не сегодня. С конца 1964 г. в системе Госстандарта действует Всесоюзный научно-исследовательский институт технической информации, классификации и кодирования. Одно из направлений его работы — государственная стандартизация научной и технической терминологии. К сожалению, если говорить о разработке терминологических стандартов, необходимых для организации управления наукой, тот воз и ныне там (Терещенко В. Сколько отделов институту надо? // Правда. 1976. 25 авг.).

История науки показывает, что формирование ее понятийный аппарат формируется прежде всего путем ассимиляции понятий из других областей знаний. При этом они, как правило, наполняются новым содержанием и приобретают универсальное значение (Косолапов В.В. Информационно-логический анализ научных исследований. Киев: Наукова думка, 1968). Поэтому создание специфически понятийного аппарата не имеет ничего общего с механическим перенесением одних терминов из других областей: решающее значение имеет экспликация понятий сообразно новому объекту исследования. Такое разъяснение происходит по определенным правилам и зачастую является теоретической проблемой номер один.

На сегодня категориальный аппарат системного анализа еще не исследован. Лишь в последнее время начаты попытки выявить смысл некоторых понятий системного подхода в их специфическом употреблении и то в основном для биологических систем. Между тем эта задача принадлежит к числу первоочередных:

— во-первых, действительное конституирование системного подхода возможно лишь на основе разработки адекватной категориальной базы;

— во-вторых, из-за того что системные исследования вынуждены пользоваться понятиями, в подавляющем большинстве почерпнутыми из науки прошлого, а существенно новое употребление этих понятий обычно специально не фиксируется, возникает опасность «размывания» самой системной проблематики; именно отсюда рождаются сомнительные спекуляции и далеко не всегда удачные сращения новых слов со старыми проблемами, особенно заметные в философской литературе, посвященной системному подходу (Блауберг И., Садовский В., Юдин Э. Системные исследования и общая теория систем // Системные исследования. М.: Наука, 1969).

Попытаемся дать основные определения, связанные с использованием системного подхода, полученные на основе обобщения научно-технической и философской литературы.

Общее число понятий, специфических для системных исследований, чрезвычайно велико. Поэтому мы ограничимся лишь наиболее важными из них, с нашей точки зрения.

1.3.1. Система

Решение вопроса о специфических признаках системного подхода, в отличие от любого другого типа научного анализа, в значительной степени предопределяется тем, что следует понимать под системой. Легко убедиться в том, что термин «система» используется в столь многочисленных смыслах и значениях, что опасность упустить существенное содержание этого понятия очень велика (Садовский В. Методологические проблемы исследования объектов, представляющих собой системы // Социология и СССР. М.: Мысль, 1966. Т. 1).

Действительно, под системой в литературе понимается «комплекс элементов, находящихся во взаимодействии» (Л. Берталанфи), «нечто такое, что может изменяться с течением времени», «любая совокупность переменных..., свойственных реальной машине» (Росс Эшби У. Конструкция мозга. М.: Мысль, 1962), «множество элементов с отношениями между ними и между их атрибутами» (Холл А., Фейджин Р). В ст.: В. А. Лекторской, В. Н. Садовский О принципах исследования систем // Вопр. философии. 1960. № 8), «совокупность элементов, организованных таким образом, что изменение, исключение или введение нового элемента закономерно отражаются на остальных элементах» (Топоров В.Н. Из области теоретической топономастики // Вопр. языкознания. № 6. 1962), «взаимосвязь самых различных элементов», «все, состоящее из связанных друг с другом частей» (Бир Ст. Кибернетика и управление производством. Физматгиз. М., 1963), «отображение входов и состояний объекта в выходах объекта» (Месарович М. Основание общей теории систем // Общая теория систем. М.: Мир, 1966) и т. д. и т. п.

Наверное, самым правильным было бы сказать, что в настоящее время вообще не существует удовлетворительного, достаточно широко принятого понятия системы (Щедровицкий Г. Проблемы методологии системного исследования. М.: Знание, 1964).

В этих условиях любая попытка обобщить все или по крайней мере все основные значения термина «система» с неизбежностью приводят к тому, что под системой начинают понимать все что угодно.

И все-таки необходимость выработки такого понятия очень велика, коли мы взялись за рассмотрение сущности системного подхода. В первом приближении можно придерживаться нормативного понятия системы.

Система (греч. — «составленное из частей», «соединение», от «соединяю, составляю») — объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе (БСЭ. Т. 39. С. 158).

Как и всякое фундаментальное понятие, этот термин лучше всего конкретизируется в процессе рассмотрения его основных свойств. Таких свойств можно выделить четыре.

1. Система есть прежде всего совокупность элементов. При определенных условиях элементы могут рассматриваться как системы.

2. Наличие существенных связей между элементами и (или) их свойствами, превосходящих по мощности (силе) связи этих элементов с элементами, не входящими в данную систему. Под существенными связями понимаются такие, которые закономерно, с необходимостью определяют интегративные свойства системы. Указанное свойство

отличает систему от простого конгломерата и выделяет ее из окружающей среды в виде целостного объекта.

3. Наличие определенной организации, что проявляется в снижении термодинамической энтропии (степени неопределенности) системы по сравнению с энтропией системоформирующих факторов, определяющих возможность создания системы. К этим факторам относят число элементов системы, число существенных связей, которыми может обладать элемент, число квантов пространства и времени.

4. Существование интегративных свойств, т. е. присущих системе в целом, но не свойственных ни одному из ее элементов в отдельности. Их наличие показывает, что свойства системы хотя и зависят от свойств элементов, но не определяются ими полностью. Вывод: система не сводится к простой совокупности элементов, и, расчлняя систему на отдельные части, нельзя познать все свойства системы в целом.

Таким образом, в самом общем случае понятие «система» характеризуется:

- 1) наличием множества элементов;
- 2) наличием связей между ними;
- 3) целостным характером данного устройства или процесса.

Техническая система — множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство (Л.И. Лопатников. Краткий экономико-математический словарь. М.: Наука, 1979). Это определение не является ни единственным, ни общепризнанным. Есть сотни определений, которые с некоторой условностью можно разделить на три группы.

1. ТС как комплекс процессов и явлений, а также связей между ними, существующий объективно, независимо от наблюдателя — субъекта управления. Он выделяет элементы изучаемой системы, т.е. определяет, какие из ее характеристик являются существенными; он выделяет систему из окружающей среды, т.е. как минимум определяет входы и выходы (тогда они рассматриваются как черный ящик), а как максимум подвергает анализу ее структуру, выявляет механизм функционирования и исходя из этого воздействует на нее в широком направлении. Здесь ТС — объект исследования и объект управления.

2. ТС как институт, способ исследования. Наблюдатель конструирует ТС как некоторое абстрактное отображение реальных объектов. В этой трактовке понятие ТС смыкается с понятием модели.

3. ТС — некий компромисс между двумя первыми. ТС здесь — искусственно создаваемый комплекс элементов (например, коллективов, технических средств, научный теорий), предназначенный для решения сложной социально-экономической задачи. Следовательно, здесь наблюдатель не только выделяет из среды систему, но и создает, синтезирует ее. ТС является реальным объектом и одновременно абстрактным отображением связей действительности. Именно в этом смысле понимает ТС системотехника (Энциклопедический экономический словарь. М.: Наука, 1979. С. 250).

Наиболее характерные черты ТС:

— наличие определенной целостности, функционального единства (общей цели, назначения и пр.), что приводит к сложному иерархическому строению системы;

- большие масштабы по типу частей, объему выполняемых функций, абсолютной стоимости (ИЛ-96 м/т = 75 млн. дол.);
- сложность (полифункциональность) поведения;
- высокая степень автоматизации;
- нерегулярное, статистически распределяемое во времени поступление внешних воздействий;
- наличие в целом ряде случаев состязательного момента, т.е. такого функционирования ТС, при котором надо учитывать конкуренцию отдельных частей (в американской ракете «Редай», что надо увеличивать: массу боевой части или системы управления и наведения?);
- наличие связей (положительных, отрицательных, одноплановых, многоплановых);
- многоаспектность (техническая, экономическая, социальная, психологическая пр.);
- контринтуитивность (причина и следствие тесно не связаны ни во времени, ни в пространстве);
- нелинейность (синергетика!!!).

От своих предшественников, орудий труда и технических устройств ТС отличаются так же, как реактивный самолет от телеги. Причем не только количественно — обилием элементов, но и качественно — иным, более высоким уровнем организации, функционирования и управления. Несколько примеров.

Мощная металлургическая система пущена на Ижорском заводе. Ведется строительство комплекса сооружений для защиты Санкт-Петербурга от наводнений. Безопасные полеты современных самолетов обеспечивают соответствующие системы управления воздушным движением, навигации и посадки в Пулкове... Сами комплексы объединяют большое число разнородных крупных систем. Создаются, таким образом, качественно новые технические объекты с более высоким уровнем организации систем. Достигается в процессе использования таких комплексов весьма существенный прирост экономического, экологического и социального эффектов. Подобные комплексы являются важнейшим рычагом ускорения НТП. Это требует от специалистов системного подхода к исследованию, разработке и эксплуатации комплексов.

Задолго до появления термина «система» системные объекты существовали в природе (биологические системы, экосистемы, космические системы). Они развивались независимо от нас, от системного подхода, спонтанно (в силу внутренних причин). Многих самоорганизующихся систем мы не знаем и сейчас, помалу открывая их. В основе развития природных систем лежат системообразующие законы структурного и функционального порядка (законы тяготения, механики...).

В технике мы имеем дело с комплексами. Это навязываемое субъектом понятие. Это конгломерат (механическое соединение разнородного, беспорядочная смесь), который мы пытаемся как-то организовать извне, от человека, от субъекта, самоорганизующиеся в лучшем случае.

Итак, в природе — самоорганизующиеся системы; в технике — самоорганизуемые комплексы.

В природе импульсы организации имманентны (внутренне присущи) системам, а в технике — идут от человека, требуют организации управления. Эти импульсы от человека должны быть соотнесены с природой объекта.

Но как только комплексы мы назвали сложной системой, так сразу же применительно к ним мы должны использовать методы, адекватные их природе, т.е. системные, и выявить законы (или хотя бы связи) их структуры, функционирования и развития.

Когда мы говорим о системе, то прежде всего подчеркиваем целостный характер материального объекта или процесса.

Выдвижение систем в качестве объектов исследования поставило перед наукой и техникой особую познавательную задачу. Эта задача, несомненно, значительно сложнее всех тех, которые стояли до нее. Вызвано это, однако, не тем, что в случае анализа системы инженер-исследователь имеет дело со множеством элементов (подобные ситуации анализируются давно), а тем, что системный анализ направлен на выявление связей, причем не отдельных, а целого комплекса влияющих друг на друга связей при требовании признания целостности технической системы. Вот этой познавательной задачи наука и техника ранее не знали (Садовский В. Методологические проблемы исследования объектов, представляющих собой системы // Социология в СССР. М.: Мысль, 1966. Т. 1).

Сделаем попытку классифицировать системы. Известно, что классификацией называется распределение некоторой совокупности объектов на классы по наиболее существенным признакам. Признак или их совокупность, по которым объекты объединяются в классы, являются основанием классификации. Класс — это совокупность объектов, обладающих некоторыми признаками общности.

Анализ существующих классификаций с учетом логических правил деления всего объема понятий, связанных с системами, позволяет сформулировать следующие требования к построению классификации:

— в одной и той же классификации необходимо применять одно и то же основание;

— объем элементов классифицируемой совокупности должен равняться объему элементов всех образованных классов;

— члены классификации (образованные классы) должны взаимно исключать друг друга, т.е. должны быть непересекающимися;

— подразделение на классы (для многоступенчатых классификаций) должно быть непрерывным, т.е. при переходах с одного уровня иерархии на другой необходимо следующим классом для исследования брать ближайший по иерархической структуре системы.

В соответствии с этими требованиями классификация систем предусматривает деление их на два вида — абстрактные и материальные (схема 1.4) (Саркисян С.А. и др. Большие технические системы. Анализ и прогноз развития. М.: Наука, 1977).

Материальные системы являются объектами реального времени. Среди всего многообразия материальных систем существуют естественные и искусственные системы.

Естественные системы представляют собой совокупность объектов природы, а искусственные системы — совокупность социально-экономических или технических объектов.

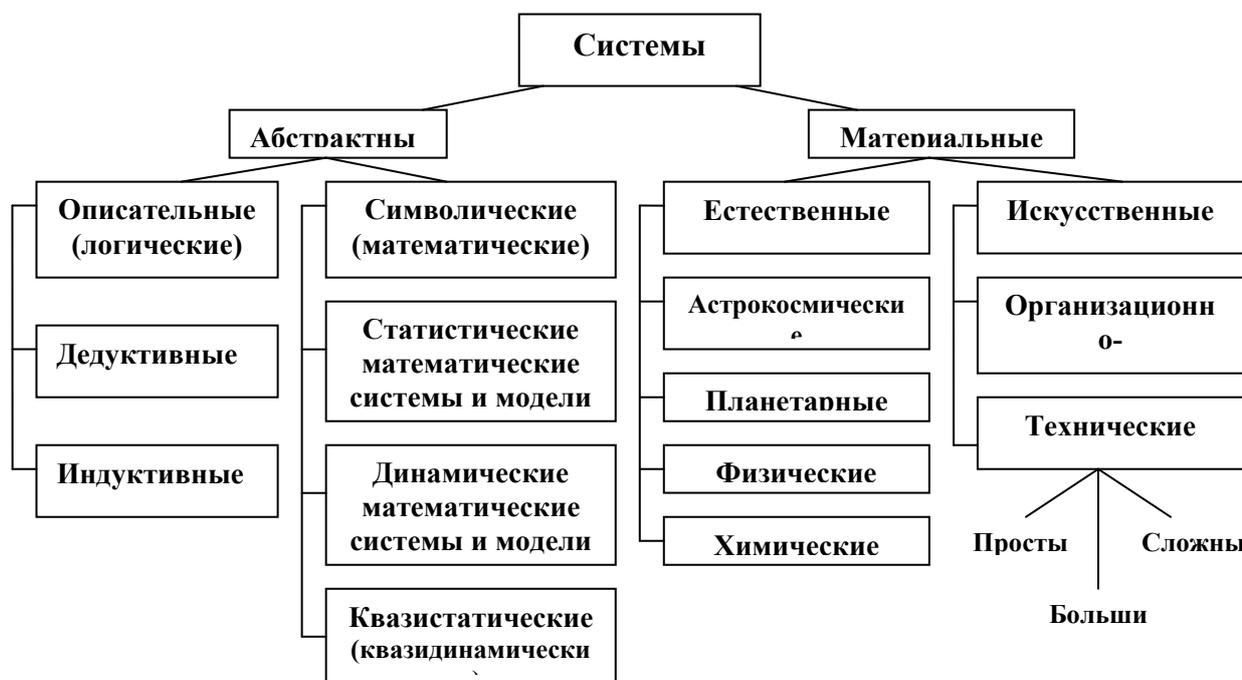
Естественные системы, в свою очередь, подразделяются на астрокосмические и планетарные, физические и химические.

Искусственные системы могут быть классифицированы по нескольким признакам, главным из которых является роль человека в системе. По этому признаку можно выделить два класса систем; технические и организационно-экономические системы.

В основе функционирования технических систем лежат процессы, совершаемые машинами, а в основе функционирования организационно-экономических систем — процессы, совершаемые человеко-машинными комплексами.

Схема 1.4

Классификация систем



Абстрактные системы — это умозрительное представление образов или моделей материальных систем, которые подразделяются на описательные (логические) и символические (математические).

Логические системы есть результат дедуктивного или индуктивного представления материальных систем. Их можно рассматривать как системы понятий и определений (совокупность представлений) о структуре, об основных закономерностях состояний и о динамике материальных систем.

Символические системы представляют собой формализацию логических систем, они подразделяются на три класса:

статические математические системы или модели, которые можно рассматривать как описание средствами

математического аппарата состояния материальных систем (уравнения состояния);

динамические *математические системы* или модели, которые можно рассматривать как математическую формализацию процессов материальных (или абстрактных) систем;

квазистатические (квазидинамические) системы, находящиеся в неустойчивом положении между статикой и динамикой, которые при одних воздействиях ведут себя как статические, а при других воздействиях — как динамические.

Однако в литературе приводятся и другие классификации. Профессор Ю. Черняк дает такое подразделение систем (Черняк Ю.И. Системный анализ в управлении экономикой. М.: Экономика, 1975).

1. Большие системы (БС) — это системы, не наблюдаемые одновременно с позиции одного наблюдателя либо во времени, либо в пространстве. В таких случаях система рассматривается последовательно по частям (подсистемам), постепенно перемещаясь на более высокую ступень. Каждая из подсистем одного уровня иерархии описывается одним и тем же языком, а при переходе на следующий уровень наблюдатель использует уже *мета-язык*, представляющий собой расширение языка первого уровня за счет средств описания самого этого языка. Создание этого языка равноценно открытию законов порождения структуры системы и является самым ценным результатом исследования.

2. Сложные системы (СС) — это системы, которые нельзя scomпоновать из некоторых подсистем. Это равноценно тому, что:

а) наблюдатель последовательно меняет свою позицию по отношению к объекту и наблюдает его с разных сторон;

б) разные наблюдатели исследуют объект с разных сторон.

Пример: выбор материала ветрового стекла автомобиля. Задачу нельзя решить без того, чтобы не рассмотреть этот объект в самых разных аспектах и разных языках: прозрачность и коэффициент преломления — язык оптики; прочность и упругость — язык физики; наличие станков и инструментов для изготовления — 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 отбирает единственный материал, работая в метаязыке, объединяющем понятия всех языков низшего уровня и описывающем их свойства и соотношения. Трудность: подмножества, отобранные наблюдателями первого уровня, могут не пересечься. В таком случае метанаблюдателю надо scomандовать некоторым из них (технологам, физикам и т.д.) снизить свои требования и, соответственно, расширить подмножества потенциальных решений. И здесь: экспертный опрос — важнейший инструмент системного анализа!

Системы можно соизмерять по степени сложности, используя разные аспекты самого этого понятия:

а) путем соизмерения числа моделей СС;

б) путем сопоставления числа языков, используемых в СС;

в) путем соизмерения числа объединений и дополнений метаязыка. Простота находится всегда в результате исследования! (Р. Акофф)

3. **Динамические системы (ДС)** — это постоянно изменяющиеся системы. Всякое изменение, происходящее в ДС, называется процессом. Его иногда определяют как преобразование входа в выход системы.

Если у системы может быть только одно поведение, то ее называют *детерминированной* системой.

Вероятностная система — система, поведение которой может быть предсказано с определенной степенью вероятности на основе изучения ее прошлого поведения (протокола).

Свойство равновесия — способность возвращаться в первоначальное состояние (к первоначальному поведению), компенсируя возмущающие действия среды.

Самоорганизация ДС — способность восстанавливать свою структуру или поведения для компенсации возмущающих воздействий или изменять их, приспосабливаясь к условиям окружающей среды.

Инвариант поведения ДС — то, что остается неизменным в ее поведении в любой отрезок времени.

4. **Кибернетические, или управляющие, системы (УС)** — системы, с помощью которых исследуются процессы управления в технических, биологических и социальных системах. Центральным понятием здесь является *информация* — средство воздействия на поведение системы. УС позволяет предельно упростить трудно понимаемые процесс и управления в целях решения задач исследования проектирования.

Важным понятием УС является понятие *обратной связи (ОС)*. ОС — информационное воздействие выхода на вход системы.

5. **Целенаправленные системы (ЦС)** — системы, обладающие целенаправленностью (т.е. управлением системы и приведением к определенному поведению или состоянию, компенсируя внешние возмущения). Достижение цели в большинстве случаев имеет вероятностный характер.

Английский кибернетик С. Вир подразделяет все системы на три группы — простые, сложные и очень сложные. При этом он считает весьма существенным способ описания системы — детерминированный или теоретико-вероятностный (табл. 1.9).

Наш соотечественник математик Г.Н. Поваров делит все системы в зависимости от числа элементов, входящих и них, на четыре группы:

- малые системы ($10—10^3$ элементов);
- сложные системы ($10^3—10^7$ элементов);
- ультрасложные системы ($10^7—10^{30}$ элементов);
- суперсистемы ($10^{30}—10^{200}$ элементов).

В качестве примеров систем второй группы он приводит автоматическую телефонную станцию, транспортную систему большого города, третьей группы — организмы высших животных и человека, социальные организации, четвертой группы — звездную вселенную.

Таблица 1.9

Классификация систем по С. Виру

По способу описания	По уровню сложности		
	Простые	Сложные	Очень сложные

Детерминированные	«Оконная задвижка» Проект механических мастерских	ЦЭВМ Автоматизация	— —
Вероятностные	«Подбрасывание монеты» «Движение медузы» Систематический контроль качества продукции	Хранение запасов Условные рефлексы Прибыль промышленного предприятия	Экономика Мозг Фирма

Ученые А. И. Берг и Ю. И. Черняк определяют СС как систему, которую можно описать не менее чем на двух различных математических языках, например на языке теории дифференциальных уравнений и на языке алгебры Буля.

Наши философы И. Блауберг, В. Садовский и Ю. Эдин предлагают классификацию системных объектов, опираясь на которую можно выделить обоснованно тот класс систем, который является специфическим для системных исследований и отличает эти последние от других направлений развития научного познания (Блауберг И.В. и др. Системный подход в современной науке // Проблемы методологии системного исследования. М.: Мысль, 1970).

По-видимому, классификация систем вряд ли может рассматриваться как самостоятельная задача, выдвинутая безотносительно к предмету и целям исследования. Поэтому проводимое ниже различие типов систем указанные авторы отнюдь не считают исчерпывающим и единственно возможным; оно используется лишь в качестве аргумента, поясняющего концепцию, развиваемую в данной статье.

Все существующие в действительности совокупности объектов (а всякая система представляет собой такую совокупность, хотя не всякая совокупность есть система) можно разбить на три больших класса: неорганизованные совокупности, неорганичные системы, органичные системы.

Неорганизованная совокупность (примерами ее могут служить куча камней, случайное скопление людей на улице) лишена каких-либо существенных черт внутренней организации. Связи между ее составляющими носят внешний, случайный, несущественный характер. Входя в состав такого объединения или покидая его, составляющие не претерпевают каких-либо изменений, что говорит об отсутствии у подобной совокупности целостных, интегративных свойств. Свойства совокупности в целом по существу совпадают с суммой свойств частей (составляющих), взятых изолированно. Следовательно, такая совокупность лишена системного характера.

Два других класса совокупностей — *неорганичные* и *органичные системы* — характеризует наличие связей между элементами и появление в целостной системе новых свойств, не присущих элементам в отдельности. Связь, целостность и обусловленная ими устойчивая структура — таковы отличительные признаки любой системы.

Если же мы пойдем дальше по пути классификации и попытаемся различить органичные и неорганичные системы, то обнаружим, что

довольно трудно провести строгое разделение указанных систем по структурному принципу (т.е. по их составу, строению). Дело в том, что в основе различия органичных и неорганичных целостных систем лежат, как нам представляется, особенности присущих им процессов развития; структура же системы является результатом этих процессов и объясняется ими. Органичная система есть саморазвивающееся целое, которое в процессе своего индивидуального развития проходит последовательные этапы усложнения и дифференциации. Этим объясняются следующие специфические особенности органичных систем, отличающие их от систем неорганичных.

1. Органичная система имеет не только структурные, но и генетические связи.

2. Органичная система имеет не только связи координации (взаимодействия элементов), но и связи субординации, обусловленные происхождением одних элементов из других, возникновением новых связей и т.п.

3. Органичная система имеет особые управляющие механизмы, через которые структура целого воздействует на характер функционирования и развития частей (биологические корреляции, центральная нервная система, система норм в обществе, органы управления и т. д.).

4. В неорганичном целом в силу менее тесной зависимости между системой и ее составляющими основные свойства частей определяются их внутренней структурой, а не структурой целого. Связи внутри целого не вызывают коренных качественных преобразований частей. С этим связана способность частей неорганичного целого к самостоятельному существованию. В органичном же целом основные свойства частей определяются закономерностями, структурой целого. Зависимость между системой и ее компонентами столь тесна, что элементы системы лишены способности к самостоятельному существованию.

5. Если в неорганичных системах элемент зачастую активней целого (например, ион химически активнее атома), то с усложнением организации активность все в большей мере передается от частей к целому.

6. Органичное целое образуется не из тех частей, какие функционируют в развитом целом. В ходе развития органичной системы происходит качественное преобразование частей вместе с целым. Первичные компоненты внутри системы претерпевают трансформации, которыми определяется их современная форма.

7. Устойчивость неорганичных систем обусловлена стабильностью элементов; напротив, необходимым условием устойчивости органичных систем является постоянное обновление их элементов.

8. Внутри органичного целого существуют своеобразные блоки (подсистемы). Их гибкая приспособляемость к выполнению команд управляющей системы основана на том, что элементы подсистем функционируют вероятностным образом и имеют определенное число степеней свободы. Следовательно, жесткая детерминированность связи подсистем между собой и с целым реализуется через отсутствие однозначной детерминации в поведении элементов подсистем.

Сказанным, разумеется, не исчерпываются особенности органичных систем и их отличия от других видов системных объектов. Очевидно, можно было бы продолжить намеченную в общих чертах классификацию и провести определенную типологию органичных систем (в частности, по уровням иерархии внутри них, по типам управления). Но для нас сейчас важно подчеркнуть, что органичные системы — наиболее сложные из всех типов систем, поэтому их исследование наиболее перспективно в методологическом отношении.

Участники «общества по разработке ОТС» А. Холл и Г. Фейджин на основании собственного определения системы приводят такую классификацию систем (Лекторский В.А., Садовский В.Н. О принципах исследования систем // *Вопр. философии*. 1960. № 8). Если изменение в каждой отдельной части системы вызывает изменение всех других частей и в целой системе, то в этом случае система является целостной. Если изменение каждой части системы не вызывает изменение других частей, то система называется суммативной. Совершенно ясно, что благодаря такому разделению Холл и Фейджин получают возможность охватывать в своей теории значительно больший круг систем, чем Берталанфи.

Несмотря на то что классификация систем Холла и Фейджина более детальна, чем классификация Берталанфи, а их определение системы более широко по сравнению с определением системой Берталанфи, тем не менее эти модификации не вносят принципиальных изменений в существо «общей теории систем». И у Берталанфи, и у Холла—Фейджина речь идет о построении определенного математического аппарата, способного дать описание «поведения» достаточно обширного класса системных предметов.

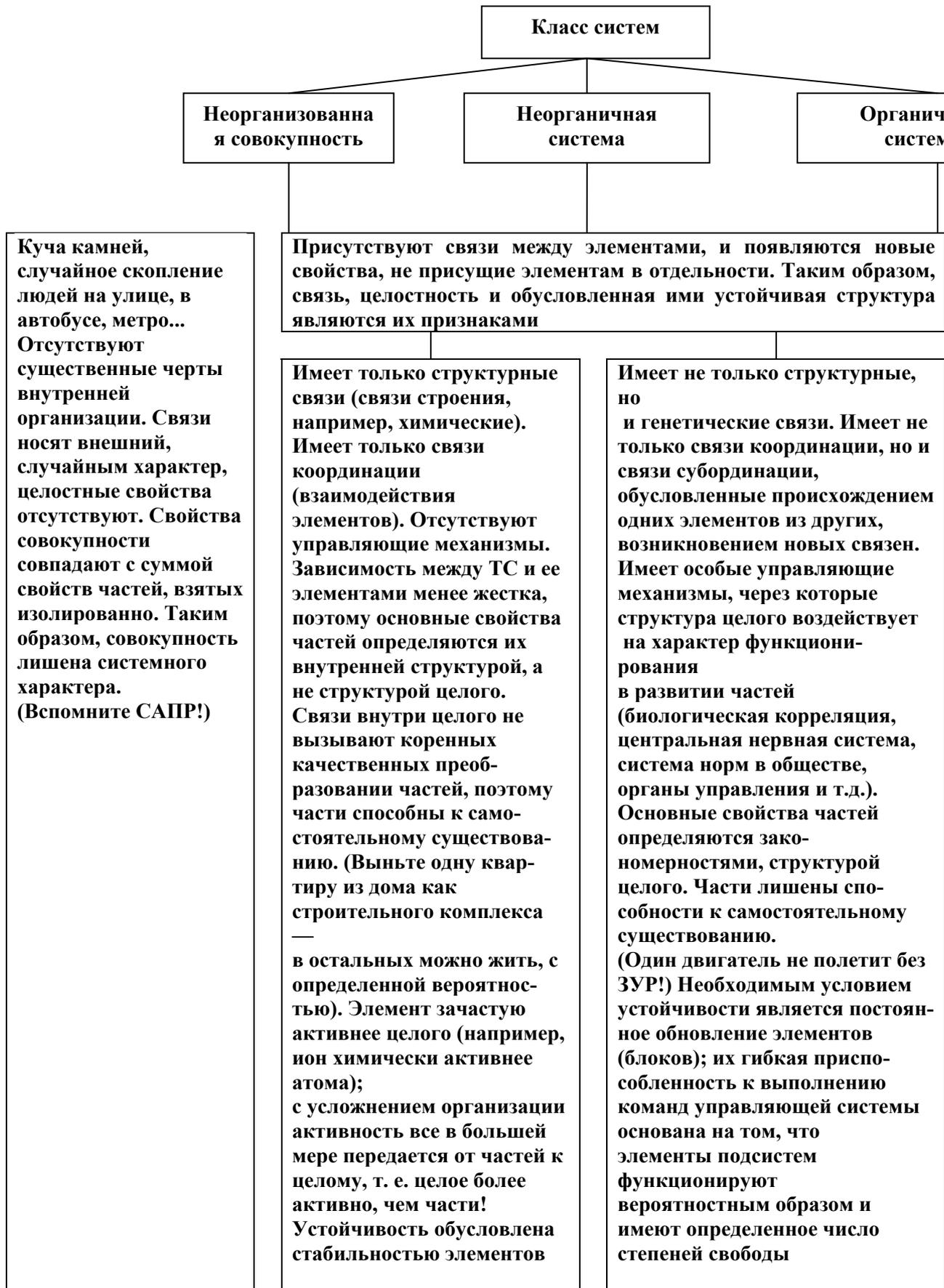
Обобщенная классификация совокупностей объектов представлена схемой 1.5

1.3.2. Связь

Пожалуй, наибольшая смысловая нагрузка в ССИ приходится на понятие «связь». Более или менее определенно но понятие употребляется во всех работах, посвященных системному подходу. Вместе с тем следует признать, что столь частое употребление понятия связи отнюдь не сделало его ясным, четко очерченным по своему содержанию. Напротив, как это ни странно, имеющиеся в литературе попытки логико-методологического анализа этой проблемы весьма немногочисленны, а возможная общелогическая классификация связей вообще не была предметом специального рассмотрения.

Схема 1

Классификация совокупностей объектов



Краткий анализ литературы, посвященной проблеме связи, показывает, что в настоящее время, по-видимому, отсутствуют реальные предпосылки для построения не только исчисления связей, но и сколько-нибудь расчлененной «качественной» логико-методологической концепции связи как категории научного познания. Вместе с тем очевидно, что вокруг этой категории в значительной мере группируется вся проблематика, специфическая для системного подхода. Можно утверждать, что развитие системных исследований существенно зависит от успехов в логико-методологическом анализе содержания понятия «связь».

В диалектике, как известно, проблема связи является одной из центральных. Учение диалектики о связях охватывает учение о мире как о едином связном целом, о причинности, о единстве и борьбе противоположностей, о взаимоотношении качества и количества, содержания и формы, сущности и явления и т.д., а основным методом исследования является анализ материала конкретных наук в плане разработки обобщающей картины мира.

Предварительно связь предметов можно определить

таким образом: два или более различных предмета связаны, если по наличию или отсутствию некоторых свойств у одних из них мы можем судить о наличии или отсутствии тех или иных свойств у других из них (возникновение и исчезновение предметов можно рассматривать как частный случай). Например, температура и давление данной массы газа связаны так, что с увеличением температуры (при всех прочих постоянных условиях) увеличивается давление. Зная о том, что температура увеличилась, мы можем делать вывод об увеличении давления (если выяснены точные количественные соотношения, то они учтутся и в выводах). Это свойство связей и обусловило особую познавательную ценность их обнаружения. Выявление связей позволяет познавать предметы не непосредственно, а косвенно, через другие предметы, находящиеся с ними в той или иной связи. Не приходится доказывать, насколько это важно для исследования предметов, не поддающихся непосредственному наблюдению, для разработки стандартных методов расчета, избавляющих от необходимости каждый раз ставить эксперимент, и т.п.

Характерным для приведенного определения является наличие в нем ссылок на логическое следование, на вывод одних знаний из других. Весьма возможно, конечно, что такого рода ссылок можно избежать. Но в рассмотренных нами случаях это достигается обычно за счет тавтологии, т.е. за счет ссылок на зависимость, обусловленность и другие понятия, которые сами выступают как синонимы понятия связи, за счет ссылок на частные формы связей (например, на причинность), за счет употребления выражений, которые сами нуждаются в разъяснениях через понятие связи (например, предметы считаются связанными, если изменение одних ведет к изменению других; здесь слово «ведет» создает лишь иллюзию определения, так как при попытке разъяснения его смысла мы будем вынуждены обратиться к данному выше предварительному определению связи.

Наличие в определении связи ссылки на логическое следование заставляет поставить принципиально важный вопрос о том пути, по которому следует идти в решении стоящей проблемы. Поскольку логическое следование характеризует взаимоотношение знаний о предметах, то вполне естественным представляется следующий путь: базируясь на принципе отражения, можно через определенные структуры знаний определять то, что соответствует этим знаниям, что ими отображается в объективной реальности. Например, можно определить отношения предметов как то, что соответствует высказываниям с многоместными предикатами. Аналогично обстоит дело со связями. Определив высказывания о связях как особый тип высказываний, можно определить сами связи как то, что отображается высказываниями этого рода. Подчеркиваем, что вопрос об определении одних факторов путем противопоставления их другим факторам и вопрос о взаимоотношении этих факторов безотносительно к их определению суть различные вопросы. Впрочем, определяя связь как то, что отображается в форме такого-то рода знаний, мы тем самым указываем на связь как на объективный источник знаний в полном соответствии с принципами теории отражения (Зиновьев А. А. К определению понятия связи // *Вопр. философии*. 1960. № 8).

Предпринятые в литературе попытки прямо и сразу построить обобщенную концепцию связи обнаружили относительно невысокую эффективность такого способа решения проблемы. Это заставило искать не столь прямых, но, может быть, более обнадеживающих путей анализа понятия связи и его места в современном познании. Одним из таких путей могло бы явиться определение (первоначально чисто эмпирическое) набора основных значений, в которых употребляется понятие связи в научной литературе, т.е. составление сугубо приблизительной эмпирической классификации связей. Приведем вариант подобной классификации (Блауберг И.В., Садовский В.Н., Юдин Э.Г. Системный подход в современной науке // *Проблемы методологии системного исследования*. М.: Мысль, 1970).

1. *Связи взаимодействия* (координации), среди которых можно различить *связи свойства* (такие связи фиксируются, например, в формулах физики типа $pV = \text{const}$) и *связи объектов* (например, гуморальные связи, связи между отдельными нейронами в тех или иных нервно-психических процессах). Особый вид связей взаимодействия составляют связи между отдельными людьми, а также между человеческими коллективами или социальными системами. Специфика этих связей состоит в том, что они опосредуются целями, которые преследует каждая из сторон взаимодействия. В рамках этого типа связей можно различить *кооперативные* и *конфликтные связи*.

Следует отметить, что связи взаимодействия представляют наиболее широкий класс связей, так или иначе выступающий во всех иных типах связей.

2. *Связи порождения* (генетические), когда один объект выступает как основание, вызывающие к жизни другой (например, связь типа «А отец В»).

3. *Связи преобразования*, среди которых можно различить: *связи преобразования*, реализуемые через определенный объект,

обеспечивающий это преобразование (такова функция химических катализаторов), и *связи преобразования*, реализуемые путем непосредственного взаимодействия двух или более объектов, в процессе которого и благодаря которому эти объекты порознь или совместно переходят из одного состояния в другое (таково, например, взаимодействие организмов и среды в процессе видообразования).

4. *Связи строения* (их нередко называют структурными). Природа этих связей с достаточной ясностью раскрывается на примере химических связей.

5. *Связи функционирования*, обеспечивающие реальную жизнедеятельность объекта или его работу, если речь идет о технической системе. Очевидное многообразие функции в объектах различного рода определяет и многообразие видов связей функционирования. Общим для всех этих видов является то, что объекты, объединяемые связью, совместно осуществляют определенную функцию, причем эта функция может характеризовать либо один из этих объектов (в таком случае другой является функционально-производным от первого, как это имеет место в функциональных системах живого организма), либо более широкое целое, по отношению к которому и имеет смысл функциональная связь данных объектов (таковы связи между нейронами при осуществлении тех или иных функций центральной нервной системы). В самом общем виде связи функционирования можно подразделить на *связи состояний* (когда следующее по времени состояние является функцией от предыдущего) и *связи энергетические, трофические, нейронные* и т.п. (когда объекты связаны единством реализуемой функции).

6. *Связи развития*, которые можно рассматривать как модификацию функциональных связей состояний, с той, однако, разницей, что развитие существенно отличается от простой смены состояний. В функционировании более или менее строго определенная последовательность состояний, по существу, выражает основную схему содержания всего процесса. Развитие также описывается обычно как смена состояний развивающегося объекта, однако основное содержание процесса составляют при этом достаточно существенные изменения в строении объекта и в формах его жизни. С функциональной точки зрения функционирование есть движение в состоянии одного и того же уровня, связанное лишь с перераспределением элементов, функций и связей в объекте; при этом каждое последующее состояние либо непосредственно определено предыдущим, либо так или иначе «переформировано» всем строением объекта и не выходит за рамки его истории. Развитие же есть не просто самораскрытие объекта, актуализация уже заложенных в нем потенциалов, а такая смена состояний, в основе которой лежит невозможность сохранения существующих форм функционирования. Здесь объект как бы оказывается вынужденным выйти на иной уровень функционирования, прежде недоступный и невозможный для него, а условием такого выхода является изменение организации объекта. Весьма существенно, что в точках перехода от одного состояния к другому развивающийся объект обычно располагает относительно большим числом «степеней свободы» и ставится в условия необходимости выбора из некоторого

количества возможностей, относящихся к изменению конкретных форм его организации. Все это определяет не только множественность путей и направлений развития, но и то важное обстоятельство, что развивающийся объект как бы сам творит свою историю.

Проблема различения функционирования и развития является, как известно, одной из наиболее сложных и запутанных в философской в специально-научной литературе. Поэтому проведенное нами различие связей функционирования и связей развития следует понимать как условное.

7. *Связи управления*, которые в зависимости от их конкретного вида могут образовывать разновидность либо функциональных связей, либо связей развития. В настоящее время невозможно дать развернутую характеристику связей управления, поскольку само понятие «управление» не имеет достаточно определенного значения. Вместе с тем эти связи принадлежат, по-видимому, к числу самых важных в системном исследовании и поэтому заслуживают особого обсуждения.

Предлагая такую классификацию связей, философы отмечают ее условность, объясняя исключительно сложным характером возможных связей и их спецификой в конкретных системах. Так, военные специалисты предлагают следующие виды связей: существенные и несущественные, частно-, внутри- и межсистемные, соответствующие трем уровням умственной деятельности человека (по работе: Самарин Ю.А. Очерки психологии ума), взаимные и односторонние, противоречивые и непротиворечивые, полезные и вредные, важные, не очень важные и неважные, прямые и обратные, жесткие (в технике) и гибкие (в экономике, живых существах и обществе) и др.

Особое внимание обращаем на следующие три вида связей.

Рекурсивная связь — необходимая связь между экономическими явлениями и объектами, при которой ясно, где причина и где следствие. Например, затраты в экономике всегда выступают в качестве причины, а их результаты — в качестве следствия. Между затратами и результатами существует рекурсивная связь. Но есть и некоторые исключения в современном НТП.

Синергетическая связь в ОТС определяется как связь, которая при совместных действиях независимых элементов системы обеспечивает увеличение их общего эффекта до значения, большего, чем сумма эффектов этих элементов, действующих независимо. Следовательно, это усиливающая связь элементов системы. Нужно заметить, что

«недавно открытый» синергизм еще К. Маркс глубоко анализировал в «Каннибале» как новую силу, «которая возникает из слияния многих сил в одну общую...» (Маркс К., Энгельс Ф. // Соч. Т. 23. С. 337).

Именно из синергетических связей вытекают интегральные (эмерджентные) свойства, т.е. свойства целостной системы, которые не присущи составляющим ее элементам, рассматриваемым вне системы.

Циклическая связь — сложная обратная связь, при котором развитие науки двигает производство, а последнее создает основу для расширения научных исследований. В дальнейшем будет показано, как циклическая связь используется в принципиально новом объекте науки — ПЖЦ НТД.

Сделаем вывод: в окружающем нас мире существует очень большое количество разных связей — многомерных, многогранных, многозначных, многоплановых, которые мы должны учиться познавать.

Приведем примеры связей.

Мозг человека развивается и состоит из 14 млрд. нервных клеток. Каждая из них имеет 5000 связей с другими.

Любой закон природы и общества — это есть внутренняя, устойчивая, существенная связь и взаимная обусловленность явлений. Нет закона вне связи!

В химии существуют два вещества: карбонил $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ — первое искусственно полученное органическое вещество; неорганический цианат аммония NH_4CNO . При одинаковом составе разницу в их свойствах логично объяснить только различием в способе связи элементов между собой, т.е. различием структуры.

Когда в поликлинике у одной женщины удалили зуб, который лечить уже было нельзя, к ней неожиданно вернулось зрение, потерянное так же неожиданно 20 лет назад. После того как улеглась первая радость, она вспомнила, что именно этот зуб за некоторое время до того, как она ослепла, был запломбирован. Действительно — фантастический случай.

В радиоэлектронной аппаратуре, komponуя различные модули (унифицированные изделия — мультивибраторы, блокинг-генераторы, фантастроны, триггеры и др.), можно получить принципиально новые изделия (за счет связей!).

А можно ли связь выразить количественно?

Количество связей, определяемое числом возможных сочетаний между элементами, может быть найдено по формуле

$$C = n(n - 1)$$

где n — количество элементов, входящих в систему.

Если система состоит из 7 элементов, то $C = 42$. Но связи между элементами не однозначны, а многозначны и многоплановы. Если допустить, что их можно представить хотя бы в двух сочетаниях, то число состояний резко возрастет и достигнет астрономической цифры 2^{42} . Если разбирать все указанные состояния, то для принятия решения не хватит никакого времени.

Известный интерес имеет и формул академика А. Ляпунова, устанавливающая зависимость между количеством логических условий, составляющих задачу, и числом вариантов решений. Представляется правомерным элементы (обстановки) рассматривать как логические условия. При таком допущении число возможных вариантов решения будет $2^7 = 128$. Это означает, что при решении задачи с семью логическими условиями (элементами) может быть принято 128 различных решений!

1.3.3. Структура и структурное исследование

Но что же такое структура? Понятие структуры — одно из многозначных понятий. Оно, как и любое другое понятие достаточной степени общности, содержит в себе различные смысловые уровни, соответствующие до некоторой степени этапам его исторического

развития в человеческом познании. Проблема состоит в том, чтобы за этой многозначностью усмотреть единое содержание, выявить смысл, объединяющий самые различные и порой противоположные значения этого слова.

Невозможно даже перечислить все значения понятия структуры, в которых оно выступает у разных авторов. Отметим лишь те из этих значений, которые, как нам кажется, характерны для научного объяснения и которые, несмотря на их существенные различия, позволяют выявить в них общее содержание.

Часто структура понимается как рисунок, как некоторая внешняя картина явления или объекта исследования. Ясно, что картина объекта позволяет лишь так или иначе описать его, но сама по себе не дает еще его объяснения. И тем не менее в картине явления или объекта исследования, составленной по определенному принципу, с самого начала может усматриваться некоторая целостность. Структура — это устойчивая картина взаимных отношений элементов целостного объекта (Овчинников Н.Ф. Структура и симметрия // Ежегодник «Системные исследования». 1969).

Исходным элементом в анализе структуры объекта могут быть различные понятия. В частности, в истории философии таким первоначальным понятием было понятие формы, противопоставленной содержанию. Понятие формы исторически предшествует развитому понятию структуры. И тем не менее уже в этом понятии абстрактным образом выражается идея структурного исследования. С современной точки зрения можно сказать, что форма — это структура содержания. Однако такое утверждение может получить определенный смысл только тогда, когда мы знаем, что такое структура, т.е. если структура будет определена независимо от формы.

Наряду с понятием формы анализ понятия структуры объекта может начинаться, например, с понятия системы, которое в познании этой структуры выступает как первоначальное и достаточно общее понятие. Если известна система, то структура предстает как некоторый аспект системы, а именно как единство ее инвариантных свойств. В процессе исследования объект первоначально представляется как некоторая система, а затем выявляется закономерная картина устойчивых отношений элементов в заданной системе. Возможность представления любого объекта в качестве системы опирается, с одной стороны, на факт неисчерпаемого многообразия мира и любого его элемента и, с другой стороны, на свойственную человеческому познанию способность отвлекаться от всей полноты этого многообразия, ограничивать его рамками определенных практических и теоретических задач. Любой объект всегда может быть представлен в качестве системы. Точка в евклидовом пространстве — это система координат x, y, z . Атом — это определенная система элементарных частиц. Живой организм — это система органов, тканей и т.п.

Для того чтобы на первом этапе познания представить объект как систему, необходимо так или иначе расчленить объект, выявить, например, его пространственно ограниченные части или найти другие формы расчленения объекта, а затем констатировать существование отношений этих частей в целостной картине объекта. Представляя

объект как систему, мы даем предварительную картину составных частей объекта в их взаимных отношениях. Система часто определяется как некоторая совокупность отношений частей или элементов, и такое определение способствует более определенному формулированию задачи исследования, с тем чтобы в дальнейшем перейти к структурному анализу системы. При этом в зависимости от условий задачи и опираясь на предварительные данные эмпирического знания, можно представить один и тот же объект в качестве самых различных систем. Число способов системного представления объекта не имеет ограничений, как не имеет ограничений само название. Однако, изображая объект как систему, мы лишь получаем возможность подойти к структуре объекта, но еще не знаем действительной картины его структурных отношений. Дальнейший, более глубокий шаг в познании заключается в поисках закономерностей системных отношений целостного объекта.

Первоначально объект предстает как некоторая система свойств, которые характеризуют внешние отношения объекта в его целостных проявлениях. Уже здесь имеет место системное рассмотрение, хотя еще не известна структура объекта, предполагающая прежде всего внутренние отношения элементов. Переход от системы целостных свойств к структуре может быть осуществлен при условии, если найдены элементы и их устойчивые отношения, которые связаны с природой этих свойств, что и позволяет объяснить эти свойства. Этот переход от системы к структуре может быть длительным процессом, в котором элементы системного и структурного анализов переплетены и неотделимы друг от друга. Они могут быть отличимы только на уровне метатеоретической абстракции. Оставаясь на уровне системного анализа, можно осуществлять поиски элементов системы и их взаимных отношений. Уже здесь открывается возможность поиска внутренних отношений частей объекта в соответствии с теми или иными заданными условиями исследования. Задание этих условий определяется исторически сложившейся системой знания, вытекает из этой системы. Однако, поскольку речь идет о постановке проблемы, это задание не может определяться однозначным образом. Отсюда возникают множественность системного подхода, возможность рассмотрения объекта в качестве самого различного набора систем.

Важно подчеркнуть, что эта множественность не только открывает путь всестороннему анализу, но и заключает в себе возможность произвольной интерпретации объекта познания. В силу этого в научном познании часто возникает такая ситуация, когда объект как некоторая объективная целостность исчезает из рассмотрения и остается лишь предмет исследования, определяемый целиком условиями данной задачи. И хотя сама постановка задачи детерминируется закономерностями познавательной деятельности, тем не менее, поскольку такого рода закономерности, составляя предмет особой области философского знания, не исследуются в рамках данной специальной области науки, объект в его целостности и объективной данности остается вне сферы специальной области научного знания, если исследователь не переходит от системного рассмотрения к познанию структуры. Ибо структурный подход позволяет

сформулировать принципы отбора необходимых отношений среди многообразия системных рассмотрений.

Таким образом, системный подход открывает возможность свободных гипотетических построений. Структурные исследования заключают научное познание в рамки строгих закономерностей. В классическом естествознании этим двум различным типам научного исследования соответствовали метод гипотез и метод принципов. Последний получил разработку и систематическое развитие в аксиоматическом методе. Разумеется, не следует превозносить системный подход за счет структурного, как не следует и преувеличивать значение структурных исследований, пренебрегая системным рассмотрением. Структура немыслима вне системы, равно как и система в своей основе всегда структурна.

Собственно структурный анализ системы начинается с выявления определенного состава системы, с детального исследования частей, или, иначе, элементов, с открытия их неделимости в определенном отношении. Это отношение при дальнейшем анализе рассматриваемой системы предстает как структурное отношение. Понятие элемента, строго говоря, не совпадает с понятием системы. Структурный анализ идет от понятия части к понятию элемента. Выявляя первоначально части системы, исследуя ее состав, мы затем уточняем это знание состава и переходим к поискам элементов системы. Тем самым от системного рассмотрения мы начинаем переходить к структурному. Понятие части системы можно рассматривать как первоначальную ступень в процессе формирования понятия элемента структуры. Может оказаться, что часть и элемент — это один и тот же объект и их различие определяется лишь уровнем исследования. Однако, вообще говоря, в реальном научном познании открытие элементов исследуемой системы уточняет понятие части данной системы таким образом, что эти понятия оказываются совершенно различными по содержанию.

Таким образом, структура как понятие, работающее в научном познании, может рассматриваться, как мы уже отмечали, в качестве неизменной стороны системы. Выявляя структуру объекта, мы прежде всего рассматриваем объект как систему, т.е. усматриваем в нем некоторый комплекс частей. Затем выявляем элементность этих частей, и уже эта элементность частей дает первую структурную характеристику системы. Структурные отношения важны не сами по себе, но только в той связи, в какой они характеризуют устойчивость системы, выявляя тем самым еще один ее структурный инвариант. Наконец целостные свойства системы дают в некотором отношении итог исследования. Правда, рассматриваемые в предварительном плане целостные свойства, предстают как внешняя картина объекта. Однако научный анализ дает возможность понять их как результат структуры объекта. Структура, таким образом, есть устойчивое единство элементов, их отношений и целостности системы.

Выявляя в понятии структуры различные его аспекты, мы осуществляем аналитический способ рассмотрения. Расчленение объекта познания на элементы, их отношения и выявление целостных свойств объекта представляют собой характерную черту научного исследования. Однако аналитическое рассмотрение необходимо

дополнять синтетическим. Более того, наиболее ценны и действительно новые результаты достигаются на пути последующего синтеза. Аналитически расчлененное понятие структуры синтезируется на основе идеи сохранения или инвариантности в самом широком значении этого последнего термина. Эта идея служит тем объединяющим принципом, который позволяет синтезировать элементы, их отношения и целостные свойства системы в едином понятии структуры. Подобного рода синтетическое соединение различных аспектов в одном понятии на основе какого-либо единого принципа составляет характерную черту многих научных понятий.

Посредством понятия структуры принципы сохранения становятся весьма общими принципами науки. Эти принципы в силу того, что понятие структуры является весьма общим понятием, находят свое применение не только в области физики, но и во всех других областях научного исследования. Понятие структуры в качестве инвариантного аспекта системы приобретает категориальный смысл. Можно сказать, что критерием научного подхода в исследовании выступают именно принципы сохранения, Принимающие в той или иной области науки свои специфические формы. Там, где удастся найти структуру объекта, выделив те или иные инварианты, открывается возможность развитой системы законов, обладающих общностью и необходимостью в данной области исследования.

Можно сказать, что для современного естествознания типичен структурный подход. Современная наука, сохраняя методы причинного анализа, на первый план выдвигает принцип структурного объяснения, который в некотором отношении может быть понят как дальнейшее развитие принципа причинности. Принцип структурности приобретает весьма общее значение и находит свое применение в самых различных областях науки.

Поиски структурных инвариантов, или, иначе, исследование структуры природы, становятся в современной науке не менее вдохновляющей задачей, чем поиски причины явлений. Современное естествознание, прорываясь сквозь причинную сетку явлений, идет дальше к структуре и симметрии природных процессов. Макс Планк говорил, что поиски устойчивого и абсолютного в качестве альтернативы относительного и изменчивого представляются самой прекрасной задачей исследователя. Известны слова А. Эйнштейна о той загадочной гармонии природы, которая находит свое отражение в стремлении ученого к внутреннему совершенству научной теории. Это внутреннее совершенство теоретических построений науки связано с таким фундаментальным понятием всего естествознания, каким является структура.

Заканчивая этот параграф, еще раз хотим обратить внимание на следующую особенность.

Понятия «система» и «структура» отождествлять нельзя. Если под структурой следует понимать сеть взаимосвязанных элементов, качественная природа которых не учитывается, и главное внимание направлено на их связи, то под системой понимается объект в целом со всеми присущими ему внутренними и внешними связями и свойствами. Говоря о системе, мы прежде всего подчеркиваем целостный характер

материального объекта, в котором главное внимание направляется на качественную специфику элементов (Методологические проблемы современной науки / Отв. ред. В.С. Молодцов и др. М.: Изд-во МГУ, 1970). Эта специфика понятий приводит к появлению нетождественных понятий системного и структурного исследования, рассмотренных ниже.

Итак, определить систему можно, последовательно перебирая один элемент ее за другим и все их возможные пары для установления отношений между ними. Но это невозможно, если число элементов велико. Чтобы представить ТС в целом, вводят понятие структуры — частичное упорядочение элементов или отношений между ними по единому какому-либо признаку. Структура ТС есть уже не отношения элементов, а отношения их отношений, которое образует ступенчатую, иерархическую конструкцию.

Структура ТС — это дальнейшая абстракция. В зависимости от ее познания классифицируют проблемы систем. Если структура ТС известна, то задача исследователя сводится к определению значения переменных, отображающих элементы и их отношения. Если структура известна лишь частично, то проблема слабо структурирована и требует своего решения методами системного анализа (см. ниже). Знание структуры системы — это знание закона, по которому порождаются элементы системы и отношения между ними. Структуры есть устойчивое единство элементов, их отношений и целостности системы!

1.3.4. Целое (целостность)

Понятие целостности (целого) так же мало ясно по своему содержанию. Такая неясность существует вопреки тому, что сложный, целостный характер биологических и социальных объектов, психологических явлений, а также продуктов духовного производства известен издавна. В теоретической форме проблема целостности была выдвинута уже античной философией. С тех пор она в той или иной форме затрагивается каждым сколько-нибудь значительным философским направлением. Однако сама по себе констатация целостного характера определенного объекта выступает лишь как общая идея и еще не открывает путей исследования специфики этих объектов. Несмотря на многовековую историю понятия целостности, в настоящее время вряд ли можно говорить о наличии развернутой системы специальных средств, позволяющих содержательно выразить целостность как существенную характеристику определенного класса объектов. И хотя в очень многих системных исследованиях речь так или иначе идет о целостном представлении объекта, фактически понятие целостности относится при этом не столько к самой системе, сколько к способу ее исследования. В этом смысле оно выражает требование особого описания — системы в целом, отличного от описания ее элементов (неаддитивность системы), а также подчеркивание особой противопоставленности системы ее окружению (среде), противопоставленности, в основе которой лежит внутренняя активность системы.

Рассматривая категорию целостности, мы вплотную подходим к специфике системных исследований.

Специфика системного исследования определяется не усложнением методов анализа (в известном смысле эти методы могут даже подвергаться упрощению), а выдвиганием новых принципов подхода к объекту изучения, новой ориентации всего движения исследователя. В самом общем виде эта ориентация выражается в стремлении построить целостную картину объекта и характеризуется следующими положениями (Блауберг И.В. и др. Системный подход в современной науке // Проблемы методологии системного исследования. М.: Мысль, 1970).

1. При исследовании объекта как системы описание элементов не носит самодовлеющего характера, поскольку элемент описывается не как таковой, а с учетом его места в целом.

2. Один и тот же материал, субстрат, выступает в системном исследовании как обладающий одновременно разными характеристиками, параметрами, функциями и даже разными принципами строения. Одним из появлений этого является иерархичность строения систем, причем тот факт, что все уровни иерархии «выполнены» из одного материала, делает особенно трудной проблему поиска специфических механизмов взаимосвязи различных уровней (плоскостей) системного объекта. Конкретной (хотя, может быть, и не единственной) формой реализации этой взаимосвязи является управление. Именно поэтому проблема управления возникает в любом системном исследовании.

3. Исследование системы оказывается, как правило, неотделимым от исследования условий ее существования.

4. Специфической для системного подхода является проблема порождения свойств целого из свойств элементов и, наоборот, порождения свойств элементов из характеристик целого.

5. Как правило, в системном исследовании оказываются недостаточными чисто причинные (в узком смысле этого слова) объяснения функционирования и развития объекта; в частности, для большого класса систем характерна целесообразность как неотъемлемая часть их поведения, а целесообразное поведение не всегда может быть уложено в рамки причинно-следственной схемы.

6. Источник преобразований системы или ее функции лежит обычно в самой системе, поскольку это связано с целесообразным характером поведения систем, существеннейшая черта целого ряда системных объектов состоит в том, что они являются не просто системами, а самоорганизующимися системами. С этим тесно связана и другая особенность, присущая многим системным исследованиям: в этих исследованиях нередко приходится допускать наличие у системы (или ее элементов) некоторого множества индивидуальных характеристик и степеней свободы.

Все эти моменты в той или иной мере стали предметом методологического осознания еще в науке XIX в. С одной стороны, была подвергнута систематической критике ограниченность принципов механистического мировоззрения, исповедовавшихся «классической» наукой. С другой стороны, началась конструктивная

работа по созданию нового методологического инструментария научного познания. Обе эти линии оказались органически соединенными в концепции марксизма, которая благодаря этому сумела предвосхитить многие течения научной мысли, получившие оформление уже в XX в.

Сегодня понятие целого относится не столько к самой системе, сколько к способу ее исследования. В связи с необходимостью подготовки целостных личностей в высшей школе процитируем самого известного профессора Великобритании по бизнесу Э. Фергюссона (Путь к себе. 1993. № 8, 9).

«Мерой успеха жизни любого человека являются не деньги, а обучение и развитие. Материальные ценности, которыми мы обладаем, не говорят о нашем развитии, о том, насколько нам удалось реализовать свой потенциал и чему удалось научиться. Успех заключается в целостности: в признании и оценке того, что у нас есть, с одной стороны, и постоянном продолжении исследования и развития различных сторон своего Я — с другой. Единственное, что имеет значение в человеческой жизни, — это отношения.

Мы должны работать для того, чтобы жить, а не жить для того, чтобы работать. Бизнес или другая деятельность должны служить прежде всего развитию человека, а не зарабатыванию денег. Не важно, какую материальную отдачу человек получает от своей работы, важно, чтобы он максимально самореализовывался в том, чем он занимается...»

Если человек стремится к целостности, к саморазвитию, к постоянному изучению различных сторон своего Я, у него не будет ни времени, ни энергии для того, чтобы «работать тяжело» или перерабатывать. Целостность подразумевает системно эффективное действие, а не долгие часы, проведенные за работой. В умении выбирать одно маленькое действие, которое приведет к максимальным результатам, и заключается один из важнейших секретов успеха в любом виде деятельности!

Жить целостной жизнью — значит быть самим собой во всем. Это значит — полностью соответствовать своему внутреннему Я и не ограничивать свободу его проявления. Большинство людей в своей жизни ориентируются не на свой внутренний, а на внешний мир. Они как бы всю жизнь пытаются приспособиться к тому, что не соответствует их истинной природе, и живут в мире несостоявшихся надежд и иллюзий.

Люди, живущие целостной жизнью, руководствуются ориентиром на внутренний мир, они более серьезно относятся к своим чувствам, чем к работе, для них важна духовность, работа значима для них как возможность развития и источник удовольствия. Такая целостная модель является символом осознанного, а потому и более изобильного существования.

Итак, целостная работа — это то, что развивает нас. Именно на такой работе мы можем учиться и расти. Если работа не является для Вас источником саморазвития, бросьте ее! Жизнь дана для того, чтобы жить».

И в завершении параграфа напомним слова Сенеки: Деньгами надо управлять (системно. — В. С.), а не служить им!»

1.3.5. Элемент

Понятие элемента обычно представляется интуитивно ясным. Однако надо иметь в виду, что для каждой данной системы это понятие не является абсолютным, однозначно определенным, поскольку исследуемая система может расчлениться существенно различными способами, и говорить об элементе можно лишь применительно к определенному из этих способов: другое расчленение может быть связано с выделением другого образования в качестве исходного элемента. При заданном способе расчленения под элементом понимается такой минимальный компонент системы, совокупность которых складывается прямо или опосредованно в систему. Поскольку элемент выступает как своеобразный предел возможного членения объекта, собственное его строение (или состав) обычно не принимается и во внимание в характеристике системы: составляющие элементы уже не рассматриваются как компоненты данной системы. Можно утверждать, что в общем случае элемент не может быть описан вне его функциональных характеристик: с точки зрения системы важно в первую очередь не то, каков субстрат элемента, а то, что делается, Чему служит элемент в рамках целого. В системе, представляющей органичное целое, элемент и определяется прежде всего по его функции как минимальная единица, способная к относительно самостоятельному осуществлению определенной функции. С такой функциональной характеристикой связано представление об активности, самодействии элемента в системе, причем эта активность обычно рассматривается как одна из решающих его характеристик.

1.3.6. Системный подход (СП)

Каждый исследователь вкладывает в «системный подход» свое содержание. Единственное, в чем сходятся все — это признание сложности в качестве существенной характеристики системных объектов, но сама сложность раскрывается опять-таки по-разному. В результате системный подход толкуется столь широко и неопределенно, что его специфика в смысл процесса, как правило, четко не выявляется.

Рассмотрим некоторые трактовки.

СП — это интеграция, синтез рассмотрение различных сторон явления, объекта (А. Холл).

СП — адекватное средство исследования и разработки не любых объектов, произвольно называемых системами, а лишь таких, которые представляют собой органичные целые (С. Оптнер).

СП — выражение процедур представления объектов как систем и способов их разработки (В. Садовский).

СП — это широкие возможности для получения самых разнообразных оценок и суждений и предполагает поиски самых разнообразных вариантов выполнения той или иной работы с дальнейшим выбором оптимального (Д. Бурчфилд).

СП прямо противоположен расчленению сложной задачи на части. Напротив, сознательно расширяется и усложняется задача, пока все существенные взаимосвязи не вводятся в рассмотрение (Ю. Черняк).

Иными словами, СП сводится к охвату всей сферы познания, находящейся в ведении профессионала, а не к сосредоточению внимания на некотором частном участке, входящем в эту сферу. Поэтому в нем нет ничего таинственного, сложного или совсем нового. СП — это методологическое направление в науке, поэтому более детально это понятие может быть раскрыто через исследование методологии науки (см. ниже) или термина «подход».

Известно, что подход к решению проблем управления — это способ обоснования методологии решения, первый шаг к решению проблемы (Управление социалистическим производством: организация, экономика: Словарь / Под ред. О.В. Козловой. М: Экономика, 1983). Классифицируя подходы по разным признакам, их можно разделить на народнохозяйственный и межотраслевой, системный, комплексный и аспектный, ведомственный, межведомственный, функциональный и территориальный, глобальный и локальный, практический и теоретический и т.д. Следует учитывать и общие требования к подходам решения проблем управления в переходный период, обусловленные действием его законов. Среди них наиболее важными являются требования системности, диалектичности, историчности, конструктивности, учет которых осуществляется в научном подходе. Здесь наряду с системным подходом определенный интерес представляет программно-целевой метод — разработка и выполнение перспективных задач, направленных на достижение определенной цели независимо от ведомственных рамок (Управление народным хозяйством: Словарь / Под ред. Р.А. Белоусова; Сост. Н.И. Иванова. М.: Политиздат, 1983). Он состоит в последовательной реализации комплекса технических, организационных и экономических мероприятий — от установления конкретных целей (например, повышения качества продукции и услуг) и до обоснования и выполнения в плановые сроки намеченных мероприятий. Программно-целевой подход позволяет объединить усилия разных участников общественного производства, направить их усилия на достижение конкретных целей, увязать с соответствующими ресурсами, учесть важнейшие взаимосвязи, которые при обычных подходах нередко теряются или учитываются не полностью.

Программа — это комплекс мероприятий, намеченный к планомерному осуществлению, направленный на достижение единой цели, приуроченный к определенным срокам и обеспеченный необходимыми ресурсами (Словарь / Под ред. О.В. Козловой). Наибольший эффект достигается при реализации крупномасштабных комплексных народнохозяйственных программ, направленных на приоритетное решение широкого круга взаимосвязанных важнейших проблем, определяющих развитие общественного производства. Объединить усилия разных отраслей и регионов призваны специальные целевые комплексные программы (продовольственные, энергетические и др.).

Сжатое изложение сущности подхода представлено в табл. 1.10.

Таблица 1.10

Подходы к решению проблем управления

Основные характеристики подходов	Раскрытие характеристики
Определение	Способ обоснования методологии решения, 1-й шаг к решению проблемы (Управление социалистическим производством: организация, экономика. Словарь / Под ред. О.В. Козловой. М.: Экономика, 1983/336 с.).
Классификация подходов	Народнохозяйственный и межотраслевой; системный, комплексный и аспектный; ведомственный, межведомственный, функциональный, территориальный; глобальный и локальный; практический и теоретический; и т.д.
Общие требования к подходам, обусловленные законами производства	Беспартийность, системность, диалектичность, историчность, конструктивность
Программно-целевой метод (подход)	Разработки и выполнение перспективных задач, направленных на достижение определенной цели независимо от ведомственных рамок (Управление народным хозяйством. Словарь / Под ред. Р.А. Белоусова; Сост. Н.И. Иванова. М.: Политиздат, 1983,207 с.)
Содержание ПЦМ	Последовательная реализация комплекса технических, организационных и экономических мероприятий — от установления конкретных целей до обоснования и выполнения в плановые сроки намеченных мероприятий. ПЦМ позволяет объединить усилия разных участников общественного производства, увязать их с соответствующими ресурсами, учесть важнейшие взаимосвязи, которые при обычном подходе нередко теряются или учитываются не полностью
Программа	Комплекс мероприятий, намеченный к планомерному осуществлению, направленный на достижение единой цели, приуроченной к определенным срокам и обеспеченный необходимыми ресурсами (Управление социалистическим производством: организация, экономика. Словарь / Под ред. О.В. Козловой. М.: Экономика, 1983.336 с.)
Цели	Изложение основных задач, методологических предпосылок и гипотез исследования с указанием правил процедур и логической последовательности операций по проверке гипотез (Ядов В.А. Методология и процедуры социологических исследований. Тарту: Изд-во Тарт. ун-та, 1968)
Состав идеальной программы	1. Методологический раздел (методологические предпосылки): определение объекта и предмета исследования на основе формулировки проблемы; изложение задач исследования; интерпретация основных гипотез; предварительный анализ ПИ в целом; выдвижение гипотез. 2. Процедурный раздел (общая стратегия поиска): определение стратегического плана исследования; разработка методов и техники сбора первичных данных; набросок основных процедур анализа данных согласно гипотезе
Рабочий план	Упорядочение основных этапов работы в соответствии с программой и с указанием календарных сроков, материальных и людских затрат, необходимых для достижения конечной цели исследования
Основные этапы рабочего плана	Проба методов и техники (приемов) сбора информации; массовый сбор данных; подготовка первичной информации для обработки; обработка данных; анализ данных; изложение результатов; принятие решений

Как уже было отмечено, в теории и научной практике наряду с понятием «системный подход» широко используется и другое — «комплексный подход». Часто встречается словосочетание «комплексный, системный подход». Понятия «системность» и «комплексность» употребляются как синонимы, хотя между ними есть различия. Например, отмечается, что понятие «системность» характеризует целенаправленность, упорядоченность, организованность, тогда как понятие «комплексность» отражает взаимосвязанность, взаимообусловленность, разносторонность, широту исследовательского охвата проблемы (Райзберг Б.А, Голубков Е.П., Пекарский Л.С. Системный подход в перспективном планировании. М.: Экономика, 1975. С. 271). Развивая этот тезис, авторы утверждают, что понятие «системность» объемнее «комплексности». Если как свойство системность в одинаковой мере охватывает связи внутри одного уровня (горизонтальные) и между разными уровнями (вертикальные), то комплексность, понимаемая как требование учитывать взаимосвязанные факторы, влияющие на проблему (систему), охватывает преимущественно связи одного или смежных уровней иерархической структуры данной системы.

Итак, существует два мнения по этому вопросу. Попробуем разобраться в нем (Спицнадель В.Н. Комплексный и системный подходы: соотношения и взаимосвязь // Комплексный подход к научному поиску: проблемы и перспективы: Тез. докл. Всесоюз. симп. Свердловск: Урал. науч. центр АН СССР, 1979. С. 103—106), взяв за основу нормативную документацию и логические рассуждения.

Во-первых, можно утверждать, что комплексный подход является частным случаем системного, так как при его использовании могут учитываться всего лишь несколько факторов или свойств из множества возможных. В подтверждение этого, используя аналогию, сошлемся на формулу для коэффициента готовности, который является комплексным (ГОСТ 27002—83), так как учитывает два свойства изделия — безотказность и ремонтпригодность. Но современные ТС должны удовлетворять по меньшей мере сотне различных, нередко противоречивых, требований — простоте конструкции, дешевизне ее изготовления производстве, эстетичности, эргономичности, надежности, удобству в изготовлении и эксплуатации и т.д. Игнорирование хотя бы одного требования, возможно, упрощает и ускоряет решение, но затем может привести (и уже приводит!) к таким просчетам, которые будет уже нелегко исправить в будущем.

Следовательно, при оценке ТС мы обязаны ориентироваться на методы принятия решений, основанные на всестороннем анализе и синтезе систем. Это означает, что нельзя останавливаться на анализе отдельных свойств систем. Необходим научный синтез вещественно-энергетических свойств, особенностей структуры и функционирования ТС. Такова объективная основа полной (системной) оценки ТС, включающей техническую, экономическую, экологическую, социальную компоненты оценки. Одновременно — и реализация применительно к задаче исследования диалектического метода: «Чтобы действительно знать предмет, надо охватить, изучить все его стороны, все связи и «опосредствования» (Ленин В.И. Еще раз о профсоюзах, о

текущем моменте и об ошибках т. т. Троцкого и Бухарина // Полн. собр. соч. Т. 42. С. 264—304).

Во-вторых, наука должна изучаться с разных сторон многими дисциплинами с различными экономическими, социальными, экологическими и другими факторами. Но задача состоит не в том, чтобы остановиться на этих факторах в познании развития науки как цельного явления и как части общественно-исторического процесса. Для этого необходимо учесть и степень влияния каждого фактора и конкретных условиях, и взаимосвязь их как друг с другом, так и с собственным развитием и применением научного знания. Но чтобы так исследовать науку, надо поднять на новый, более высокий уровень взаимодействия между дисциплинами, ее изучающими, утвердить ту органическую комплексность, о которой мы говорили выше. Речь идет уже о системном подходе.

Соотношение системного (СП) и комплексного подходов (КП) можно анализировать по разным основаниям — по происхождению, уровню развития, нацеленности изучения тех или иных объектов, месту и роли в науке, что является сложной и самостоятельной задачей. Поэтому мы ограничимся сравнительным обсуждением в самом общем виде, но важным для исследования проблем оценки.

Развитие КП происходит в рамках знаний многих наук, выступающих обособленно. Представители каждой из них видят свою науку базовой. Причем развитие осуществляется на уровне уже существующих знаний каждой дисциплины с последующим суммированием. Развитие же СП исходит в рамках одной науки — системологии (теоретической дисциплины, рассматриваемой методологические проблемы и знаковые модели сложных систем). Она носит общетеоретический характер и отражает интеграционные процессы между элементами разных наук, пронизывающих системную логику как единое целое. Причем развитие осуществляется на уровне новых (синтезирующих) знаний, носящих системообразующий характер (установление различных связей, принципов, законов, закономерностей).

Так как КП включает ряд методов эмпирического порядка, не имеющих своих принципов, то он отражает организационно-методический подход в исследовании, проектировании, производстве... Подход системный чисто методологический, всесторонний, характеризует более высокий теоретический уровень, частью которого является КП. Поэтому СП более полный, правильный, ближе к природе ТС, объективный, в отличие от КП как субъективного, приближенного. Характерным подтверждением этого положения является комплексная система управления качеством продукции. В их основе лежит комплекс стандартов противоречивых, неупорядоченных, непоследовательных.

Сделав научную (косвенную) экспертизу ранних комплексных оценочных исследований, легко убедиться в том, что их основными атрибутами являются понятия базового варианта, нормативов, экспертизы, суммирования, отношения. А где же научные принципы комплексного подхода? Когда нет системы, говорят о КП — объединении опытных данных. Но как оно происходит — неизвестно. В лучшем случае — через сумму. И не случайно в государственных и

отраслевых стандартах критерий качества, технологичность конструкции и пр. представлены только как аддитивные критерии.

СП — это то, на чем создается объект, это почва, где вырастает объект (собственно разработка). Объект всегда многогранен, всесторонен, требует всестороннего подхода. Нужны специалисты разных профилей. Они вырабатывают стратегию, т. е. КП — предтечу СП. Так как всесторонность тоже входит в СП, то их надо различать. В КП она входит как частное требование, в СП — как методологический принцип. Если КП вырабатывает стратегию и тактику, то СП — методологию и методы. Происходит взаимное обогащение КП и СП. СП не приносит хаоса, волюнтаризма, административности. Для него характерна строгость, которой нет у КП. СП имеет дело с объектами как системами, состоящими из закономерно структуризованных функционально организованных элементов. Если СП применяется только для системных объектов, то КП — не обязательно для таковых. Объект может быть целостным, но не системным, ибо не обладает структурой.

Сходства и различия комплексного и системного подходов представлены в табл. 1.11.

Таблица 1.11

Комплексный и системный подходы: сходства и различия

Характеристика подхода	Комплексный подход	Системный подход
Фондирование	На фоне междисциплинарного движения как своеобразие их проявления	
Целевая установка	На синтезирующее отображение объективной реальности	
Механизм реализации установки	Стремление к синтезу на базе различных дисциплин (с последующим, как правило, суммированием полученных результатов)	Стремление к синтезу в рамках одной научной дисциплины на уровне новых знаний, носящих системообразующий характер (установление связей, принципов, законов)
Объект исследования	Любые явления, процессы, состояния, суммативные системы	Только системные объекты, т. е. целостные системы, состоящие из закономерно структуризованных и функционально законченных элементов
Метод	Междисциплинарный — учитывает два или более показателей, влияющих на эффективность	Системный — в пространстве и времени учитывает все показатели, влияющие на эффективность
Понятийный аппарат	Базовый вариант, нормативы, экспертиза, суммирование, отношения для выражения критерия	Тенденции развития, аналитические зависимости, отличные от отношений, проверка критерия, выбор оптимальной формы
Принципы	Отсутствуют	Основополагающие: системный, иерархии, интеграции, формализации
Теория и практика	Теория отсутствует, а практика неэффективна	Системология — теория систем. системотехника — практика, СА — методология

Общая характеристика	Организационно-методический (внешний) приближенный, разносторонний, взаимосвязанный, взаимообусловленный, предтеча СП	Методологический (внутренний), ближе к природе объекта, целенаправленность, упорядоченность, организованность, как развитие КП на пути к теории и методологии ОИ
Характерные особенности	Широта охвата проблемы при детерминированности требований	Широта охвата проблемы, но в условиях риска и неопределенности
Развитие	В рамках существующих знаний многих наук, выступающих обособленно	В рамках одной науки (системологии) на уровне новых знаний, носящих системообразующий характер (становление связей, принципов, законов)
Результат	Экономический эффект	Системный эффект (авторские материалы)
Подготовка кадров	Есть	Нет (имелись три «специальности» из 900)
Примеры реализации	КСУКП, технико-экономическое обоснование, комплексная оценка мероприятий НТП, закон прибыли как цель современной технологии и пр.	План ГОЭЛРО, космические системы акад. С. П. Королева, системная оценка по ПЖЦ, закон всесторонней пользы, правильное соблюдение принципов экологии и безопасности для здоровья условий труда, новое понимание богатства общества как цели современной технологии, МС ИСО серии 9000 и пр.
Стандартность решения	Есть	Нет

Разграничение понятий системности и комплексности методологически правомерно, ибо экономическая эффективность, соответствующая комплексному подходу, учитывает лишь факторы, поддающиеся сегодня стоимостной оценке. Но прибыль как критерий вряд ли годится для оценки жизненных потребностей человека. Нужно новое понимание богатства общества, выраженное не только в денежной форме. И это находит свое отражение в понятии системной эффективности, генерированном системным подходом.

1.3.7. Системный анализ

Посмотрим, какой смысл в системный анализ вкладывают его авторы, как они объясняют это понятие (США: современные методы управления / Отв. ред. Б.З. Мильнер. М.: Наука, 1971).

Понятие «системный» используется потому, что исследование такого рода в своей основе строится на использовании категории системы.

С одной стороны, системой называется та физическая реальность, по отношению к которой необходимо принять решения (любые естественные и искусственные объекты).

С другой стороны, в процессе системного анализа создается абстрактная и концептуальная система, описываемая с помощью символов или других средств, которая представляет собой определенное структурно-логическое устройство, цель которого — служить инструментом для понимания, описания и возможно более полной

оптимизации поведения связей и отношений элементов реальной физической системы. Такого рода абстрактной системой может быть математическая, машинная или словесная модель или система моделей и т.д. В физической и соответствующей ей абстрактной системах должно быть установлено взаимоднозначное соотношение между элементами и их связями. В этом случае оказывается возможным, не прибегая к экспериментам на реальных физических системах, оценить различного рода рабочие гипотезы относительно целесообразности тех или иных действий, пользуясь соответствующей абстрактной системой, и выработать наиболее предпочтительное решение.

Термин «анализ» используется для характеристики самой процедуры проведения исследования, которая состоит в том, чтобы разбить проблему в целом на ее составляющие части, более доступные для решения, использовать наиболее подходящие специальные методы для решения отдельных подпроблем и, наконец, объединить частные решения так, чтобы было построено общее решение проблемы. Очевидно, что наиболее эффективно анализ может быть произведен лишь на основе системного подхода, который предусматривает не только органическое сочетание аналитического расчленения проблем на части и исследования связей и отношений между этими частями, но также делает особое ударение на рассмотрение целей и задач, общих для всех частей, и в соответствии с этим осуществляется синтез общего решения из частных решений. По сути дела, в системном анализе методы анализа и синтеза взаимно переплетаются, при осуществлении аналитической процедуры постоянно обращается внимание на способы объединения отдельных результатов в единое целое и влияние каждого из элементов на другие элементы системы.

Сегодня «системный анализ» в целом толкуется столь широко и неопределенно, что практически не может быть реализован в конкретных исследованиях. И видимо, не случайно, что сегодня еще нет возможности подобрать сквозной пример достаточно крупного завершеного системного исследования. Попытаемся разобраться в этом понятии.

Касаясь различных точек зрения на термин «системный анализ», специалисты выделяют два различных подхода.

Сторонники первого из них делают ударение на математику, т.е. на описание сложной системы с помощью формальных средств (блочных диаграмм, сетей, математических уравнений). На основе такого рода формального описания часто ставится математическая задача на отыскание оптимального проекта системы или наилучшего режима ее функционирования, т. е. нахождения максимума (или минимума) целевой функции системы (например, максимума прибыли, максимума числа выведенных из строя военных объектов, минимума времени выполнения операций, максимума надежности и т.п.) при заданных ограничениях на значения управляемых переменных.

Следует особо подчеркнуть, что составление блок-схем, характеризующих взаимосвязь и последовательность выполняемых операций, — это стадия, предшествующая любым расчетам на ЭВМ. Поэтому во многих случаях системным анализом стали называть

любую работу такого рода, выполняемую специалистами, непосредственно занятыми обслуживанием ЭВМ.

Другой подход, который соответствует точке зрения «РЭНД-корпорейшн», во главу угла ставит логику системного анализа. В этом случае подчеркивается неразрывная связь системного анализа с принятием решения, и означающим выбор определенного образа или курса действий среди нескольких возможных альтернатив. Здесь системный анализ рассматривается прежде всего как методология уяснения и упорядочивания или так называемой структуризации проблемы, которую предстоит решить с применением или без применения математики и ЭВМ. При этом в понятие «структуризации» вкладывается как пояснение реальных целей самой системы, альтернативных путей достижения этих целей и взаимосвязей между компонентами в процессе реализации каждой альтернативы, так и достижение углубленного понимания внешних условий, в которых возникла проблема, а отсюда ограничений и последствий того или иного курса действий. Логический системный анализ в той или иной степени дополняется математическими, статистическими и логическими методами, однако как сфера его применения, так и методология значительно отличаются от предмета и методологии формально-математических системных исследований.

Сначала системный анализ базировался главным образом на применении сложных математических приемов. Спустя некоторое время ученые пришли к выводу, что математика неэффективна при анализе широких проблем со множеством неопределенностей, которые характерны для исследования и разработки техники как единого целого. Об этом говорят многие ведущие специалисты-системщики. Поэтому стала выработываться концепция такого системного анализа, в котором делается упор преимущественно на разработку новых по своему существу диалектических принципов научного мышления, логического анализа сложных объектов с учетом их взаимосвязей и противоречивых тенденций. При таком подходе на первый план выдвигаются уже не математические методы, а сама логика системного анализа, упорядочение процедуры принятия решений. И видимо, не случайно, что в последнее время под системным подходом зачастую понимается некоторая совокупность системных принципов.

Такому подходу, которого прежде всего будем придерживаться и мы, соответствует следующее наше определение.

Системный анализ — это взаимосвязанное логико-математическое и комплексное рассмотрение всех вопросов, относящихся не только к замыслу, разработке, производству, эксплуатации и последующей ликвидации современных ТС, но и к методам руководства всеми этими этапами с учетом социальных, политических, стратегических, психологических, правовых, географических, демографических, военных и других аспектов.

Подчеркнем, что сущность системного анализа заключается не в математических методах и процедурах: его рекомендации далеко не обязательно вытекают из вычислений. Самым существенным является то, что систематически на всех этапах жизненного цикла любой ТС осуществляется сопоставление альтернатив, по возможности в

количественной форме, на основе логической последовательности шагов, которые могут быть воспроизведены и проверены другими. Системный анализ позволяет неизмеримо глубже и лучше осмыслить сущность ТС, их структуру, организацию, задачи, закономерности развития, оптимальные пути и методы управления. Системный анализ обостряет интуицию руководителя и этим расширяет основу для его суждений, помогая таким образом выработать лучшее решение.

Чем же отличается системный анализ от других методов?

Основные отличия его от других более или менее формализованных подходов при обосновании управленческих решений сводятся к следующему:

рассматриваются все теоретические возможные альтернативные методы и средства достижения целей по жизненному циклу ТС (исследовательские, конструктивные, технологические, эксплуатационные и пр.), правильная комбинация и сочетание этих различных методов и средств;

— альтернативы ТС оцениваются обязательно с позиции длительной перспективы (особенно для систем, имеющих стратегическое назначение);

— отсутствуют стандартные решения;

— четко излагаются различные взгляды при решении одной и той же проблемы;

— применяются к проблемам, для которых не полностью определены требования стоимости или времени;

— признается принципиальное значение организационных и субъективных факторов в процессе принятия решений, и в соответствии с этим разрабатываются процедуры широкого использования качественных суждений в анализе и согласовании различных точек зрения;

— особое внимание уделяется факторам риска и неопределенности, их учету и оценке при выборе наиболее оптимальных решений среди возможных вариантов.

Повышенное внимание системотехников к факторам риска и неопределенности непосредственно вытекает из распространения системного анализа на перспективные проблемы. Если риск понимается как потенциальная изменчивость объективных характеристик анализируемых ТС, то неопределенность выражает отсутствие субъективных знаний о том, в какой форме проявятся эти явления.

Тенденция к системному анализу крупных проблем появляется только тогда, когда их масштаб возрастает до такой степени, что решения становятся сложными, трудоемкими и дорогостоящими. При обосновании таких решений, которые становятся предметом системного анализа, все большее значение приобретают факторы, рассчитанные вперед на 10—15-летний период. К факторам такого рода относятся прежде всего огромный рост капиталовложений на осуществление крупных программ, охватывающих длительный период, и все большая зависимость этих программ от результатов научных исследований и технических разработок.

Другой важной причиной необходимости учета длительной перспективы является стратегический характер самих целей, которые ставятся перед системным анализом и которые определяют политику правительства (или организации) на длительный период.

Важно отметить, что чем более общие и важные проблемы возникают перед руководителями различных уровней, тем больше возрастает значение системного анализа для их решения.

Где можно и нужно применять системный анализ?

Его применение определяется типом проблем, которые мы и рассмотрим.

Все проблемы в зависимости от глубины их познания подразделяются на три класса:

а) хорошо структурированные или количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выяснены настолько хорошо, что они могут быть выражены в числах и символах, получающих в конце концов численные оценки;

б) неструктурированные или качественно выраженные проблемы, содержащие лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны;

в) слабо структурированные или смешанные проблемы, которые содержат как качественные, так и количественные элементы, причем качественные малоизвестные и неопределенные стороны проблемы имеют тенденцию доминировать.

Для решения *хорошо структурированных проблем* используется методология исследования операций (ИО). Она состоит в применении математических моделей и методов {линейного, нелинейного, динамического программирования, теории массового обслуживания, теории игр и т.д.) для отыскания оптимальной стратегии управления целенаправленными действиями. Основная проблема применения методов исследования операций состоит в том, чтобы правильно подобрать типовую или разработать новую математическую модель, собрать необходимые исходные данные и убедиться путем анализа исходных предпосылок и результатов математического расчета, что эта модель отражает существо решаемой задачи.

В *неструктурированных проблемах* традиционным является эвристический метод, который состоит в том, что опытный специалист собирает максимум различных сведений о решаемой проблеме, вживается в нее и на основе интуиции и суждений вносит предложения о целесообразных мероприятиях.

При таком подходе отсутствует какая-либо упорядоченная логическая процедура отыскания решения, и специалист, выдвигающий определенные предложения, не может сколько-нибудь четко изложить способ, на основе которого он от совокупности разрозненных исходных сведений пришел к окончательным рекомендациям. При решении проблемы такой специалист полагается на имеющийся собственный опыт, на опыт своих коллег, на профессиональную подготовленность, на изучение аналогичных проблем методом ситуаций, но не на четко сформулированную методику.

К слабо структурированным проблемам, для решения которых предназначен системный анализ, относится большинство наиболее важных экономических, технических, политических и военно-стратегических задач крупного масштаба.

Типичными проблемами такого рода являются те, которые:

- а) намечены для решения в будущем;
- б) сталкиваются с широким набором альтернатив;
- в) зависят от текущей неполноты технологических достижений;
- г) требуют больших вложений капитала и содержат элементы риска;
- д) внутренне сложны вследствие комбинирования ресурсов, необходимых для их решения;
- е) для которых не полностью определены требования стоимости или времени.

При осуществлении системного анализа в процесс структуризации проблемы некоторые ее элементы-подзадачи получают количественное выражение, и отношения между всеми элементами становятся все более определенными. Исходя из этого, в отличие от применения методов ИО, при использовании системного анализа совсем не обязательна первоначальная четкая и исчерпывающая постановка проблемы, эта четкость должна достигаться в процессе самого анализа и рассматривается как одна из его главных целей. Задачи методов ИО могут быть поставлены в количественной форме и решены на ЭВМ. В противовес этому стратегические проблемы, состоящие в выработке долгосрочной политики, в области производства, как правило, не могут быть сформулированы как задачи ИО. Проблемы такого рода являются предметом системного анализа. Стратегические задачи не являются легко квалифицируемыми (т.е. выражаемыми количественно) по причине отсутствия однозначного критерия оптимальности для фирмы в целом и требуют при выработке решений привлечения субъективных суждений опытных руководителей и экспертов.

Подведем некоторые итоги по сути системного анализа.

1. Системный анализ связан с принятием оптимального решения из многих возможных альтернатив.

2. Каждая альтернатива оценивается с позиции длительной перспективы.

3. СА рассматривается как методология углубленного уяснения (понимания) и упорядочения (структуризации) проблемы.

4. В СА упор направлен на разработку новых принципов научного мышления, учитывающих взаимосвязь целого и противоречивые тенденции. Более конкретно — систематически на всех этапах жизненного цикла любой ТС осуществляется сопоставление альтернатив, по возможности в количественной форме, на основе логической последовательности шагов.

5. Обостряется интуиция специалистов.

6. Применяется в первую очередь для решения стратегических проблем.

Итак, СА — это совокупность методов и средств выработки, принятия и обоснования решений (при исследовании, создании и управлении ТС, в частности).

В чем заключаются новизна системного анализа, его основные преимущества и недостатки?

Новизна системного анализа заключается в том, что он рассматривает проблему в целом, с постоянным ударением на ясность анализа, на количественные методы и на выявление неопределенности. Новыми также являются схемы или модели, где связи не могут быть адекватно выражены с помощью математической модели.

Достоинство системного анализа состоит в том, что он позволяет систематически и эффективно сочетать суждения и интуицию экспертов в соответствующих областях.

Системный анализ должен рассматриваться не как противопоставление субъективным суждениям, а как структурная основа, которая обеспечивает использование суждений экспертов в разных областях для получения результатов, превосходящих любые индивидуальные суждения. Это его цель, и возможность этого он обеспечивает.

Но субъективность суждений, неточность знаний, интуитивность оценок и неопределенность сведений о природе и о действиях других людей приводят к тому, что на базе исследования можно добиться не больше, чем оценки некоторого преимущества выбора одной альтернативы по сравнению с другой.

Системный анализ имеет и ограничения, как и другие способы исследования. Например, чистая интуиция. При использовании чистой интуиции в противоположность интуиции, применяемой в системном анализе, не предпринимается никаких усилий, чтобы выявить структуру проблемы или установить причинно-следственные связи получить решения. Интуитивный процесс состоит в том, чтобы узнать все, что можно, о проблеме, вжиться в нее подсознательно найти решение (Новое в теории и практике управления производством США / Под ред. Б. Мильнера. М.: Прогресс, 1971).

Ограниченность системного анализа обусловлена:

- неизбежной неполнотой анализа;
- приближенностью меры эффективности;
- отсутствием способов точного предсказания будущего.

Некоторые факторы социально-политического характера должны играть важную роль при разработке и выборе альтернатив. Однако в настоящее время не существует даже приближенных способов измерить эти факторы, и приходится их учитывать интуитивно.

Чрезвычайно важно заострить на неизмеряемых факторах внимание ответственного руководителя, который принимает решения.

Недостатки системного анализа заключаются в следующем. Многие факторы, имеющие фундаментальное значение, не поддаются количественной обработке и могут быть упущены из рассмотрения или умышленно оставлены для последующего рассмотрения, а потом забыты. Иногда им может придаваться неправильный вес в самом анализе либо в решении, основанном на таком анализе.

Другая причина в том, что исследование может внешне выглядеть до такой степени научным и количественно точным, что ему может быть приписана совершенно неоправданная обоснованность, несмотря на то что она включает много субъективных суждений. Другими словами, мы можем быть так очарованы привлекательностью и точностью чисел, что просмотрим упрощения, сделанные для достижения этой точности, упустим анализ качественных факторов и преувеличим важность абстрактных вычислений в процессе решения. Но без анализа мы сталкиваемся с еще большей опасностью упущения улучшений тех или иных соображений и неправильного «взвешивания» отдельных факторов.

Еще одним недостатком системного анализа является то, что он находится на начальной стадии своего развития, его методологию еще никак нельзя назвать устоявшейся, а практическая применимость и эффективность во многом зависят от совершенства экономических, математических, логических методов и уровня конкретных знаний о сложнейших общественно-политических и социально-экономических процессах, от возможностей получения соответствующей информации о них.

Даже при четкой логическо-структурной основе исследования и применении формальных методов оценки альтернатив и поиска наилучших решений огромную роль на всех его стадиях продолжают играть субъективные суждения и интуиция экспертов и лиц, ответственных за принятие решений. Поэтому системный анализ практически никогда полностью не достигает таких стандартов научного исследования, как объективность, точность и воспроизводимость результатов.

В чем заключается основное значение системного анализа?

В качестве основного и наиболее ценного результата системного анализа признается не количественное определенное решение проблемы, а увеличение степени ее понимания и возможных путей решения у специалистов и экспертов, участвующих в исследовании проблемы, и, что особенно важно, у ответственных лиц, которым предоставляется набор хорошо проработанных и оцененных альтернатив.

Полезность новых методов анализа и управления и в первую очередь системного анализа состоит в следующем:

1) в большем понимании и проникновении в суть проблемы: практические усилия выявить взаимосвязи и количественные ценности помогут обнаружить скрытые точки зрения за теми или иными решениями;

2) в большей точности: более четкое формулирование целей, задач... снизит, хотя и не устранил, неизбежно неясные стороны многоплановых целей;

3) в большей сравнимости: анализ (политика) может быть осуществлен таким образом, что планы для одной страны или района могут быть с пользой увязаны и сравнены с планами и политикой в отношении других районов; при этом можно выявить общие элементы;

4) в большей полезности, эффективности: разработка новых методов должна привести к распределению денежных ресурсов... более

упорядоченным образом и должна оказать помощь в проверке ценности интуитивных суждений.

Значение методов системного анализа проиллюстрируем на одном примере. Но сначала вспомним, что основными задачами системного анализа являются определение всего набора альтернатив решения проблемы и их сравнение с точки зрения затрат и эффективности при достижении определенной цели. Всякая сложная проблема включает множество различных факторов, которые не могут быть охвачены одной дисциплиной. Поэтому целесообразно создавать междисциплинарные группы специалистов, имеющих знания и квалификацию в различных областях. При этом более важным является и то, что проблема выглядит по-разному в глазах экономиста, биолога, инженера и пр. и различные подходы, свойственные им, могут лучше способствовать отысканию решений.

Возникает необходимость рассматривать проблему с различных точек зрения, чтобы выяснить, какой именно подход или какая комбинация «специальных подходов» является наилучшей. Поясним это на примере (Райветт П., Акофф Р. Исследование операций / Под ред. А. Лернера. М.: Мир, 1966). К управляющему большим административным зданием все возрастающим потоком поступали жалобы от работавших в этом здании служащих. В жалобах указывалось, что приходится слишком долго ждать лифта. Управляющий обратился за помощью к фирме, специализирующейся на подъемных системах. Инженеры этой фирмы провели хронометраж, показавший, что жалобы вполне обоснованы. Было установлено, что среднее время ожидания лифта превышает принятые нормы. Эксперты сообщили управляющему, что имеются три возможных способа решения задачи: увеличение числа лифтов, замена существующих лифтов быстроходными и введение специального режима работы лифтов, т.е. перевод каждого лифта на обслуживание только определенных этажей. Управляющий попросил фирму оценить все эти альтернативы и представить ему сметы предполагаемых затрат для реализации каждого из вариантов.

Через некоторое время фирма выполнила эту просьбу. Оказалось, что для реализации первых двух вариантов требуются затраты, которые, с точки зрения управляющего, не оправдывались доходом, приносимым зданием, а третий вариант, как выяснилось, не обеспечивало достаточного сокращения времени ожидания. Управляющий не был удовлетворен ни одним из этих предложений. Он отложил дальнейшие переговоры с этой фирмой на некоторое время, чтобы обдумать все варианты и принять решение.

Когда руководитель сталкивается с проблемой, кажущейся ему неразрешимой, он часто считает нужным обсудить ее с некоторыми своими подчиненными. В группу сотрудников, к которым обратился наш управляющий, входил один молодой психолог, работавший в отделе найма персонала, обслуживающего и ремонтировавшего это большое здание. Когда управляющий изложил собравшимся сотрудникам суть проблемы, этот молодой человек очень удивился самой ее постановке. Он сказал, что не может понять, почему служащие, которые, как известно, каждый день бесполезно теряют много рабочего

времени, недовольны тем, что им приходится ждать лифта какие-то минуты. Не успел он высказать свое сомнение, как у него мелькнула мысль, что он нашел объяснение. Хотя служащие нередко бесполезно растрачивают свои рабочие часы, они в это время заняты чем-то хотя и непроизводительным, но зато приятным. А вот ожидая лифт, они просто томятся от безделья. При этой догадке лицо молодого психолога засветилось, и он выпалил свое предложение. Управляющий принял его, и спустя несколько дней проблема была решена при самых минимальных затратах. Психолог предложил повесить на каждом этаже у лифта большие зеркала. Эти зеркала, естественно, дали занятие ожидающим лифт женщинам, но перестали скучать и мужчины, которые теперь были поглощены разглядыванием женщин, делая вид, что не обращают на них никакого внимания.

Не важно, насколько достоверна эта история, но мысль, которую она иллюстрирует, чрезвычайно важна, Психолог рассматривал точно ту же проблему, что и инженеры, но он подошел к ней с других позиций, определяемых полученным образованием и интересами. В данном случае подход психолога оказался наиболее эффективным. Очевидно, что проблема была решена за счет изменения поставленной цели, которая же свелась не к сокращению времени ожидания, а к созданию впечатления, что оно стало меньше.

Таким образом, мы нуждаемся в упрощении систем, операций, процедур принятия решений и пр. Но этой простоты не так-то легко достичь. Это труднейшая задача. Старое высказывание: «Я пишу вам длинное письмо, так как у меня нет времени сделать его коротким», может быть перефразировано: «Я делаю это сложным, так как не знаю, как это сделать простым».

Системный анализ решает эту задачу!

1.3.8. Другие понятия системного анализа

В собственном смысле слова строение системных объектов выражается рассмотренными выше понятиями «система», «связь», «структура», «целостность», «элемент».

Однако наряду с проблемами строения систем в целом ряде исследований рассматриваются различные аспекты функционирования системных объектов. Описание функционирования опирается на более широкую и, пожалуй, менее определенную систему понятий. В нее входят такие понятия, как «функция», трактуемая в математическом и в более широком планах, «состояние» и производные от последнего понятия «стабильность», «устойчивость», «равновесие», «цель», понимаемая в кибернетическом смысле, «поведение» системы, интерпретируемое также в широком смысле, «управление» и ряд других. Если основные понятия, характеризующие строение систем, могут сочетаться с понятиями категориального порядка (как, скажем, система, целостность, связь) или, во всяком случае, близки к этому уровню, то понятия, выражающие функционирование, в большинстве своем сравнительно недавно вошли в широкий научный обиход, будучи почерпнуты из различных специальных дисциплин. Поэтому их гносеологическую природу и логическое содержание крайне трудно обрисовать с необходимой ясностью, хотя несомненно, что они

призваны играть весьма важную роль в описании жизни системных объектов. В последние годы некоторые из этих понятий стали объектом пристального изучения со стороны представителей технического направления системных исследований. В частности, в работах Л. Заде детально рассматривается понятие состояния, в исследованиях по самоорганизации — понятия поведения и цели и т.д. На этом фоне особенно бросается в глаза отсутствие работ философско-гносеологического и логико-методологического характера, посвященных этим понятиям и их статусу в рамках системных исследований.

Функционирование системы в среде опирается на определенную упорядоченность элементов, отношений и связей. Структурно и функционально различные аспекты упорядоченности образуют основу иерархического строения системы, разбиение ее на подсистемы (понятно, что это разбиение относительно по своему характеру).

Развитием понятия упорядоченности являются понятия структуры и организации, где понятие организации наряду с количественной характеристикой упорядоченности выражает также направленность этой упорядоченности.

Как упорядоченное целостное множество взаимосвязанных элементов, обладающее структурой и организацией, система в своем взаимодействии со средой демонстрирует определенное поведение, которое может быть активным и реактивным. Специфической чертой сложно-организованных систем является наличие в них процессов управления, что порождает, в частности, необходимость информационного подхода к исследованию систем наряду с подходами с точки зрения вещества и энергии. Именно управление обеспечивает автономность поведения системы, ее целенаправленный характер, а в связи с этим возникает необходимость целевого похода к некоторым классам систем.

Помимо перечисленных можно указать и другие аспекты в исследовании систем. К ним, в частности, относятся проблема развития систем и соответствующий аппарат понятий, хотя этот последний весьма далек от детальной разработки, а также проблема анализа сверхсложных систем, существенным компонентом которых является сознание, или сознательная деятельность (по терминологии В.А. Лефевра, системы, сравнимые по совершенству с исследователем). Разумеется, исследование тех или иных конкретных типов систем выдвигает свои особые проблемы и требует адекватного понятийного аппарата. Все это многообразие логических средств, характеризующих системы, требует детального логико-методологического исследования.

Принципиально важно различать исследования системного (сложного) объекта (системы) и системное исследование такого же объекта (Квейд Э. Анализ сложных систем. М.: Сов. радио, 1969).

Системное исследование исходит из того, что специфика сложного объекта не исчерпывается особенностями составляющих его элементов, а связана прежде всего с характером взаимоотношений между определенными его элементами.

Таким образом, если в досистемных исследованиях систем (этим наука занималась и занимается с момента ее возникновения) речь шла

об описании объекта (само познание было направлено на изучение и использование отдельных свойств объектов), то системные исследования имеют своей целью выявить механизм «жизни», т.е. функционирования и развития объекта в его внутренних и внешних (касающихся его взаимоотношений со средой) характеристиках.

И еще одна терминологическая особенность системных исследований. Так как понятия «система» и «структура» нетождественны, то нетождественны системные и структурные исследования.

Структурное исследование может абстрагироваться от всего, кроме структуры изучаемого объекта.

Системное же исследование призвано раскрыть не только принципы взаимосвязи элементов в целом, но и их качественное своеобразие, иначе — представлять объект как единство формы и содержания.

Поэтому о комплексном рассмотрении всех вопросов изучения системы правильной было бы говорить с позиций системно-структурного исследования (ССИ) технических систем.

Относительно новым понятием в системном анализе является синергетика. Это принципиально новое видение мира и новое понимание процессов развития в отличие от господствующей на протяжении столетий классической науки Ньютона и Лапласа, у которых:

— случайность исключалась как нечто внешнее и несущественное;

— процессы в мире представлялись как обратимые по времени, предсказуемые на неограниченно большие сроки;

— эволюция рассматривалась как процесс, лишенный отклонений.

Синергетика основана на идеях системности мира и научного знания о нем, общности закономерностей развития объектов всех уровней материальной и духовной организации, нелинейности (т.е. многовариантности и необратимости), глубины взаимосвязи хаоса и порядка (случайности и необратимости), открытости мира (становящегося, а не существующего), непрерывно возникающего по нелинейным законам (Князева Е.Н. Случайность, которая творит мир (Новые представления о самоорганизации в природе и обществе) // *Философия и жизнь*. М.: Знание, 1991. № 7. Предметом изучения синергетики являются механизмы самоорганизации, т.е. механизмы самопроизвольного возникновения относительно устойчивого существования и саморазрушения макроскопических упорядоченных структур. Механизмы образования и разрушения структур, механизмы перехода от хаоса к порядку и обратно не зависят от природы элементов и систем. Они присущи миру живых и неживых систем. Эти механизмы затрагивают жизнь каждого человека, его поведение в обществе, радикально изменяют наше понимание социальных и природных процессов развития. Ибо в условиях кризиса у человека нет времени нащупывать оптимальную организацию мира методом проб и ошибок. Надо знать эволюционные правила запрета, чтобы обеспечить будущее человечеству.

Одной из новых системных наук является и эдукология. По В.Г. Кинелеву, Председателю Комитета по высшей школе Министерства науки России, это наука о принципах формирования образованного человека и фундаментального знания как части общечеловеческой культуры с одной стороны, и являющейся основой для профессиональной подготовки специалистов — с другой.

По Т. Хюсену, президенту Международной академии образования, эдукология — это наука о воспитании, главным образом взрослого населения. Здесь уместно привести мнение акад. Д.С. Лихачева: целью подготовки современного специалиста является не образование, а воспитание.

Замечательный австрийский педагог Г. Гмайнер утверждал, что будущее человечества зависит прежде всего от того, насколько миру удастся воспитать в подрастающем поколении чувство собственного достоинства (ЧСД). Основа ЧСД — вера в себя, а не в партию и законы. Все успехи государства идут от человека с ЧСД. Область ЧСД — то, что необходимо человеку для выработки собственного мнения, отношения к различным решениям. ЧСД — это ощущение человеком своей собственной ценности как неповторимой личности. Когда сломлено достоинство — начинается рабство. Быть рабом и быть с рабами проще. Начинается хамство, суть которого — поучать и наставлять.

Лишившись ЧСД, человек освобождается от свободы, выбора, риска, а значит, и... от системного анализа.

Еще одна новая системная наука — акмеология. Это наука о вершинах жизни и профессиональной деятельности, о факторах, содействующих и препятствующих достижению вершин, о закономерностях обучения вершинам будущих специалистов. Одной из таких вершин и является познание и понимание системного анализа. Выбор оптимального решения, которое возможно лишь в системном знании, — другая вершина. Системные оценки деятельности человека — третья вершина и т. д.

ГЛАВА 2. ЛОГИКА И МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Если желают открытий, и в большем числе, и более полезных в меньшие промежутки времени, то их, естественно, скорее можно ожидать... от разумного метода, чем от случая, животного инстинкта и других подобных условий, служивших до сих пор источником большей части открытий.

Ф. Бекон

Применение системно-структурных исследований во многих областях науки и техники позволяет утверждать лишь о тенденции современного общества к использованию системного подхода (Садовский В. Методологические проблемы исследования объектов, представляющих собой системы // Социология в СССР. М.: Мысль, 1966. Т. 1).

Почему мы говорим только о тенденции, а не о реальном системном анализе?

Объясняется это тем, что реальный системный анализ может производиться только при наличии арсенала специфических методов системного исследования технических объектов (систем). К сожалению, успехи в направлении построения системной технической науки к настоящему времени более чем скромны. В ее различных разделах (системный подход к проблеме кода технико-экономической информации, системный подход при проектировании и улучшении системы качества контроля, системный подход к расчету систем и пр.) много говорится о задачах системного анализа, понятие «система» становится одним из главных, ищутся пути понимания объектов исследования как систем и т. д. Реальная польза от этого направления может, однако, быть получена лишь в том случае, когда специалисты конкретных технических дисциплин будут иметь развернутое теоретическое представление о логике и методологии системного исследования. Только при этом условии ученые и инженеры смогут переосмыслить свои полученные результаты, применяемые методы и наметить пути дальнейшего анализа.

Важность построения логики и методологии системного анализа представляется исключительной, так как в определенном смысле здесь лежит путь ко всем дальнейшим успехам системной науки и техники.

Отсутствие специально построенной методологии системного анализа приводит к тому, что исследователи, решая новые по своему типу задачи, вынуждены пользоваться старыми, для иных задач, построенными логическими средствами. Это не только приводит к аморфности, бесформенности в понимании существа и специфики системного метода, но и непосредственно отражается на эффективности исследований современных технических систем. Объясняется это тем, что современный уровень развития техники, нашедший свое наиболее яркое выражение в сложных технических системах, и все возрастающая специализация отдельных областей техники требуют сосредоточения основного внимания на проблемах, связанных со всей системой в целом. А это приводит к фундаментальной переориентации научного мышления, его основных категорий.

В сознании современных исследователей все более утверждается концепция, что получение значительного результата исследования во многом определяется исходной позицией, точнее, принципиальным подходом к постановке проблемы и определению общих путей движения исследовательской мысли. Это приводит к своеобразной переоценке ценностей. Если еще совсем недавно познание измерялось почти исключительно по совокупности его конечных результатов, то сейчас все большее значение начинает приобретать научная обоснованность начальных этапов исследования, определяемых во многом применяемыми методами. Такое изменение объясняется огромной технической оснащенностью современного познания, при которой решение точно поставленной задачи (сколь бы сложной она ни была) обычно не создает больших трудностей.

Кроме того, в условиях огромного размаха исследований и многообразия решаемых задач исходные основания научно-

практических разработок становятся одним из главных критериев для оценки перспективности и значимости этих разработок, а следовательно, и для оценки их системной эффективности.

Еще в начале XX в. внимание ученых было целиком приковано к объекту исследований. Что же касается принципов и структуры самого исследования, то обычно их в явном или неявном виде строил и определял сам исследователь, соединяя в одном лице и теоретика, и методолога, и разработчика.

Во второй половине XX в. такое соединение все чаще оказывается не только затруднительным, но и невозможным. Проблема методологии научного исследования все более настоятельно требует специального изучения, и на этой основе логика и методология науки обнаруживают растущую тенденцию к выделению в самостоятельную научную дисциплину (Блауберг И., Садовский В., Юдин Э. Системный подход в современной науке // Проблемы методологии системного исследования. М.: Мысль, 1970).

Главными задачами методологии являются выработка средств соотносительной оценки эффективности различных подходов к исследованию, а также анализ логической структуры и условий применимости каждого из них.

Таким образом, построение логики и методологии науки, и в частности, системного анализа, является в настоящее время первоочередной задачей, требующей незамедлительного решения. Только по мере ее решения можно внести строгость и ясность в наше, пока еще интуитивное, понимание задач и методов системного анализа.

2.1. Логические основы системного анализа

Практика человека, миллиарды раз повторяясь, закрепляется в сознании человека фигурами логики. Фигуры эти имеют прочность предрассудка, аксиоматический характер именно (и только) в силу этого миллиардного повторения.

В. И. Ленин

Логика (греч. *logos* — речь, мысль, разум) есть наука о законах, формах и приемах правильного построения мысли, т.е. мышления, направленного на познание объективного мира. Основные задачи логики — выявление условий достижения истинных знаний, изучение внутренней структуры мыслительного процесса, выработка логического аппарата и правильного метода познания.

Органически связанная с теорией познания, логика представляет собой совокупность научных дисциплин, главными из которых являются диалектическая и формальная логика. Это разделение обусловлено наличием двух аспектов мышления — содержательного и формального.

По своему содержанию *мышление* есть отражение закономерностей реальной действительности. Исходя из наиболее общих законов

развития природы, общества и нашего мышления, логика формулирует научный, диалектический метод, учитывающий объективную диалектику предметного мира и отражение его в человеческом сознании.

Вместе с тем мыслительный процесс имеет свою внутреннюю структуру, он реализуется в таких естественно сложившихся формах, как понятие, суждение, умозаключение. Оперирование понятиями, суждениями и получение нового, выводного знания в умозаключениях составляют формальнологический аппарат мышления. Логические операции с этими формами и лежащие в их основе формальные законы связи между понятиями и суждениями изучает формальная логика (Философская энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1964. Т. 3. С. 203—204).

Развиваясь на общественно-трудовой основе, внутренняя структура мыслительного процесса формировалась в соответствии с закономерностями природы и свойствами человеческого мозга. Логическая форма обусловлена наиболее общими, чаще всего встречающимися свойствами, простейшими связями и отношениями реального мира. Поэтому она закономерно выражает устойчивые черты всякого правильного мышления.

Но мышление есть процесс познавательной деятельности индивида, предмет междисциплинарных исследований. Например, философия изучает соотношение материи и мышления, пути познания мира с помощью мышления. Формальная логика рассматривает основные формы мышления (понятия, суждения, умозаключения). Социология занимается анализом исторического развития в зависимости от социальной структуры общества. Физиология изучает мозговые механизмы, с помощью которых реализуются акты мышления. Кибернетика рассматривает мышление как информационный процесс, фиксируя общее и различное в работе ЭВМ и в мыслительной деятельности человека. Психология изучает мышление как познавательную деятельность, дифференцируя ее на виды в зависимости от уровня обобщения (Краткий психологический словарь. М.: Изд-во полит. лит-ры, 1985).

Различают следующие виды мышления:

— *наглядно-действенное* — как первая ступень мышления; характеризуется тем, что решение задачи осуществляется с помощью реального, физического преобразования ситуации, опробования свойств объекта;

— *словесно-логическое* — характеризуется использованием понятий, логических конструкций;

— *наглядно-образное* — наиболее полно воссоздает все многообразие различных характеристик предмета; в образе может быть зафиксировано одновременно видение предмета с нескольких точек зрения (!!!), устанавливается «невероятное» сочетание предметов и их свойств; и в этом качестве оно неразлично с воображением.

Мыслительная деятельность побуждается мотивами (физиологическими потребностями, уверенностью в завтрашнем дне, уважением к себе и признанием со стороны других, реализацией потенциала своей личности, социальными контактами и пр.). А.Н.

Леонтьев утверждает, что развитие мотивов происходит через изменение и расширение круга деятельности, преобразующей предметную действительность.

Выделяют следующие типы мышления:

— *теоретическое* — направлено на открытие законов, свойств объекта;

— *практическое* — связано с постановкой целей, выработкой планов и проектов, часто развертывающихся в условиях дефицита времени;

— *логическое* (аналитическое) — связано с анализом действий;

— *интуитивное* — характеризуется быстротой протекания, отсутствием четко выраженных этапов, минимальной осознанностью.

Все это (и междисциплинарность исследований мышления, различные виды и типы его) требует выделения в системном анализе его логических основ. Тем более что в программе курса «Логика» для вузов системный подход даже не упоминается — это во-первых. Во-вторых, из объема рекомендованного курса в 56 часов лишь 2 часа посвящаются разделу «Проблема. Гипотеза. Теория» — одному из главных в системном анализе: ведь он направлен только на решение слабоструктуризированных проблем, понятие которых совершенно отсутствует в курсе Госкомитета по народному образованию.

Имеется и другая специфика логики системного анализа. Например:

— рекомендуется сравнивать не только два варианта объектов исследования, а все возможные теоретические альтернативы;

— речь идет не просто о синтезе предметного знания, а о получении системной картины мира;

— не простое логическое абстрагирование как выделение существенного и отвлечение от второстепенного, а переход к синергетике;

— не просто обобщение как объединение общих свойств однородных предметов, а объединение даже живой и неживой природы, материального и духовного, хаоса и порядка и т.д.;

— суждения и умозаключения не просто в рамках предметного знания, а в рамках целостных научных, теологических, мифических и прочих знаний.

Основная задача логики системного анализа — открытие путей движения к достижению новых системных результатов, а не экономических или каких-либо других.

Важнейшей и первоначальной категорией логики является научная *проблема*. Чтобы занятия имели научный характер, пишут канадские эксперты в области образования Л. Эллиот и У. Уилкоккс, они должны начинаться с постановки проблемы и кончатся выводами. Между началом и концом надо уметь выдвигать гипотезы, проверять их наблюдением и экспериментом (Жариков Е. По велению НТР // Слово лектора. 1977. № 7).

В научных статьях и монографиях, в научных дискуссиях и на конференциях, в личном общении ученых — всюду мы сталкиваемся со словом «проблема» в самых различных его сочетаниях: поставил

проблему, решил проблему, разработал проблему, актуальная, важная, поисковая, прикладная проблема и т.д.

Что же это такое?

В самом общем случае под *проблемой* понимается несоответствие между необходимым (желаемым) и фактическим положением дел.

В науке выбор тематики исследований, предпринимательства, конкретных проблем — начало всех начал. Никакие усилия ученых, никакая отличная организация работ и самая современная техника эксперимента не приведут к успеху, если направление поиска выбрано ошибочно. А между тем вопросам строгого, научно обоснованного подхода к выбору тематики у нас уделяется весьма скромное внимание.

Использование системного анализа может помочь ликвидировать узкое место, поскольку одним из ценных его назначений является правильная и четкая постановка проблемы.

Правильная формулировка проблемы — залог повышения эффективности общественного и частного производства.

Проблемы различают по степени их структуризации, т.е.:

- 1) по ясности, осознанности их постановки;
- 2) степени детализации и конкретизации представлений об их составляющих и взаимосвязях;
- 3) соотношению количественных и качественных факторов, отмечаемых в постановке проблемы.

В соответствии с этим выделяют три класса проблем:

- 1) хорошо структурированные, или количественно сформулированные;
- 2) слабо структурированные, или смешанные, содержащие количественные и качественные оценки;
- 3) неструктурированные, или качественные проблемы.

Для решения проблем первого класса существует хорошо развитый математический аппарат исследования операций.

Для решения проблем второго класса нужны системные методы.

Для решения проблем третьего класса применяются эвристические методы. (В Древней Греции это система обучения путем наводящих вопросов.)

Следовательно, системный анализ и применяется для того, чтобы сначала хотя бы слабо структурированную проблему превратить в хорошо структурированную, к решению которой можно приложить аппарат исследования операций и теорию оптимизации.

Таким образом, проблема может быть сформулирована и после обнаружения ее решения (Зубенко Ю.Д. Оптимизация решений производственных задач. М.: Статистика, 1977). Однако этот процесс должен начаться хотя бы с предварительной ее постановки. Последняя включает (Оптнер С. СА для решения деловых и промышленных проблем. М.: Сов. радио, 1969):

- описание пути обнаружения проблемы;
- объяснение рассмотрения ее как проблемы;
- отделение ее от смежных проблем;
- описание применений результатов решения проблемы.

Такой тщательный подход к существу проблем исследования не случаен. Вопрос о том, существует ли проблема, имеет первостепенное

значение, поскольку приложение огромных усилий к решению несуществующих проблем — отнюдь не исключение, а весьма типичный случай (Черняк Ю.И. СА в управлении экономикой. М.: Экономика, 1975). Надуманные проблемы маскируют актуальность проблемы. В то же время удачная формулировка проблемы может быть равносильна половине ее решения.

Каковы же пути правильной постановки проблем? Их много. Это и узаконивание обязательного выделения предплановой проработки каждой темы, и ежегодная научная аттестация всех выполненных НИР с привлечением РАН и ее институтов, и конкурсная форма распределения тематики, финансирование не коллективов, а действительно проблемных работ... Полагаем очень важным моментом узаконивание системного подхода к оценке тем, заставляющего ориентироваться на систему показателей, а не на какой-то один из них, пусть даже столь значимый, как, скажем, ожидаемый экономический эффект.

Здесь хотелось бы остановиться на методе, который можно считать научно обоснованным (Черняк Ю.И.). В чем он заключается?

Сначала получают ответ на вопрос существует ли проблема?

Далее следуют ее точная формулировка и анализ ее структуры.

Затем рассматриваются развития проблемы (в прошлом и будущем), внешние связи ее с другими проблемами и ставится вопрос о принципиальной разрешимости проблемы.

Рассмотрим некоторые аспекты этого метода, и прежде всего терминологические (Тихомиров В.Т. Как принимать решения // Техника и наука. 1973. № 1 — 4).

Известно, что любая задача по совершенствованию деятельности в той или иной области включает решение ряда вопросов.

Во-первых, надо четко установить границы совершенствуемой области, что исключает тенденцию «объять необъятное».

Во-вторых, следует сформулировать условия, которые характеризуют необходимое или желаемое положение дел в этой области. Необходимым мы его называем тогда, когда оно объективно обусловлено, а желаемым — при субъективном подходе.

В-третьих, нужно определить фактическое положение дел в анализируемой области и на этой основе выявить недостатки, т.е. несоответствие между необходимым (желаемым) и фактическим положением дел.

В-четвертых, следует оценить последствия, к которым приводят выявленные недостатки, если их не устранить, или иначе — оценить актуальность выявленных проблем. И если проблемы актуальны, мы говорим, что они требуют решения.

Чтобы построить такое решение, надо проанализировать причины, порождающие выявленные недостатки, а также определить средства устранения этих причин и, наконец, установить пути реализации выбранных средств.

Так как любое научное исследование представляется в целом как мир возникающих и разрешающих проблем, рассмотрим это понятие более подробно.

Под научной проблемой ученые понимают такой вопрос, ответ на который не содержится в накопленном обществом знании. Одним вопросом проблема никогда не исчерпывается. Она представляет собой целую систему, состоящую из центрального вопроса (того самого, который составляет существо проблемы и который часто отождествляется со всей проблемой) и некоторого количества других, вспомогательных вопросов, получение ответов на которые необходимо для ответа на основной вопрос.

Признаком, по которому отличается научный вопрос от научной проблемы, является различный характер предположения, содержащегося в вопросе. Если заключенное в вопросе знание о незнании превращается в результате научного поиска в знание о том, что неизвестное явление подчиняется уже известному, изучаемому закону, вопрос не оценивается как проблема. Если же он сочетается с предположением (или содержит в себе предположение) о возможности открытия нового закона (ему в прикладных науках соответствует предположение о возможности открытия принципиально нового способа применения ранее полученного знания законов), тогда мы имеем постановку проблемы.

Таким образом, любую проблему можно представить как неразрывное единство двух элементов:

- знания о незнании;
- предположения о возможности открытия либо неизвестного закона в непознанной сфере (в фундаментальных науках), либо принципиально нового способа практического применения ранее полученного знания о законах (в науках прикладного типа).

Когда возникают научные проблемы?

Научная проблема возникает в условиях проблемной ситуации, когда складывается и осознается противоречие между знанием о потребностях людей в ходе их деятельности и незнанием средств, путей, способов удовлетворения (реализации) этих потребностей, которое в конечном счете упирается в незнание определенных закономерностей объективного мира.

Проблемная ситуация возникает также как противоречие между существующими теориями и новыми фактами, нуждающимися в ином теоретическом истолковании, или же как выяснение внутренней логической противоречивости существующих теорий и т.д. Противоречие — это показатель того, что знание, зафиксированное в общепринятых положениях, чересчур общо, неконкретно, односторонне. Отношение к противоречию — точный критерий культуры ума, точнее — показатель его наличия (Ильенков Э.В. Об идолах и идеалах. М.: Политиздат, 1968).

Практика является основой возникновения проблемной ситуации. В процессе практического взаимодействия человека и объектов его деятельности создается и постоянно воссоздается противоречие между качественно быстро изменяющимися и количественно быстро растущими потребностями общества и теми средствами (возможностями), которыми общество располагает для их удовлетворения. Необходимость в раскрытии законов новых, неизвестных сфер деятельности и является основой проблемы.

Всякое научное исследование по своему существу является всегда проблемным, представляет собой цепь следующих друг за другом проблем, постоянно решаемых и вновь возникающих в иных условиях, на качественно новых этапах развития познания.

Какую же проблему надо выбирать для решения?

В науке руководствуются двумя неразрывно связанными принципами отбора проблем для решения:

— принципом учета нужд практики;
— принципом учета потребностей самой науки (есть проблемы, ничего не дающие сейчас практике, но без исследования которых невозможно будет решать практические задачи в будущем).

Понимать принципы отбора проблем необходимо, но в то же время этого еще недостаточно. Кроме того, важно знать:

— механизм возникновения проблем и задач в науке; — действия, оставляющие постановку проблемы и задачи.

Кстати, проблему обычно отличают от технической задачи, которая представляет собой установку сделать, сконструировать, воспроизвести, построить какой-либо новый объект, вещь, материал, механизм, процесс и т.д. или изменить их состояние. Новые открытия дают основания для постановки и решения и научных задач, т.е. установления неизвестной ранее закономерности, свойства или явления. Совокупность разных задач есть цель, т.е. заранее мыслимый результат (Энциклопедический словарь. М., 1964. Т. 2).

Чтобы проблема могла выполнить свое назначение, она должна быть правильно поставлена. Для этого специалисту необходимо находиться на самых передовых рубежах науки и четко представлять, что именно уже известно человечеству, а что действительно неизвестно, что предстоит исследовать. Чтобы правильно поставить научную проблему, необходим широкий кругозор. Недаром ученые спорят, что правильно поставленная проблема — это уже наполовину решенная проблема.

Грамотная постановка проблемы предполагает выполнение следующих групп действий (Жариков Е.С. О действиях, составляющих постановку научной проблемы // Философ, науки. 1973. № 1):

1) формулирование проблемы, состоящее из вопрошания (выдвижения центрального вопроса проблемы), констрадикции (фиксации того противоречия, которое легло в основу проблемы), финитизации (предположительного описания ожидаемого результата);

2) построение проблемы, представленное операциями стратификации («расщепление» проблемы на подвопросы, без ответов на которые нельзя получить ответа на основной проблемный вопрос), композиции (группирование и определение последовательности решения подвопросов, составляющих проблему), локализации (ограничение поля изучения в соответствии с потребностями исследования и возможностями исследователя, ограничение известного от неизвестного в области, избранной для изучения), вариантификации (выработки установки на возможность замены любого вопроса проблемы любым другим и поиск альтернатив для всех элементов проблемы);

3) оценка проблемы, характеризующаяся такими действиями специалиста, как кондификация (выявление всех условий, необходимых для решения проблемы, включая методы, средства, приемы и т.п.), инвентаризация (проверка наличных возможностей и предпосылок), когнификация (выяснение степени проблемности, т.е. соотношения известного и неизвестного в той информации, которую требуется использовать для решения проблемы), уподобление (нахождение среди уже решенных проблем аналогичных решаемой), квалификация (отнесение проблемы к определенному типу);

4) обоснование, представляющее собой последовательную реализацию процедур экспозиции (установление ценностных, содержательных и генетических связей данной проблемы с другими проблемами), актуализации (приведение доводов в пользу реальности проблемы, ее постановки и решения), компрометации (выдвижение сколь угодно большого числа возражений против проблемы), демонстрации (объективный синтез результатов, полученных на стадии актуализации и компрометации);

5) обозначение, состоящее из экспликации (разъяснения) понятий, перекодировки (перевод проблемы на иной научной или обыденный языки), интимизации понятий (словесная нюансировка — малозаметный переход — выражения проблемы и подбор понятий, наиболее точно фиксирующих смысл проблемы).

В зависимости от характера исследования и опыта исследователя возможно изменение последовательности процедур и операций. Некоторые из них могут осуществляться и параллельно с другими [например, стратификация (разделение) с вариантификацией (заменой одного вопроса на другой)], некоторые — по мере развертывания всех процедур и операций проблемы [например, экспликация (разъяснение) понятий или уподобление]. Все процедуры можно представить в виде сети, которая, будучи наложена на неизвестную (или частично неизвестную) область, позволяет упорядочить наши представления об этой области, ее границах, методах и средствах ее постижения и т.д.

Изучение проблемы на материале разных наук показывает, что можно выделить три уровня ее постановки.

Первый уровень — часто встречающаяся ситуация состоит в том, что после определения центрального вопроса о дальнейшем развертывании проблемы мало заботятся. Это, так сказать, низшая интуитивная форма постановки проблемы.

Второй уровень — постановка проблемы в соответствии с описанными правилами, но без полного осознания их смысла и необходимости соблюдения. При этом следует подчеркнуть, что все операции не всегда оказываются реализованными у одного специалиста полностью. Но каждая из них так или иначе представлена в какой-нибудь из действительных проблем науки. Это и явилось с основанием для составления процедурного поиска.

Третий уровень — сознательное использование всех процедур и входящих в него операций.

В чем же состоит польза от выполнения всех предлагаемых действий?

Во-первых, следуя правилам, мы вынуждены размышлять о проблеме в таких ракурсах, о которых чаще всего речь не идет при интуитивной постановке. В результате обогащается понимание проблемы, выявляются новые подходы к ней, возникают новые точки зрения на средства и условия ее решения.

Во-вторых, в ряде случаев происходит отказ от исследования, если обнаруживается, что проблема, поставленная исследователем, не является таковой в действительности, или если разрыв между возможностями решить проблему и заданными в ней целями слишком велик.

В-третьих, за счет соблюдения требований постановки проблемы обеспечивается качественное планирование научного исследования. Ведь выполнение правил означает, что вся предплановая подготовительная работа проделана. При наличии такого плана обеспечивается эффективная организация труда исследователей.

В-четвертых, в случае реализации действий психологическая готовность специалиста к познавательной деятельности оказывается намного выше как за счет четкой целенаправленности, так и за счет уверенности, возникающей на базе ясного понимания сути проблемы, возможностей, которые в ней заложены, и трудностей, которые при этом предстоит преодолеть. Как известно, уверенность в большей мере есть следствие знания. Знание проблемы в этом отношении не исключение. В целом существенно улучшается «качество» проблемы и значительно ускоряется переход от замысла к решению.

Важным для организации науки является вопрос о так называемых мнимых проблемах. Под последними понимаются проблемоподобные структуры, которые не являются проблемами, но либо ошибочно принимаются за них, либо выдаются за такие. В зависимости от характера возникновения все мнимые проблемы можно разделить на два класса.

1. *Экстранаучные мнимые проблемы*, причины которых находятся вне науки. В основе их возникновения — мировоззренческие, методологические, идеологические и прочие заблуждения.

2. *Интранаучные проблемы*, причины которых коренятся в самом познании, в его достижениях и трудностях. К ним относятся:

— «уже не проблемы», т.е. решенные, но принимаемые ошибочно за нерешенные;

— «еще не проблемы», которые возникают как следствие отрыва нашего мышления от реальных возможностей настолько, что оно не в состоянии ни в настоящем, ни в обозримом будущем указать средства актуализации и решения этих проблем;

— «никогда не проблемы», т.е. такие проблемоподобные структуры, для которых вообще не существует решения (например, создание вечного двигателя), иначе говоря, постановка которых противоречит всем фундаментальным принципам науки.

Существенной с практической точки зрения является задача выработки критериев для различения реальных и мнимых проблем, а также методик их распознавания. Диалектический подход позволяет сформулировать целый ряд критериев (существования, адекватности, необходимости, предпосылок, преемственности, разрешимости,

проверяемости, истинности и др.), которые дают возможность с достаточной степенью достоверности отделять подлинно научные проблемы от мнимых.

К появлению ложных проблем приводит и отсутствие системного мышления.

Принципиальное значение в наше время приобрело изучение общих условий, которые обеспечивают уменьшение числа ошибок специалистов в работе с проблемным знанием.

Предлагаемая 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.

Проблемный анализ позволяет правильно и четко сформулировать проблему, ради которой создается система. В ряде случаев приходят к отрицательному выводу, т.е. что проблемы не существует и система не нужна, что тоже оказывается небесполезным. В других случаях подобное исследование приводит к выводу, что проблема была первоначально сформулирована неверно, что она заключается в другом, а следовательно, и функции, и структура задуманной системы должны быть иными.

Совместное применение системного анализа и интуитивных оценок относительной важности проблем и оценок их эффективности дает уже весьма ощутимые практические результаты, во всяком случае лучшие, нежели традиционные методы расчета экономической эффективности или же громоздкие методы исследования операций (Черняк Ю.И.).

Каковы же способы обращения с проблемой? Можно отметить следующие:

- не решать проблему, игнорировать ее;
- решать частично, сделать что-нибудь с достаточно хорошим результатом;
- решать проблему полностью и получить наилучший результат;
- устранить, растворить проблему, переделать либо саму ТС, либо ее окружение.

Итак, характерной чертой современной высшей школы, по-прежнему выпускающей специалистов (предметников!), является изучение проблем (вспомним мнение экспертов в области международного образования). Но при этом очень важно обратить внимание на два противоречия, не признаваемых классической наукой, исследующей лишь непротиворечивое мышление.

Во-первых, попредметных проблем не существует. Например, та же логика изучается, как было отмечено выше, и социологией, и физиологией, и кибернетикой, и психологией... И проблема мышления не есть проблема этих наук, а просто проблема (системная!), отражающая реалии окружающего мира, который по своей природе имеет системную структуру.

Во-вторых, в предметном знании невозможно принять оптимальное решение — самая главная особенность человека. Почему? Причин много. Одна из них — отсутствие достаточной информации. Необходимо напомнить, что 40% информации специалисту надо

черпать из смежных, а порой и отдаленных областей знаний. Ведь в век научной специализации многие даже крупные ученые в своей области не обладают общей НКМ, что отрицательно сказывается на их работе.

Другая причина — оптимизация ОИ при СП осуществляется как субоптимизация, т.е. как оптимизация элементов (предметов наук) на основе критериев, находящихся в соответствии с целями системы (НКМ); это означает, что основным организационным принципом управления при СП является сочетание централизации и децентрализации, а важнейшей функцией управления на уровне системы — интеграция организационно-децентрализованных функций управления (США: современные методы управления / Отв. ред. Б.З. Мильнер, М.: Наука, 1971).

Вторая важнейшая категория логики — *гипотеза*. Это важнейшая форма развития научного мышления, научного знания. Специалист при создании новой научной теории становится, по существу, философом, ибо он вынужден анализировать характер своей деятельности, границы применимости употребляющихся научных понятий, предлагает новые способы осознания человеком взаимодействия с внешним миром.

Выдвижение научных гипотез — это всегда определенный скачок в развитии научного мышления. Можно предложить следующие пути формирования гипотез:

— формулирование проблемности, противоречивости прежней теории, что уже носит характер гипотезы;

— формулирование нового идеального объекта теории (например, квантовая модель Н. Бора была сначала представлена как гипотеза, а затем — как теория);

— предположение о существовании каких-то предметов или их свойств, которые могут стать объектом практической деятельности (например, гипотеза о существовании кварков).

Создание гипотез — это прорыв в новую область, освобождение от оков прежних теоретических систем. Но в то же самое время — это сохранение определенной преемственности в развитии научного мышления, ибо научная теория — это снятие противоречий прежней теории, установление границ ее применимости.

Третья категория логики — теория. Схема содержания знаний о теории представлена ниже (Зорина Л.Я. Системность — качество знаний. М.: Знание, 1976):

1) определение теории как системы знаний, пронизанной совокупностью общих идей;

2) состав и структура оформленной дедуктивной теории;

3) характеристика основных положений теории, требования, предъявляемые к постулатам и ко всей теории в целом;

4) пути проверки теории;

5) границы применимости теории;

6) условия возникновения теорий;

7) отличия дедуктивных теорий от описательных.

Совокупность этих положений дает студентам целостное представление о теории как форме знаний и средстве познания.

Пункты 1 и 2 нужны студентам для того, чтобы они могли «разнести» полученные знания в линейной и временной последовательности по элементам теории;

пункт 3 — для осознания природы основных посылок и их роли в теории;

пункт 4 — для понимания роли эксперимента в теории, также опосредованности проверки ее основных положений;

пункты 5 и 6 — для формирования у студентов представлений об абсолютной относительной истине и движущих видах познания;

пункт 7 — для осознания возможности существования разных теорий в зависимости от уровня развития науки.

Рассмотрим эти пункты более подробно.

Теория — совокупность знаний, образующих систему на основе некоторых общих положений. Иначе — это система знаний, пронизанная общими положениями, часто называемыми идеями теории. Природа общих положений может быть различной. В качестве общих положений могут вступать качественные и количественные закономерности. В науке различают теории разного уровня. Самым высоким уровнем является дедуктивная теория.

В *дедуктивной теории* различают две части: основания и следствия.

Основания теории включают следующие элементы:

1) группу понятий;

2) основные положения;

3) эмпирический базис — научные факты, входящие в теорию опосредованно.

Основные положения дедуктивной теории (постулаты) — это высказывания, которые логически не выводятся из других знаний в рамках этой же теории, а являются обобщением опыта и проверяются опытами (прямыми, а чаще косвенными). В формулировке постулатов проявляется и определенное видение учеными эмпирического материала. Форма основных положений может быть разной; они могут быть выражены в форме:

1) принципов;

2) модельных гипотез;

3) математических гипотез.

К постулатам теории предъявляются определенные требования: они не должны ни противоречить друг другу, ни вытекать один из другого.

К теории в целом предъявляются требования логической непротиворечивости: в каждой части она должна удовлетворять своим исходным посылкам.

Для того чтобы какая-то система знаний играла роль научной теории, она должна пройти многоплановую проверку на практике.

Она должна объяснять факты, которые объясняла и предшествующая теория, те факты, которые предыдущая теория не смогла объяснить, и из нее должен вытекать ряд новых проверяемых следствий. Кроме того, если какая-либо теория использует некоторые положения и результаты данной, и следствия другой теории находят

также экспериментальное подтверждение, то это является одновременным подтверждением и данной теории.

Любая теория верна в определенной области — другими словами, имеет границы применимости, которые обычно очерчиваются с появлением новой, более общей теории, в которую предыдущие входят как частный случай.

Новые теории возникают тогда, когда в науке есть целый ряд экспериментальных фактов, для объяснения которых старые представления не годятся.

В отличие от дедуктивных теорий, в *описательных теориях* (например, эволюционная теория Дарвина) закон формулируются не в начале теории, а по мере развертывания материала. Эти законы, как и вся теория, формулируются в основном в словах быденного языка с привлечением по мере необходимости специальной терминологии из той или иной области знаний.

Непротиворечивость таких теорий трудно доказать. Описательные теории носят положительный качественный характер — в этом их ограниченность. Цель такой теории — объяснение и упорядочение фактов, что всегда приводит к уплотнению знаний, перекомпоновке, систематизации.

Итак, под научной теорией понимается особая форма организации знаний, включающая три элемента: научные понятия, основные положения и следствия. Органичным свойством теории является системность входящих в неё знаний. Усвоение студентами совокупности теоретических знаний должно привести к формированию в их сознании такой структуры знаний, которая соответствовала бы структуре изучаемой теории. Знания студентов, отвечающие этому требованию, т.е. образующие структуру, адекватную структуре научной теории, будут называть системными. Системные знания — это знания, структурирующиеся в сознании студента по схеме: основные научные понятия — основные положения — следствия — приложения.

Как же сформировать системные знания?

Для этого у студента должны быть сформированы:

— знания о теории, ее составе и структуре;

— представления о природе получения этих знаний;

— представления о том, какие знания входят в теории непосредственно, а какие — опосредованно;

— представления о роли научных фактов для теории.

Таким образом, для формирования системности в знаниях студентов им необходимы знания о знаниях, называемых методологическими (Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. М.: Педагогика, 1978).

2.2. Методология познания

Методология научного познания, соответствующая особенностям современной НТР, должна служить теорией познания в науке и технике.

*М.В. Мостапенко. Философия
и методы научного познания*

Главная задача методологии — создание современно-го синтеза всех накопленных научных знаний.

Там же

Познакомимся подробнее с понятиями «метод» и «методология».

Применение системных исследований во многих областях науки, техники и технологии позволяет лишь утверждать, о тенденции современного общества к использованию системного подхода. Почему мы говорим только о тенденциях, а не о реальных системных исследованиях? Объясняется это тем, что реальные системные исследования могут проводиться только при наличии арсенала специфических методов. К сожалению, успехи в этом направлении построения системной науки (и прежде всего технической) к настоящему времени более чем скромны. В ее различных разделах [системный подход к решению проблем управления предприятием (Обмен опытом в радиопромышленности. 1972. № 12), системный подход к управлению качеством в электронной промышленности (Электронная промышленность. 1971. № 4), системный подход и проблема качества (Сборник рефератов НИР // Сер. 21—28. 1971. № 2) и пр.] много говорится о задачах системного анализа, понятие «система» становится одним из главных, ищутся пути понимания объектов как систем и т.д. Однако реальная польза от этого направления может быть получена лишь тогда, когда специалисты конкретных технических дисциплин получают развернутое теоретическое представление о методологии системного исследования. Только при этом условии ученые и инженеры смогут «переосмыслить» полученные результаты, применяемые методы и наметить пути дальнейшего анализа (Садовский В.Н. Методологические проблемы исследования объектов, представляющих собой системы // Социология в СССР. М.: Мысль, 1966).

Прежде чем перейти к решению этой задачи, необходимо выяснить, что понимается под методологией системного анализа.

Несмотря на то что этой проблеме посвящены многие работы, цельного представления о методологии науки и отдельных ее направлений до сих пор нет. Почти каждый автор (Философский словарь. М.: Политиздат, 1968; Философская энциклопедия. М., 1964. Т. 3; Кобзарь В.И. Методология науки и некоторые вопросы методологии технических наук // Научно-техническая революция и некоторые методологические проблемы технических наук. Л.: АН СССР, ИИЕТ, 1970 и др.) по-своему определяет содержание этого понятия. Анализируя и обобщая литературу по методологическим вопросам, можно, не претендуя на полноту определения, под *методологией системного исследования* понимать совокупность системных методов и средств, направленных на решение сложных и комплексных проблем.

Если системный *метод* представляет собой общий подход к решению какой-либо сложной проблемы объекта с учетом его целостности, способ достижения цели, определенным образом упорядоченную деятельность, то *системным средством* называется совокупность принципов и понятий.

2.2.1. Понятие о методе и методологии

Метод — это путь познания, опирающийся на некоторую совокупность ранее полученных общих знаний (принципов) (Мостапенко М.В. *Философия и методы научного познания*. Лениздат, 1972).

В связи с таким пониманием метода следует обратить внимание на два обстоятельства. Первое: для методического подхода к предмету исследования необходимо некоторое предварительное познание, которое само зачастую может быть и ненаучным, неметодическим, стихийным. Второе: любой методический подход, опираясь на некоторые общие знания, связывается тем самым с какими-либо философскими взглядами, представлениями.

Поскольку метод связан с предварительными знаниями, методология, естественно, делится на две части: учение об исходных основах (принципах) познания и учение о способах и приемах исследования, опирающихся на эти основы.

В учении *об исходных основах познания* анализируются и оцениваются те философские представления и взгляды, на которые исследователь опирается в процессе познания. Следовательно, эта часть методологии непосредственно связана с философией, с мировоззрением.

В учении *о способах и приемах* исследования рассматриваются общие стороны частных методов познания, составляющих общую методику исследования.

Методология научного познания изучает методы научного исследования. К ним относятся, во-первых, исходные основы и принципы научного исследования и, во-вторых, приемы и способы эмпирического и теоретического исследования в науке, опирающиеся на эти принципы. Методологию научного познания иногда отождествляют с логикой научного исследования. Такое отождествление нельзя считать правильным. Оно возникло в рамках логического позитивизма, преувеличивающего значение логики в познании до такой степени, что даже философию он стал рассматривать лишь как часть логики, а именно — как логический анализ языка науки.

Нетрудно понять, что содержание методологии научного познания шире, чем содержание логики научного исследования. Последняя обычно понимается как учение лишь о логических методах научного исследования. Методология же научного познания сверх того изучает исходные принципы познания, методы подготовки и проведения наблюдения и эксперимента, пути формирования и развития общих научных понятий и т.д.

Как уже отмечалось, для науки необходимы особые методы познания. Это эксперимент, использование сложных приборов, математических абстракций и разнообразных методов логического мышления, подчас с применением вычислительных машин, кибернетических устройств и т.п.

В научном познании в результате применения специальных методов исследования формируется такая форма, которая выражает объективные особенности явлений и законов природы и общества, а потому имеет в конечном счете общечеловеческое значение.

Отдельные элементы научных знаний появились давно. Зачатки опытного исследования природы и создания некоторых элементарных разделов математики (в частности, геометрии) наблюдались еще в древности. Однако подлинная наука возникла лишь тогда, когда сложились и стали систематически применяться особые научные методы — методы эмпирического и теоретического исследования явлений природы, что относится примерно к XVII в.

До этого научные знания и методы, как эмпирические, так и теоретические, имели два существенных недостатка: во-первых, они еще не были систематическими; во-вторых, отдельные знания обобщались при помощи умозрительных и далеких от науки общих представлений о мире (взгляды Аристотеля в древности и эти же взгляды, приспособленные в средние века к религиозному миропониманию).

В соответствии с развитием эксперимента, стимулировавшим прогресс науки в целом, расширялись и теоретические научные исследования. Но следует отметить, что методы теоретического исследования в значительной мере зависели от философских представлений о природе и от общенаучной картины мира.

Для первой стадии развития эксперимента характерны механика и механицизм в общих представлениях о мире. Поэтому возможности теоретических научных исследований в то время ограничивались теми разделами математики, которые были связаны с механикой (классический анализ).

Второй стадии эксперимента соответствовали разработка теории электромагнетизма и переход от механической картины мира к электродинамической. Теоретические методы научного исследования в данном случае обуславливались прежде всего физикой и теми науками, которые к ней примыкали. При этом разрабатывались новые математические методы, выходящие за рамки классического анализа.

Третья стадия эксперимента — это современная атомная физика и разработка современной квантово-полевой научной картины мира. Математика и математизация различных наук приобрели принципиально важное значение, что обеспечило появление качественно новых разделов математики.

Теоретические методы научного исследования необычайно расширились после возникновения кибернетики и создания различных вычислительных кибернетических устройств. Появились новые возможности для разработки универсальных теоретических методов, применимых в любых науках, как естественных, так и общественных. Возникла настоятельная необходимость создания специальных исследовательских учреждений, занимающихся разработкой общих теоретических и математических методов научного исследования.

В чем состоят главные особенности научного познания в современных условиях?

1 . В наши дни становится все более ясным, что исходные основы (принципы) научного познания по своей объективной сущности (т.е. вне зависимости от тех или иных философских убеждений самих ученых) являются диалектико-материалистическими.

2. Наука так глубоко проникла во все отрасли народного хозяйства, что планирование последнего, в свою очередь, требует и единого планирования научных исследований.

3. Значение и масштабы научных исследований настолько возросли, что в ряде областей необходимо не только внутригосударственное, но и международное планирования.

4. Объем научных знаний так возрос, что возникла потребность его особой систематизации. *Систематизации* — это объединение предметов или знаний о них путем установления существенных связей между ними, порядка между частями целого на основе определенных закономерностей, принципов или правил (БСЭ. 1956. Т. 39. С. 160). Без такой систематизации, во-первых, нельзя овладеть всеми имеющимися знаниями и использовать их в практических целях или для дальнейшего развития науки. Но для создания такой систематизации нужна методология научного познания, которая имеет в своей основе диалектико-материалистические представления о мире и познании. Во-вторых, быстрый рост научных знаний в современной науке характеризуется следующими данными. Как показывают специальные исследования, две трети всей научно-технической и более 90% всей научно-технической информации, добытой за все время существования человечества, получены в одном лишь XX в. (Добров Г.М. Наука о науке. Киев: Наукова думка, 1970). За каждые 40—50 лет объем научных знаний удваивается. В связи с этим становится все труднее овладевать научными знаниями. Система научного знания усложняется, науки дифференцируются, возникают все новые и новые отрасли научного знания, причем в каждой из них поток научной информации значительно возрастает. Так, в мире насчитывается до 100 млн. названий различных научных печатных работ, в том числе 30 млн. книг и 13 млн. патентов и авторских свидетельств. В 100 тыс. различного рода научных и технических периодических изданий публикуется около 4 млн. статей (в том числе в 30 тыс. основных научно-технических журналов печатается примерно 2,5 млн. исследовательских статей). Ежедневно в мире издается в различной форме в среднем 1600 страниц текста в расчете на одного специалиста в узкой области науки и техники (Добров Г.М. Наука о науке. С. 46).

В условиях быстрого роста объема научных знаний особо важное значение приобретает разработка методов получения и приобретения новых научных знаний и способов быстрого овладения ими.

Знания можно синтезировать лишь на основе каких-либо общих представлений о мире. Так, даже в первобытном обществе первобытные знания обобщались при помощи некоторых фантастических, анимистических и мифологических представлений, которым придавалось значение. В рабовладельческом и феодальном обществе обыденные и первоначальные научные знания синтезировались на основе философских умозрений, однако и этот синтез не давал еще достаточно правильных представлений о мире. Только когда появилась первая научная картина мира (XVII в.) возникла возможность подлинно научного синтеза научных знаний, что привело к созданию первых научных теорий (механика Ньютона, корпускулярная и волновая теория света, теория упругости и т.д.). Однако

первоначальная картина мира, как уже было сказано, находилась еще под сильным влиянием умозрительно-метафизических представлений о мире, что исключало возможность глубокого научного синтеза научных знаний, в частности в познании живой природы и общественных явлений.

Для подлинного научного синтеза научных знаний, накопленных в современной науке, нужна новая научная картина мира, построенная с учетом всех достижений науки на основе диалектического материализма. Без такой картины мира невозможно охватить весь объем современного научного знания.

Создание научного синтеза — важнейшая проблема. Её решение позволит построить современную теорию научного знания, разработать более эффективные методы получения новых научных знаний и методы быстрого овладения ими.

Значение методологии научного познания состоит том, что она позволяет, во-первых, выяснить подлинную философскую основу научного познания, во-вторых, на этой основе систематизировать весь объем научных знаний, что даст возможность эффективнее овладеть всеми имеющимися знаниями, и, в-третьих, создать условия для разработки новой, еще более эффективной методики для дальнейших исследований во всех областях знаний.

Главная задача методологии научного познания в данный период — создание современного синтеза всех накопленных научных знаний. Как уже отмечалось выше, в прошлом веке научные знания пытались синтезировать на основе метафизико-материалистических механических представлений о мире. Но в процессе развития науки этот синтез постепенно разрушался. Стихийно возникали новые общие представления о мире, выходящие за пределы метафизического материализма. Эти представления выдвигали сами естествоиспытатели, что в конце XIX и начале XX вв. привело к возникновению естественнонаучного материализма, о чем в свое время писал В. И. Ленин (Ленин В.И. // Полн. собр. соч. Т. 18. С. 367—378).

Современная наука располагает столь обширными и глубокими знаниями, что без сознательного и планомерного применения диалектического материализма их синтезировать нельзя. Задачу создания такого синтеза и должна решить современная методология научного познания. Только на основе такого синтеза может быть разработана эффективная методика получения новых знаний и овладения теми знаниями, которые уже добыты. От этой методики зависят также всестороннее использование достижений науки в практических целях и дальнейшее развитие методов познания.

2.2.2. Виды методологии и их создание

Так как существуют три категории методов познания и преобразования действительности, целесообразно выделить и три вида методологии (Кобзарь В.И. Методология науки и некоторые вопросы методологии технических наук // Научно-техническая революция и некоторые методологические проблемы технических наук. Л.: АН СССР, ИИЕТ, 1970):

— методологию как науку о всеобщем методе исследования;

— методологию как науку об общенаучных методах исследования;
— методологию как науку о частных, специальных методах познания.

Если первые две методологии в основном разработаны в философии и имеют более чем двухтысячелетнюю историю, то третий вид методологии только делает заявку на право существования. Ее разработка и исследование представляют наибольший интерес, так как единичных методов неизмеримо больше, чем общенаучных. Кроме того, они не только не изучены философией и частными науками, но и даже не систематизированы. Этим на первых порах и должна заниматься методология о конкретных методах. Так как в настоящее время такой методологии нет, то насущная задача науки — создать ее! Таково веление времени.

Сложность решения проблемы заключается в том, что специалисты в области конкретных наук не ставят себе задачи теоретической разработки и обобщения специальных, единичных методов. Философы же не знают всего множества этих методов и особенностей их применения в каждой области научного знания. Выход нам видится в объединении усилий философов и специалистов конкретных наук как в исследовании этих методов, так и в проявлении философских положений в частнонаучных исследованиях.

Соответственно научным отраслям можно выделить методологию общественных, естественных и технических наук. Системные исследования, которые нас интересуют в настоящей работе, являются одним из направлений технических (более точно: синтеза указанных наук), их составной частью. А так как мы говорим о системной оценке ТС, которая должна учитывать все их существенные показатели, определяемые жизненным циклом, то логично поставить вопрос о разработке методологии системного анализа оценки современных ТС по всему их жизненному циклу (в дальнейшем для упрощения — методологии жизненного цикла — МЖЦ). Каковы пути ее создания? Создание МЖЦ — не одноактное действие, а длительный процесс, основывающийся на исследовании методов, применяемых на всех этапах разработки ТС. В основе такого процесса лежат два исторических этапа — эмпирический и теоретический. Уже на этапе эмпирическом в истории науки наблюдается логическая обработка фиксированных наблюдений: анализ, сравнения, частичная систематизация, классификация. Далее для теоретического этапа уже характерен переход от частичной систематизации фактов к созданию цельного (системного) представления предметов и объектов исследования.

Применительно к МЖЦ эти особенности конкретизируются в требовании, чтобы логический процесс создания МЖЦ в целом соответствовал историческому. Как шел исторический процесс от опытного этапа к сущностному, так и логический процесс должен двигаться от просто применяемых методов к исследованию, от описания свойств и особенностей методов в отдельности к описанию их связей и взаимоотношений, от установления связей к классификации и систематизации, к выявлению общего, к открытию закономерностей, тенденциям развития, прогнозированию границ применимости методой

и их эффективности (Кобзарь В.И. *Методология науки и некоторые вопросы методологии технических наук. // Научно-техническая революция и некоторые методологические проблемы технических наук.* Л.: АН СССР, ИИЕТ, 1970).

Таким образом, в создании МЖЦ следует, на наш взгляд, идти этим путем. Ниже излагается разработанная методика:

— собираются методы исследования, проектирования, технологии, эксплуатации ТС и др., т.е. методы жизненного цикла;

— описывается их совокупность;

— выявляется зависимость метода от предмета исследования;

— описывается каждый метод в отдельности, выделяются его свойства, признаки, особенности, правила, законы и пр.;

— выявляется общность выделенных методов, их связи и взаимоотношения;

— устанавливаются правила применения методов, их эффективность, границы применения;

— устанавливаются законы и закономерности развития методов;

— сравниваются конкретные методы с общенаучными, для чего сначала вырабатываются показатели и критерии сравнения;

— устанавливаются связи и взаимоотношения конкретных методов с общенаучными, между принципами и законами классической философии и конкретными методами;

— систематизируются и классифицируются методы по какому-либо основанию в соответствии с принципами классификацией вообще.

Классификация конкретных методов не только раскрывает картину соотношения наук сегодняшнего дня, но и позволяет предвидеть будущие изменения, тенденции развития, прогнозирование границ применимости методов и их эффективности.

Какова проблемная ситуация с применяемыми методами системного анализа?

2.2.3 Методы системного анализа

Арсенал методов системного анализа весьма велик, и каждый из методов имеет свои достоинства и недостатки, а также область применения как по отношению к типу объекта, так и по отношению к этапу его исследования. Но необходимо отметить, что, к большому сожалению, в литературе отсутствует классификация этих методов, которая была бы принята единогласно всеми специалистами. Например, в работе (Черняк Ю.И. *Системный анализ в управлении экономикой.* М.: Экономика, 1975) методы системного исследования делятся на четыре группы: неформальные, графические, количественные и моделирования. С.А. Саркисян, В.М. Ахундов, Э.С. Минаев в книге «*Большие технические системы. Анализ и прогноз развития.* М.: Наука, 1977) также предлагают четыре группы методов, но совсем другого содержания: экономико-статистические, экономико-математические, экономической кибернетики и теории принятия решений.

Анализ научно-технической литературы позволяет утверждать, что сегодня отсутствуют системные методы оценки. Для оценки применяют самые разнообразные, но локальные методы: экономические, технические, социальные, политические... Наиболее

распространенной является экономическая оценка по критерию эффективности. Но еще В.И. Ленин утверждал, что категория стоимости «лишена вещества чувственности» (Ленин В. И. // Полн. собр. соч. Т. 29. С. 154). Кроме того, непонятна, необоснованна необходимость применения эффективности в качестве критерия оценки.

Нельзя также признать правильным и утверждение многих специалистов о том, что политические и социальные факторы растворяются в экономической эффективности. Мы считаем, что каждый из этих факторов имеет относительно самостоятельное значение. Самостоятельность выражается в том, что, исходя из какого-либо фактора, наиболее важного в данное время, и конкретных условий, требование достижения максимальной экономической эффективности может быть нарушено. Например, в интересах обороны государства размещение некоторых предприятий и производств осуществляется в таких районах страны, которые по сравнению с другими обеспечивают меньший уровень производительности труда и экономической эффективности капитальных вложений (Феодоритов В.Я. Проблемы повышения экономической эффективности производства. Л.: Лениздат, 1970).

Таким образом, системных методов оценки ТС, учитывающих все существенные факторы, сегодня нет! Необходимость их срочного создания подтверждается и такой статистикой.

В свыше 50% обследованных институтов наблюдается невысокий научно-технический уровень ряда исследований и разработок, что является следствием некомпетентного и формального проведения технико-экономических обоснований. В четырех головных НИИ доля работ, связанных с созданием техники будущего, составила менее 5% от общего объема выполняемых исследований и разработок, что говорит об отсутствии комплексного подхода к решению проблем. Свыше 50% разработок, представляемых для внедрения организациями академий наук и высшей школы, не могут быть рекомендованы для внедрения из-за конструктивных и технологических недоработок. Всего по стране около 17% создаваемых образцов вообще не доводится до серийного изготовления, так как в процессе подготовки производства выявляется, что они требуют дополнительной конструкторской доработки и экспериментальной проверки. Лишь немногим более 20% изготовленных образцов осваивается в год их создания (Покровский В.А. Новое в планировании и стимулировании научно-технического прогресса. М.: Финансы, 1980). В 80-е годы в нашей стране в отраслевых промышленных институтах и конструкторских бюро предприятий 70—80% исследований было направлено на совершенствование существующих технических средств (Шеменев Г.И. Философия и технические науки. М.: Высш. шк., 1979). О чем это говорит?

Прежде всего о том, что мы копируем зачастую, по аналогии с Западом, далеко не целесообразный для наших условий хозяйствования метод планирования затрат: подавляющая часть из общих затрат на науку падает не на развитие собственно науки, а на проектные и конструкторские разработки (до 75%), дающие сразу же гарантированную прибыль, в то время как теоретический задел еще

сомнителен. Этот тезис объясняет высокую актуальность оценки ТС по их жизненному циклу, особенно ранних этапов ее создания.

Теперь познакомимся со вторым аспектом методологии — с состоянием вопроса по средствам оценки и, прежде всего с понятийным аппаратом.

Сегодня оценка современных технических устройств и технологических процессов осуществляется по самым различным обобщенным показателям.

Какой же из них является наиболее объективным с точки зрения системной оценки? Для ответа на этот вопрос опять-таки обратимся к «законодателям» нашей грамматики — словарям, справочникам, стандартам...

Понятие *полезный*, по Ожегову, обозначает «приносящий пользу или пригодный для определенной цели». Но применительно к ТС польза может быть самой разнообразной. Кроме того, современные ТС, как правило, являются многоцелевыми. Поэтому это понятие конкретно не раскрывает совокупность всех существенных свойств и не может, по нашему мнению, выступать в качестве системной оценки ТС. В экономико-математических исследованиях под полезностью понимается категория, означающая результат, эффективность экономического решения или деятельности (Лопатников Л.И. Краткий экономико-математический словарь. М.: Наука, 1979). Различный смысл этому термину придается и в других областях знания: а психологии, социологии, в теории игр, политической экономии... Например, в марксистской политэкономии принята категория общественной полезности, введенная К. Марксом: под ней понимается объективный результат производственной деятельности в обществе.

В цитируемом словаре утверждается, что «повсюду, где вы прочитаете слово «полезность», вы можете смело заменить его словами "предпочтительность", "результат", "эффект"». Но в ряде случаев конечным результатом может быть достижение свойств, имеющих узкую направленность. Например, надежность. Но ТС может быть надежной, но неэкономичной — и поэтому не должна быть выбранной для внедрения в народное хозяйство.

Таким образом, понятия «полезность» и «результативность» нежелательно применять в качестве системной оценки ТС.

Слово *целесообразный* понимается как соответствующий поставленной цели (Ожегов С.И. Словарь русского языка. М.: Сов. энцикл., 1972). Но, во-первых, целей даже у одной ТС может быть много; во-вторых, не все цели могут быть сформулированы при системном исследовании; в-третьих, даже сформулированная цель в ряде случаев может быть необоснованной и не требует своего достижения на данном отрезке времени или в ближайшем будущем. Поэтому этот термин не является глобальным для системной оценки ТС.

Понятие *прогрессивный* означает возрастающий (Ожегов С.И. Словарь русского языка. М.: Сов. энцикл., 1972). Но эта прогрессивность может носить локальный характер (например, по одному, двум свойствам) и поэтому не отвечает требованиям системной оценки.

Слово *рациональный* понимается как разумный, целесообразный, обоснованный (Словарь иностранных слов. М.: Гос. изд-во иностран. и нац. слов, 1954). Но разум, точнее абстрактное мышление не является единственным источником истинного знания. Ведь из философии известно, что рационализм недооценивает роль чувственного познания и полагает, что человек способен познать мир интуитивно, вне всякого опыта. Отрыв понятий и других форм мышления от ощущений и восприятий приводит рационалистов в конечном счете к идеализму. Следовательно, использование рационального критерия неизбежно приведет к искажению познавательного процесса, к отрыву мысли от действительности и поэтому недопустимо.

Технический уровень есть степень величины, значимости, развития какого-либо технического свойства (Ожегов С.И. Словарь русского языка. М.: Сов. энцикл., 1972). Но как мы убедились, для оценки ТС недостаточно иметь набор только технических параметров, что значительно снижает объективность и точность оценки ТС.

Технологичность конструкции и *надежность* ТС есть отдельные, локальные свойства ТС, которые, согласно Методике оценки уровня качества промышленной продукции (М.: Изд-во стандартов, 1971), входят в более обобщенное свойство — качество. В свою очередь, и *качество* ТС не может выступать в виде окончательной оценочной характеристики, так как не учитывает категорию количества, необходимого для удовлетворения потребностей государства. Понятие ценность понимается как категория, выражаемая в деньгах, что имеет высокую стоимость и важность (Толковый словарь русского языка / Под ред. Д.Н. Ушакова. М.: Гос. изд-во иностран. и нац. слов, 1938. Т. 2). Но мы уже убедились, что такое содержание является необходимым, но не достаточным для системной оценки. Кстати, то же самое можно сказать и об экономической эффективности ТС.

Производительность труда — один из обобщающих показателей, характеризующих эффективность общественного производства (Смирницкий Е. К. Пятилетка эффективности, пятилетка качества: Слов.-справ. М.: Изд-во полит. лит-ры, 1979). Уровень производительности общественного труда по народному хозяйству в целом определяется отношением объема произведенного национального дохода к среднесписочному количеству работников, занятых в отраслях материального производства.

На совещании в отделе науки ЦК КПСС, проведенном в апреле 1978 г., отмечалось, что «в экономической науке утвердилось вполне определенное понимание категории эффективности производства как обобщающего выражение экономии живого и овеществленного труда, т.е. повышения производительности труда в масштабе общества (Коммунист. 1978. № 10. С. 70).

Условия труда являются частными показателями и не могут быть использованы в виде критерия системной оценки ТС.

Оптимальность (оптимум) — употребляется по меньшей мере в трех значениях (Лопатников Л.И. Краткий экономико-математический словарь. М.: Наука, 1979):

— наилучший вариант из возможных состояний системы — его ищут, «решая задачи на оптимум»;

— наилучшее направление изменений (поведения) системы («выйти на оптимум»);

— цель развития, когда говорят о «достижении оптимума».

Термин «оптимальность» означает характеристику качества принимаемых решений (оптимальное решение задачи, оптимальный план, оптимальное управление), характеристику состояния системы или ее поведения (оптимальная траектория, оптимальное распределение ресурсов, оптимальное функционирование системы) и т. п.

Оптимум и оптимальность — не абсолютные понятия: нельзя говорить об оптимальности вообще, вне условий и без точно определенных критериев оптимальности. Решение, наилучшее в одних условиях и с точки зрения одного критерия, может оказаться далеко не лучшим в других условиях и по другому критерию. К тому же следует оговориться, что в реальной экономике, поскольку она носит вероятностный характер, оптимальное решение на самом деле не обязательно наилучшее. Приходится учитывать также фактор устойчивости решения. Может оказаться так, что оптимальный расчетный план неустойчив: любые, даже незначительные отклонения от него могут привести к резко отрицательным последствиям. И целесообразно будет принять не оптимальный, но зато более устойчивый план, отклонения которого окажутся не столь опасными. Вот почему и термин «оптимальность» не может быть использован для глобальной системы оценки.

Совершенство — полнота всех достоинств, высшая степень какого-нибудь качества (Ожегов С.И. Словарь русского языка. М.: Сов. энцикл., 1972).

По нашему мнению, именно это понятие наряду с производительностью труда (эффективность производства) может быть рекомендовано для глобальной системной оценки современных ТС. Однако, учитывая государственные директивы в отношении категории *эффективность производства* и то, что вся разработка проблемы измерения результатов деятельности любого хозяйствования сконцентрирована вокруг эффективности (Сыроежин И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества. М.: Экономика, 1980), мы считаем целесообразным принять этот термин в качестве основополагающего.

К сожалению, в научно-технической литературе понятие эффективности очень многообразно. Поэтому ниже мы уточним этот термин. О понятийном аппарате специально и говорить не приходится, так как уже наши рассуждения о методологии, методах и принципах потребовали его применения. Представляется совершенно неоспоримым, что любые методы и принципы исследования в их применении к решению конкретно-научных проблем лишь тогда станут полностью эффективными, когда они будут пользоваться точным, строгим научным языком.

И наконец, третий аспект методологии — принципы, оценки.

2.2.4. Принципы системного анализа

Целью всех споров и всякого исследования является установление принципов; а если эта цель не достигнута, то человеческий разум никогда не может ничего решить.

Мишель Монтень

Принцип — это обобщенные опытные данные, это закон явлений, найденный из наблюдений. Поэтому их истинность связана только с фактом, а не с какими-либо домыслами. Из принципов путем логико-математического рассуждения получают в применении к конкретным ТС бесчисленные следствия, охватывающие всю область явления и составляющие безукоризненную теорию. Теории такого рода необычайно прочны и незыблемы: они построены из самого добротного материала — верного опыта и тонкого рассуждения (Добровольский В.К. Экономико-математическое моделирование. Киев: Наукова думка, 1975). В формулировке принципов существует некоторый элемент условности, связанный с общим уровнем развития науки в данную историческую эпоху. Поэтому происходит постепенное уточнение принципов, но не их отмена или пересмотр.

По своей структуре методы и принципы имеют общие черты и различия. Метод — это не фактическая деятельность, а возможные ее альтернативные способы. Принцип — это постоянно и последовательно применяемый метод. Следовательно, по мере того как метод теряет свою альтернативность, становится все больше и больше преобладающим вариантом или даже единственным вариантом действий, тем меньше он метод и тем больше он принцип (Методы управления социалистическим предприятием / Под ред. Г.Х. Попова. М.: Экономика, 1970). Принцип мы не выбираем, мы ему следуем постоянно.

Известно, что принципы всеобщей связи и развития как основополагающие принципы диалектики в условиях НТР подвергаются дальнейшему развитию и конкретизации в применении их к естествознанию и технике. Представляется, что для более плодотворного использования философских категорий, в том числе и принципов, необходимо, чтобы между ними и частными естественными и техническими знаниями (науками) находились связующие звенья. Одним из них и является системный анализ. Именно он и позволяет реализовать непосредственный контакт, стыковку философских положений и методов (принципов) конкретных наук.

Чем же определяется исключительная важность принципа как такового?

Приведем лишь два исторических высказывания.

1. Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых факторов [Клод Гельвеций (1715—1771) — французский философ-материалист].

2. В вопросе о системах нагромодили столько ошибок лишь потому, что не вскрыли достоинств и недостатков этих принципов, на которых они покоятся [Этьен Бонно де Кондильяк (1715—1780) — французский философ-просветитель. (Собрание сочинений: В 3 т. М., 1982. Т. 2. С. 490)].

Еще раз повторим, что сначала системный анализ базировался главным образом на применении сложных математических приемов. Спустя некоторое время ученые пришли к выводу, что математика неэффективна при анализе широких проблем со множеством неопределенностей, которые характерны для исследования и разработки техники как единого целого. Об этом говорят многие ведущие специалисты-системщики (Черняк Ю. И. Системный анализ в управлении экономикой. М.: Экономика, 1975; Морозов В. Д. Научно-техническая революция и диалектика. Минск: Высш. шк., 1976; Квейд Э. Анализ сложных систем. М.: Сов. радио, 1969 и др.). Поэтому стали выработываться концепция такого системного анализа, в котором делается упор преимущественно на разработку новых по своему существу диалектических принципов научного мышления, логического анализа сложных объектов с учетом их взаимосвязей и противоречивых тенденций. При таком подходе на первый план выдвигаются уже не математические методы, а сама логика системного анализа, упорядочение процедуры принятия решений. И видимо, не случайно, что в последнее время под системным подходом зачастую понимается некоторая совокупность системных принципов (Морозов В. Д. Научно-техническая революция и диалектика. Минск.: Высш. шк., 1976).

Какие же основные принципы системного анализа могут лечь в основу теории оценки ТС?

Анализ научно-технической литературы показывает, что на современном этапе НТР системные принципы, к большому сожалению, далеко не систематизированы и полностью не раскрыты, являются неразработанными и развитыми до вида, удобного для практического применения (Саркисян С. А, Ахундов В. М., Минаев Э. С. Большие технические системы. Анализ и прогноз развития. М.: Наука, 1977; Райзберг В. А, Голубков Е. П., Пекарский Л. С. Системный подход в перспективном планировании. М.: Экономика, 1975; Морозов В. Д. Научно-техническая революция и диалектика. Минск: Высш. шк., 1976 и др.). И поэтому не случайно, что системный анализ в ряде крупных разработок вообще отсутствует (Черняк Ю. И. Системный анализ в управлении экономикой. М.: Экономика, 1975).

Применительно к решаемой проблеме рассмотрим один из необходимых принципов системного анализа — принцип оптимальности. Известно, что характерной чертой современного развития (а развитие — это один из принципов диалектики!) является выбор наиболее подходящего варианта ТС. В живой природе подобное совершается в виде естественного отбора, хотя имеет место и искусственный отбор, например в деятельности селекционеров. В развитии ТС мы также должны иметь дело с отбором. В ходе технического освоения научных достижений важно выбирать такие творческие решения, которые являются лучшими по комплексу показателей для заданных условий. Но что значит «лучшие»? Разные авторы каждый по-своему определяет этот термин (Квейд Э. Анализ сложных систем. М.: Сов. радио, 1969; Оптнер С. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. М.: Сов. радио, 1969; Хитч Ч., Маккин Р. Военная экономика в ядерный век. М.: Воениздат, 1964 и др.). Как

воспользоваться такими определениями в каждом конкретном случае — неизвестно.

Развитие методов системного анализа позволило внести в принцип оптимальности новое содержание. «Задача заключается не в том, чтобы найти решение лучше существующего, а в том, чтобы найти самое лучшее решение из всех возможных» (Черчмен У. и др. Введение в исследование операции. М.: Наука, 1968). С точки зрения системного анализа в такой задаче наиболее интересным становится методологический аспект. Если раньше оптимизация была связана в основном только с анализом, то в настоящее время она невозможна при требовании своей полноты без использования методов синтеза. Необходимость синтетических методов вытекает из принципа *эмерджентности* (Эшби У. Росс. Введение в кибернетику. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1959), который является дальнейшим развитием оптимальности. Этот сравнительно новый и малоизвестный принцип системного анализа выражает следующее важное свойство системы: чем больше система и чем больше различие в размерах между частью и целым, тем выше вероятность того, что свойства целого могут сильно отличаться от свойств частей. Данный принцип подчеркивает возможность несовпадения локальных оптимумов целей отдельных частей с глобальным оптимумом цели системы. Поэтому он указывает на необходимость в целях достижения глобальных результатов принимать решения и вести разработки по совершенствованию систем не только на основе данных анализа, но и их синтеза.

Следует отметить, что принцип эмерджентности является выражением закона материалистической диалектики — перехода количества в качество.

Принцип системности выступает как одна из граней диалектической философии, как конкретизация и развитие диалектического метода. «Чтобы действительно знать предмет, надо охватить, изучить все его стороны, все связи и опосредствования. Мы никогда не достигаем этого полностью, но требование всесторонности предостерегают нас от ошибок...» (Ленин В. И. // Полн. собр. соч. Т. 42. 290).

Принцип системности предполагает подход к новой технике как к комплексному объекту, представленному совокупностью взаимосвязанных частных элементов (функций), реализация которых обеспечивает достижение нужного эффекта, в минимальные сроки и при минимальных трудовых, финансовых и материальных затратах, с минимальным ущербом окружающей среды... Он предполагает исследование объекта, с одной стороны, как единого целого, а с другой стороны, как части более крупной системы, в которой анализируемый объект находится с остальными системами в определенных отношениях. Таким образом, принцип системности охватывает все стороны объекта и предмета в пространстве и во времени!

Принцип иерархии [иерархия от гр. священная власть — порядок подчинения составных нижестоящих элементов и свойств вышестоящим по строго определенным ступеням (иерархическая лестница) и переход от низшего уровня к высшему] есть тип структурных отношений в сложных многоуровневых системах,

характеризуемых упорядоченностью, организованностью взаимодействий между отдельными уровнями по вертикали. Иерархические отношения имеют место во многих системах, для которых характерна как структурная, так и функциональная дифференциация, т. е. способность к реализации определенного круга функций. Причем на более высоких уровнях осуществляются функции интеграции, согласования. Необходимость иерархического построения сложных систем обусловлена тем, что управление в них связано с переработкой и использованием больших массивов информации, причем на нижележащих уровнях используется более детальная и конкретная информация, охватывающая лишь отдельные аспекты функционирования системы, а на более высокие уровни поступает обобщенная информация, характеризующая условия функционирования всей системы, и принимаются решения относительно системы в целом. В реальных системах иерархическая структура никогда не бывает абсолютно жесткой в силу того, что иерархия сочетается с большей или меньшей автономией нижележащих уровней по отношению к вышележащим, и в управлении используются присущие каждому уровню возможности самоорганизации.

Принцип интеграции (интеграция — от лат. целостность, объединение в целое каких-либо частей или свойств, восстановление) направлен на изучение интегративных свойств и закономерностей. А интегративные свойства появляются в результате совмещения элементов до целого, совмещения функций во времени и в пространстве! Синергетический эффект — эффект совмещения действий. Например, в роторно-конвейерных линиях совмещаются транспортные и обрабатывающие функции — эффект их вам известен! А теперь совместите ЛА с ПУ, БАСУ с носителем комплекса и т.д.

Принцип формализации (формальный — относящийся к форме, в противоположность сущности, т. е. несущественный) нацелен на получение количественных и комплексных характеристик.

Эти классические принципы системного анализа, носящие прежде всего философский характер, постоянно развиваются, причем в разных направлениях. Ниже представлены те основные принципы и идеи, которые наиболее тесно связаны с совершенствованием управленческой практики, особенно при принятии крупных решений в сфере экономики США (Арбатов Г. А. Вступительная статья к книге «США: современные методы управления», 1971).

1. Процесс принятия решений (ППР) должен начинаться с выявления конечных целей, которые хотят достичь. Эта идея может быть сочтена элементарной, простым правилом здравого смысла, но и весь СА, по мнению американского ученого А. Энтовена, представляет собой просвещенный здравый смысл. Особенно острая потребность в СА возникает тогда, когда хочется многого, а возможности и средства ограничены. В этих условиях важна упорядоченная процедура определения целей — выяснение их приоритетов и иерархии, соподчиненности, взаимной связи и т. д.

2. К каждой крупной задаче необходимо подходить как к сложной системе, т. е. выявляя все взаимосвязи и последствия того или иного решения — как по вертикали (по времени), так и по горизонтали (с

точки зрения влияния на другие отрасли экономики, на политику и т.д.). Идея системы в том и состоит, что изменения в одном ее элементе вызывают цепную реакцию изменений в других. Надо отметить, что в эволюции управления в начале 1970-х годов произошел существенный сдвиг. Долгое время эта эволюция шла в направлении все более узкой специализации — функции дробились, становились все более специальными и узкими. Это начинало заводить управленческую деятельность в очевидный тупик. Именно поэтому уже в те годы лозунгом дня стала интеграция, т. е. попытки охватить весь комплекс проблем, заранее предугадать всю систему взаимодействий и взаимозависимостей и учесть не только прямые, но и косвенные, не только непосредственные, но и отдаленные последствия принимаемых решений.

Расширение масштабов мирового хозяйства и усложнение взаимосвязей между входящими в него элементами в условиях высоких темпов социального и научно-технического прогресса объективно приводят к тому, что ряд крупных проблем не может быть эффективно решен с помощью изолированных частных мер (предметных знаний!) или систем только отраслевого либо только территориального управления (тоже предметных знаний, только более широких). В первую очередь это относится к проблемам, охватывающим смежные сферы и требующим всесторонней объективной оценки (социальной, экономической, технической, политической и пр.).

3. При подготовке решения обязательно выявление возможных альтернатив, т. е. разных путей к целям, разных методов решения каждой задачи, анализ достоинств и недостатков каждого из них, с тем чтобы можно было выбрать оптимальный, т. е. в данных условиях самый лучший.

Важно, чтобы набор основных альтернатив представлялся высшему руководству — тем, кто принимает окончательные решения, будучи свободным от ведомственных соображений и имея более широкий взгляд на совокупность всех существенных в данном случае факторов.

Естественно, что речь идет об обоснованных альтернативах, подготовленных таким образом, чтобы были видны плюсы и минусы каждой из них, относительные достоинства и недостатки. Это предполагает, в частности, выработку объективных критериев оценки различных вариантов решения, дающих возможность сравнить эти варианты и таким путем выбрать наилучший. Американской наукой определен ряд таких критериев в зависимости от сферы применения (стоимость — эффективность, стоимость — выгода и др.).

4. Механизм управления должен быть подчинен цели или задаче, которая реализуется с его помощью, т.е. структура организации приспосабливается к цели, а не наоборот. Этот принцип получает в практике управления все более распространение в противовес традиционной функциональной организации. Все более типичной структурой организации в промышленности и сельском хозяйстве становится программно-целевая, т.е. специально приспособленная для решения поставленной задачи, способная создать надежное организационное обеспечение для реализации решения.

Организационные структуры при этом стараются создавать гибкие, легко приспосабливающиеся к специфике программы, способные совершенствоваться, так сказать, на ходу.

5. Принцип «скользящего» планирования и финансирования состоит в том, что в рамках долговременной программы, рассчитанной на достижение той или иной конечной цели, устанавливаются среднесрочные планы, которые каждый год сдвигаются на год. Например, в США в ряде областей деятельности на федеральном уровне утвердилась практика составления планов на 5 лет (особенно в области военного строительства). Но эти планы, как правило, рассчитываются на 5 лет вперед каждый год: скажем, план на 1998 — 2002 гг. будет в этом случае выглядеть как план на 1998 г. плюс четыре последующих года и т. д.

Такой порядок составления планов и финансирования дает в сравнении с «жестким» сроком планирования, не сдвигающимся от года к году, ряд преимуществ. Одно из них состоит в том, что предприятия и отрасли в каждый момент знают свои перспективы на несколько лет вперед. При жестком же планировании они могут иметь такие перспективы лишь в первом году программы, а в последнем году перспектива будет ясна лишь на один год или несколько месяцев. Другое преимущество заключается в том, что открывается возможность постоянно вносить в планы, без их ломки, необходимые коррективы, связанные с новыми открытиями, изменениями в экономике и пр. Открывается широкая возможность как бы для обратной связи — не только от плана к практике, но и от практики к плану.

Каждая из перечисленных идей (принципов), даже отдельно взятая, при своем практическом осуществлении может дать определенный эффект. Но эффект возрастает, если они применяются в комплексе. Тогда эти идеи превращаются в определенную *систему принятия решений* и управления, позволяющую более эффективно руководить сложными программами. При этом процесс управления расчленяется на следующие элементы:

— выявление и обоснование конечных целей и уже на этом основании — промежуточных целей и задач, которые необходимо решать на каждом данном этапе;

— выявление и сведение в единую систему частей решаемой задачи, ее взаимосвязей с другими задачами и объектами, а также последствий принимаемых решений;

— выявление и анализ альтернативных путей решения задачи в целом и ее отдельных элементов (подзадач), сравнение альтернатив с помощью соответствующих критериев, выбор оптимального решения;

— создание (или усовершенствование) структуры организации, призванной обеспечить выполнение принимаемой программы, с тем, чтобы она с наибольшим эффектом обеспечивала реализацию принимаемых решений;

— разработка и принятие конкретных программ финансирования и осуществления работ — как долговременных, рассчитанных на весь срок, необходимый для реализации поставленных перед собой целей (этот план может быть и ориентировочным, своего рода прогнозом), так и средне- и краткосрочных.

На этой основе в США начались попытки внедрения новых систем управления в деятельность государственного аппарата. В качестве пионера выступило военное ведомство. Основные принципы были внедрены в систему планирование — программирование — разработка бюджета (ИПБ), которая стала главным инструментом всего военного строительства. Если говорить коротко, система ИПБ — это система принятия решений по государственным программам и распределения ресурсов. Основное ее назначение — ликвидация разрыва между стратегическим и текущим планированием, а также увязка планирования с финансированием конкретных мероприятий.

Однако внедрение системы ИПБ оказалось далеко не везде успешным. Главная причина — недостаточная подготовка кадров!!!

2.3. Интегральный тип познания

В современном изучении окружающего мира четко прослеживается переход к интегральному типу познания. Он представляет собой воссоединение элементов и процессов известного отражения действительности, логического мышления и интуитивного познания.

М. Г. Чепиков

Познание всегда начинается со знакомства с предметами внешнего мира при помощи органов чувств. Решив изучить какую-либо незнакомую вещь, мы прежде всего тщательно осмотрим ее, если нужно, потрогаем руками, попробуем на вкус и т. д. Живое созерцание объектов является, таким образом, моментом чувственно-практической деятельности. Оно осуществляется в таких формах, как ощущение, восприятие, представление и т. п. Однако чувственное знание, несмотря на его богатство и красочность, дает нам представление лишь об отдельных, внешних сторонах вещей, не раскрывая внутренней их природы, сущности, законов их развития. А ведь в этом и состоит основная задача познания. Здесь и приходит на помощь абстрактное (логическое) мышление. Его основными формами являются понятие, умозаключение, гипотеза и др. В основе логического мышления лежит отвлеченная мысль, мир математических и логических абстракций. Но при его использовании мы, безусловно, отталкиваемся от чувственного познания. Здравый смысл, обычная логика, рациио — эти элементарные средства познания вначале сковывают полет отвлеченной мысли, однако с каждым шагом она все дальше уходит от привычного мира рассудка и на более высоком уровне оказывается ненадежным средством. Отвлеченная мысль дала много полезного для познания: переход от евклидовой геометрии к геометрии Лобачевского или от классической физики Ньютона к физике релятивистской... Однако в случае своей абстрактности отвлеченная мысль не может дать окончательного и подлинного познания реальности.

Приведем три интересных факта.

1. Задолго до установления и опубликования принципа дополнительности в науке Нильса Бора (явление описывается в противоречивых терминах, и можно этот принцип приложить к любой области знания) аналогичным способом строились формулировки христианства и антиномичная (антиномия — от греч. против закона, противоречие между двумя взаимополагающими положениями, признаваемыми одинаково доказуемыми логическим путем) логика буддистов.

2. Религиозная мысль уже давно предвосхитила эйнштейновское понимание времени (с исчезновением материи исчезают пространство и время).

3. По мысли экзистенциалистов, наше мировоззрение зависит от теорий куда меньше, чем мы полагаем (т. е. подрывается вера в науку). Поэтому полнота познания уходит корнями в загадочное «ничто». Следовательно, возникает необходимость искать какой-либо третий аспект в гносеологии, кроме эмпирического и абстрактного. Что же это за аспект?

Сначала несколько опорных сигналов:

«Интуиция — самое совершенное знание» (Г. Лейбниц).

«Доверяйте интуиции как единственному остающемуся у нас пути» (К. Декарт).

«Я связываю интуицию со сферой бессознательного, определяемого "порядком" во Вселенной, не зависящего от нашего произвола» (В. Паули).

«В интуиции прямой путь к познанию Я» (И. Фихте).

«Бытие, расчлененное разумом, всегда дает остаток, и из этого выводит необходимость интуиции» (И. Гете).

«Интуиция переходит за интеллект. В глубину вещей интеллект не в состоянии проникнуть» (А. Бергсон).

К понятию интуиции близко примыкает понятие веры, г. е. внутреннее состояние человека, при котором он убежден в достоверности чего-либо без посредства органов чувств или логического хода мысли.

Итак, речь идет об интуитивном познании.

1. По А. Меню (православный теолог), за исходную точку надо взять самопознание. Действительно, что может быть дано нам более непосредственно, чем наше собственное Я? О нем мы узнаем вовсе не через органы чувств и не через логические операции. Отвлеченное мышление разбивает Личность на тысячи состояний, будучи неспособным объединить их в живое целое, и внутреннее единство Я бесследно ускользает от анализа. Природа сознания, его свойства не могут быть описаны. Чтобы понять их, как и все психическое, необходимо непосредственно пережить. Это наиболее глубинное и полное восприятие реальности превышает ощущения и разум, хотя отнюдь не исключает их. Человек обладает не только ими, но и как бы особым органом внутреннего постижения, который раскрывает перед ними сущность бытия.

2. По П. Симонову (физиолог), современная наука убедительно показала, что самопознание не сводится и не может быть сведено ко «взгляду внутрь себя». На самом деле (хотя это и не осознается, не замечается человеком) мы познаем себя только через других людей,

наблюдая их, сравнивая себя с ними. Другое дело, что каждый из нас видит окружающий мир в чем-то по-своему, и это свое личное уникальное видение мира невозможно передать другим с помощью абстрактных понятий. Вот здесь-то на помощь человеку приходит искусство. К. Станиславский ввел понятие сверхсознания (творческой интуиции) художественного произведения. Эта способность искусства (в отличие от науки!) обращаться к сверхсознанию человека, его способности прямого восприятия истины лучше всего осознала и поставила себе на службу религия. Но между искусством и религией существует огромное различие. Искусство — это форма познания, а поэтому оно, как наука, подлежит проверке действительностью, может быть истинным и ложным. Подобно тому, как критерием правильности научного познания служит объективная истина, критерием художественного познания — правда, выясняемая общественной практикой.

В основе деятельности сверхсознания лежит трансформация и рекомбинация следов ранее полученных впечатлений, возникновение новых ассоциаций. Неосознаваемость (!) этих ранних этапов творчества представляет собой своеобразную защиту рождающихся гипотез от консерватизма сознания, от чрезмерного давления ранее накопленного опыта. Функция их отбора принадлежит сознанию, логике и практике.

Все науки построены на сомнении, на сознании относительности наших знаний о мире и о себе, лишь приближающихся к абсолютной истине. Вера и сомнение — понятия несовместимые. Интуиция устраивает религию только на первом этапе интуитивного познания, на котором наука, искусство и религиозная вера выступают совместно. На втором этапе их дороги расходятся.

3. По Д. Богоявленской (психолог), существует боковое мышление. Она считает, что надо взять на вооружение приемы и средства, которыми пользовались признанные гении. Для этого следует учить студентов не логическому мышлению, а боковому. Совет этот не нов, ибо в древнем Шри-Ланка существовал принцип: обнаружить нечто ценное можно случайно, во время поисков чего-либо другого. Эдвард де Боно утверждал, что способность людей «искать около» и есть боковое (латеральное) нелогическое мышление, которое противопоставляет творческому «вертикальному» мышлению, т.е. логически направленному мыслительному анализу. Явление «выхода» в более широкое пространство столь фундаментально, что крупнейший американский психолог Гилфорд был вынужден выделить в созданной им теории интеллекта специальный фактор, соответствующий именно этой способности «мыслить в разных направлениях», и названный им «дивергентное мышление» (дивергенция — от лат. обнаруживать расхождения). Например, Ч. Дарвин выдвинул идею биологического расхождения признаков организмов в процессе их эволюции: наличие сотни сортов растений, животных, пород и т.д.). Оно стало в последние годы символом веры психологов Запада (например, объект проектирования — изделие, техническая система, жизненный цикл, полный жизненный цикл). Важным понятием при этом становится оригинальность — получение с помощью дивергентного мышления «новых, умных или искусственных идей» (Гилфорд). Дивергенция

многолика... и обозначает еще то, к чему всегда стремилось искусство. Здесь всегда живо желание выйти в безграничную возможность хаоса. И это — большое достижение, ибо хаос есть средство, которое дает жизнь новой идее (вспомните суть синергетики!). Развитием всех этих подходов является научная картина мира. В чем суть проблемы?

Известно, что основы наук представляют собой совокупность знаний из различных теорий. Системное усвоение отдельных теорий является условием необходимым, но недостаточным для создания у студентов целостных представлений о науке. Ведь наука представляет собой внутреннее единое целое, а ее разделение на отдельные области условно.

Каким образом можно создать у студентов современное целостное представление о науке? Какая форма знаний может выполнить эту функцию? В самой науке в качестве такой особой высшей формы систематизации знаний выступает научная картина мира (НКМ). В образовании ПКМ выполняет разные функции — мировоззренческую, систематизации знаний (о ней говорилось выше) и формирование стиля мышления — и выступает как итог системного усвоения основ наук.

Мировоззренческая функция — формирование представлений о материи, движении, пространстве и времени, что составляет неотъемлемую часть научного мировоззрения.

Формирование современного стиля мышления необходимо для успешного усвоения знаний как в настоящем, так и в будущем.

Единого мнения о видах стиля мышления нет. Здесь сошлемся лишь на мнение А.И. Субетто, выделявшего стили:

- синтетический — на уровне системного подхода;
- идеалистический (теоретический) — связанный с поиском решений;
- прагматический — средний между синтетическим и идеалистическим;
- аналитический — формально-логические методы;
- реалистический — эмпирико-индуктивные методы;
- смешанные стили.

Что же такое НКМ, каков состав входных в нее элементов? НКМ — это модель, образ действительности, в основе которого лежат данные конкретных наук о природе и обществе. Картину, отражающую научное представление о природе, называют обычно естественно-научной (Михайловский В.Н., Светов Ю.И. Научная картина мира: архитектоника, модели, информатизация. СПб.: Петрополис, 1993; Зорина Л.Я. Системность — качество знаний. М.: Знание, 1976).

Базисную, фундаментальную часть НКМ составляет физическая картина мира. Она есть совокупность взглядов и представлений о материи и связи ее с движением, о формах ее существования — пространстве и времени, о характере закономерностей, существующих в природе. С развитием науки меняется и картина мира, но изменение ее происходит несравненно медленнее, чем накопление конкретных знаний. Так, в физике за все время ее существования как науки (с XVII в.) выделяются следующие картины мира: механическая, электромагнитная, релятивистская и кванторелятивистская.

Механическая картина мира — совокупность взглядов и представлений о материи, движении, пространстве и времени, основанных на механике Ньютона.

Основу *электромагнитной картины мира* составляют теория Максвелла и концепция Фарадея об эфире.

Релятивистская картина мира основана на теории относительности Эйнштейна, а *кванторелятивистская* — на теории относительности и квантовой механике...

В НКМ как бы совмещаются, нанизываются все теории, благодаря чему она и может выполнять функцию систематизации знаний в содержании образования. Одновременно она выполняет и мировоззренческую функцию. Важная особенность этой формы существования знаний — это специфичность употребляемых терминов: «материя», «движение», «пространство», «время». Эти термины не являются химическими, биологическими или физическими — они являются философскими. В то же время они конкретизируются, раскрываются в терминах отдельных наук. Вследствие этого содержание научной картины мира представляет собой сплав научных и философских понятий.

Представление о материи, движении, пространстве и времени составляет неотъемлемую часть научного мировоззрения. Формируя их, мы должны одновременно касаться разных теорий, рассматривать их смену, показывать студентам эволюцию картины мира. Тем самым студенты убеждаются в неограниченной способности человеческого познания при сохранении относительности знания в каждый исторический момент. Научное познание мира предстает перед ним как процесс, выявляются его главнейшие механизмы. Представления же о познании также являются неотъемлемой частью научного мировоззрения.

Об этом пишут сами студенты: «Я поняла, что физика — это не от и до, как в учебнике, а что еще очень много непонятного, неоткрытого, что все законы, которые мы выучивали, тоже относительны, что такие понятия, как "абсолютное время" и "пространство", не такие уж абсолютные, что материя существует не только как вещество, но и в виде полей»; «Ко всем законам физики подходишь не как к устоявшимся схемам, а как к отправным точкам дальнейших открытий».

Важной задачей высшего образования является формирование у студентов современного стиля мышления. Это необходимо для успешного усвоения знаний, как в настоящем, так и в будущем. Стиль мышления всегда связан с научной картиной мира. Например, во времена господства механической картины мира было общепринятым представление, согласно которому любой процесс природы допускает описание в терминах механики, любой закон движения и взаимодействия сводится к классическим законам механики. И. Кант писал в этот период, что без принципа механизма природы не может быть никакого естествоведения вообще. (Кант И. Критика способности суждения. СПб, 1898. С. 313).

«Мне кажется,— говорил крупнейший физик XIX в. Уильям Томсон,— что истинный смысл вопроса: понимаем или не понимаем

физическое явление? — сводится к следующему: можем ли мы построить соответствующую механическую модель? Я остаюсь неудовлетворенным, пока я не построю такой модели; если я смогу ее сделать — я пойму; в противном случае я не понимаю» (Цит. по кн.: Спиркин А. Курс марксистской философии. М: Соцэкгиз, 1963. С. 79).

Для современного стиля мышления характерна диалектичность. Это понимание того, что сами понятия, знания об объекте развиваются, что всякое знание имеет границы применимости, это умение отказываться от прошлых и принимать новые идеи, как бы они ни противоречили здравому смыслу. Но это умение досталось большой ценой. Именно отсутствие такого умения было причиной того, что многие ученые в период, известный в науке под названием кризиса в физике, отошли от материализма. Ученые не могли поверить, что классическая механика, эта внутренне стройная, законченная система, применяющаяся в разных научных областях и оправдавшая себя на практике бесчисленное множество раз, может иметь границы своей применимости. Ломка всегда трудна, но в то же время она необходима для развития диалектических свойств мышления. Поэтому формирование у студентов современной научной картины мира и одновременно представлений об ее эволюции есть необходимое условие формирования у них современного стиля мышления. Овладение этим стилем мышления, в свою очередь, является основой для дальнейшего образования.

Процесс формирования у учащихся современной научной картины мира целесообразно разделить на два этапа. На первом этапе — назовем его подготовительным — все вопросы, относящиеся к научной картине мира, рассматриваются одновременно, параллельно с предметным материалом в течение всего обучения. На втором этапе — заключительном — научная картина мира должна стать предметом специального рассмотрения в целях систематизации всех знаний, показа учащимися процесса познания и связи научной картины мира со стилем мышления. Очень важно на этом этапе привлечь внимание студентов к тем фактам из истории науки, которые привели к смене картин мира.

Создание картины мира — это не открытие новых законов, а построение на основе существующих (т.е. открытых) модели, наиболее полно отражающей мир. (Грубый пример: кубики спрятаны в различных частях комнаты. Их сначала надо найти — этим занимается конкретная наука. Потом из них строят здание, более или менее похожее на то, что находится за окном, — картина мира).

Эти ответы свидетельствуют о том, что научная картина мира действительно способна выполнить в содержании образования функцию систематизации всех знаний и что эти вопросы представляют значительный интерес для учащихся.

Системность знаний студентов — это такая совокупность знаний, структура которой подобна структуре научной теории. Для того чтобы знания у учащихся были системными, они должны знания, получаемые в процессе обучения во временной и линейной последовательности, непрерывно перестраивать, связывая эти знания друг с другом в зависимости от их статуса в теории. В качестве средства для такой

перестройки выступают знания о знаниях, схемы описания видов знаний. Для целостного усвоения знаний по основам наук необходимо создание у учащихся представления о научной картине мира. Процесс ее формирования можно образно сравнить с постройкой здания. В качестве строительного материала выступают понятия, факты, законы. Этот материал используется для постройки отдельных этажей здания — научных теорий. Крышей этого здания является научная картина мира. Именно в ней все связывается, давая при этом знание целостное и большее, чем содержится в каждой теории в отдельности.

Формирование системности знаний студентов связано с осознанностью усваиваемых теоретических знаний, с сохранением их в памяти целыми блоками. А это сокращает нагрузку на память. Системность знаний и те средства, которые применяются для ее достижения, являются предпосылкой дальнейшего рационального овладения знаниями. В самом деле, коль скоро студент будет осознавать природу знаний, пути их получения и фиксации, состав и структуру научной теории, столь скоро он сможет осмысливать новые знания по образцу той структуры, которая им усвоена в школе. Установка на осмысление знаний в определенной структуре побуждает обучающегося формулировать вопросы, на которые он должен будет искать ответ в разных источниках, критически рассматривать новую информацию. Все это является необходимыми элементами творческого мышления.

Обучение, формирующее системные теоретические знания, как мы видели, оказывает положительное влияние на интерес студентов к науке.

Таким образом, полноценное обучение всегда развивает и воспитывает, т.е. при этом выполняется основной принцип дидактики, утверждающий неразрывность обучения, развития и воспитания.

В заключение надо подчеркнуть, что системность — хотя и очень важная, но не единственная характеристика знаний студентов. Их знания характеризуются и другими качествами, такими как осознанность, систематичность, прочность, гибкость (умение ими оперировать в различных нестандартных ситуациях), действенность. Выяснение качественных характеристик знаний, их взаимосвязи, условий их формирования должно привлечь внимание не только ученых-дидактов, но и всех творчески работающих преподавателей высшей школы.

Вывод: только в органическом сочетании непосредственного опыта, отвлеченного мышления и интуиции рождается высший интегральный тип познания.

Интуиция, вдохновение не вызываются ни научной, ни логической мыслью. Наука может осуществлять свои завоевания лишь путем опасных внезапных скачков ума, когда проявляются способности, освобожденные от оков строгого рассуждения, которые называются воображением, интуицией (по В.Вернадскому).

ГЛАВА 3. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Этот Космос, один и тот же для всего сущего, не со-
здал
никто из богов и никто из людей, но он всегда был,
есть
и будет вечно живым огнем, мерно воспламеняющим-
ся
и мерно угасающим.

Гераклит

3.1. Рабочие этапы реализации системного анализа

Практика выше (теоретического) познания,
ибо она имеет не только достоинство
в с е о б щ н о с т и (разрядка моя. — В. С.),
но и непосредственной действительности.

В. И. Ленин

Первоначально целесообразно установить принципиальную последовательность этапов СА. Каждый автор предлагает свою классификацию, отражающую сферы его деятельности. При рассмотрении авторских классификаций выявляются большая общность воззрений и принципиальное единство подходов к разделению СА на этапы. В табл. 3.1 представлены классификации советско-российских и американских исследователей, представляющих различные школы СА.

Универсальным средством методологии СИ является четкое выделение пяти логических элементов в процессе исследования любых систем, подсистем и других элементов. Как указывает Ч. Хитч, бывший помощник министра обороны США, возглавлявший внедрение СА в военных ведомствах, к ним относятся:

- 1) цель или ряд целей;
- 2) альтернативные средства (или системы), с помощью которых может быть достигнута цель;
- 3) затраты ресурсов, требуемых для каждой системы;
- 4) математическая и логическая модели, каждая из которых есть система связей между целями, альтернативными средствами их достижения, окружающей средой и требованиями на ресурсы;
- 5) критерий выбора предпочтительной альтернативы; с его помощью сопоставляют некоторым способом цели и затраты, например путем максимального достижения цели при некотором запрашиваемом или заранее заданном бюджете.

Однако это абстрактный подход. Поэтому в табл. 3.2 предлагается более углубленная и принципиальная последовательность работ системного анализа (Черняк Ю.И. Системный анализ в управлении экономикой. М.: Экономика, 1975).

Таблица 3.1

Сравнительная классификация этапов СА

По С.Л. Оптнеру	По С. Янгу	По Н.П. Федоренко	По С. П. Никанорову
<i>Школа и объекты ее изучения</i>			

Классическая американская школа СА, занимающаяся оценкой и выбором систем вооружения, промышленных систем и капиталовложений (Б. Радвиг, З. Квейд)	Школа системного проектирования и управления организациями	Советско-российская экономико-математическая школа, представители которой работают на высших уровнях планирования народного хозяйства	Советско-российская школа, представители которой работают на отраслевом уровне и связаны с разработкой АСУ и пр.
Основные этапы СА			
<p>Определение актуальности проблемы; определение целей; определение структуры ТС и ее дефектов; определение возможностей; нахождение альтернатив; оценка альтернатив; выработка решения; признание решения; запуск решения; управление реализацией решения; оценка реализации и ее последствий</p>	<p>Определение целей организации; выявление проблемы; диагностика (определение, распознавание); поиск решения; оценка и выбор альтернатив; согласование решения; утверждение решения; подготовка к вводу в действие; управление применением решения; проверка эффективности</p>	<p>Формулирование проблемы; определение целей; сбор информации; разработка максимального количества альтернатив; отбор альтернатив; построение модели в виде уравнений, программ или сценария; оценка затрат; испытание чувствительности решения (параметрическое исследование)</p>	<p>Обнаружение проблемы; оценка актуальности проблемы; анализ ограничений проблемы; определение критериев; анализ существующей системы; поиск возможностей (альтернатив); выбор альтернативы; обеспечение признания; принятие решения (принятие формальной ответственности); реализация решения; определение результатов решения</p>
Библиография			
<p>1. 1960: СА для руководителей (не переведена на рус. яз.). 2. Написана в 1965, издана в 1968, переведена у нас в 1969 г.: СА для решения деловых и промышленных проблем. М.: Сов. радио, 1969. С. 216</p>	<p>Системное управление организацией. М.: Сов. радио, 1972. С. 456</p>	<p>СП к изучению эконом. явлений // Математика и кибернетика в экономике, 1975. О разработке системы оптимального функционирования экономики. М.: Наука. С. 968; Оптимизация экономики. М.: Наука, 1977. Комплексное народнохозяйственное планирование / Под ред. Н.П. Федоренко. М.: Экономика, 1974</p>	<p>СА: этап развития методологии решения проблем в США. Вступ. ст. в кн. С. Оптнера. Конструирование организаций — состояние, значение, проблемы. Вступ. статья в кн. С. Янга</p>

Дадим комментарий ко всем 12 этапам СА.

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. Надуманные проблемы маскируют актуальные проблемы. Правильное и точное формулирование проблемы является первым и необходимым этапом системного исследования и, как известно, может быть равносильно половине решения проблемы.

Этапы	Научные инструменты
<i>I. Анализ проблемы</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Обнаружение проблемы 2. Точное формулирование проблемы. 3. Анализ развития проблемы (в прошлом и в будущем). 4. Определение внешних связей проблемы (с другими проблемами). 5. Выявление принципиальной разрешимости проблемы 	<p>Методы: сценариев, диагностический, деревьев целей, экономического анализа кибернетические модели</p>
<i>II. Определение системы</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Специфика задачи. 2. Определение позиции наблюдателя. 3. Определение объекта. 4. Выделение элементов (определение границ разбиения системы). 5. Определение подсистем. 6. Определение среды 	<p>Методы: матричные, кибернетические модели</p>
<i>III. Анализ структуры системы</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение уровней иерархии (в ВС). 2. Определение аспектов и языков (в СС). 3. Определение процессов функций (в ДС). 4. Определение и спецификация процессов управления и каналов информации (в УС). 5. Спецификация подсистем. 6. Спецификация процессов, функций текущей деятельности (рутинных) и развития (целевых) 	<p>Методы: диагностические, матричные, сетевые, морфологические, кибернетические модели</p>
<i>IV. Формулирование общей цели и критерия системы</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение целей, требований надсистемы. 2. Определение целей и ограничений среды. 3. Формулирование общей цели. 4. Определение критерия. 5. Декомпозиция целей и критериев по подсистемам. 6. Композиция общего критерия из критериев подсистем 	<p>Методы: экспертных оценок («Дельфи»), деревьев целей, экономического анализа, морфологический, кибернетические модели, нормативные операционные модели (оптимизационные, игровые, имитационные).</p>
<i>V. Декомпозиция цели, выявление потребностей в ресурсах и процессах</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Формулирование целей — верхнего ранга. 2. Формулирование целей — текущих процессов. 3. Формулирование целей — эффективности. 4. Формулирование целей — развития. 	<p>Методы: деревьев целей, сетевые, описательные модели, моделирования</p>

5. Формулирование внешних целей и ограничений. 6. Выявление потребностей в ресурсах и процессах	
<i>VI. Выявление ресурсов и процессов, композиция целей</i>	
1. Оценка существующих технологии и мощностей. 2. Оценка современного состояния ресурсов. 3. Оценка реализуемых и запланированных проектов. 4. Оценка возможностей взаимодействия с другими системами. 5. Оценка социальных факторов. 6. Композиция целей	Методы: экспертных оценок («Дельфи»), деревьев целей, экономического анализа
<i>VII. Прогноз и анализ будущих условий</i>	
1. Анализ устойчивых тенденций развития системы. 2. Прогноз развития и изменения среды. 3. Предсказание появления новых факторов, оказывающих сильное влияние на развитие системы. 4. Анализ ресурсов будущего. 5. Комплексный анализ взаимодействия факторов будущего развития. 6. Анализ возможных сдвигов целей и критериев	Методы; сценариев, экспертных оценок («Дельфи»), деревьев целей, сетевые, экономического анализа, статистический, описательные модели
<i>VIII. Оценка целей и средств</i>	
1. Вычисление оценок по критерию. 2. Оценка взаимозависимости целей. 3. Оценка относительной важности целей. 4. Оценка дефицитности и стоимости ресурсов. 5. Оценка влияния внешних факторов, 6. Вычисление комплексных расчетных оценок	Методы: экспертных оценок («Дельфи»), экономического анализа, морфологический метод
<i>IX. Отбор вариантов</i>	
1. Анализ целей на совместимость и входимость. 2. Проверка целей на полноту. 3. Отсечение избыточных целей. 4. Планирование вариантов достижения отдельных целей. 5. Оценка и сравнение вариантов. 6. Совмещение комплекса взаимосвязанных вариантов	Методы: деревьев целей, матричные, экономического анализа, морфологический
<i>X. Диагноз существующей системы</i>	
1. Моделирование технологического и экономического процессов. 2. Расчет потенциальной и	Методы: диагностические, матричные, экономического анализа, кибернетические модели

<p>фактической мощностей. 3. Анализ потерь мощности. 4. Выявление недостатков организации производства и управления. 5. Выявление и анализ мероприятий по совершенствованию организации</p>	
<p><i>XI. Построение комплексной программы развития</i></p>	
<p>1. Формулирование мероприятий, проектов и программ. 2. Определение очередности целей и мероприятий по их достижению. 3. Распределение сфер деятельности. 4. Распределение сфер компетенции. 5. Разработка комплексного плана мероприятий в рамках ограничений по ресурсам во времени. 6. Распределение по ответственным организациям, руководителям и исполнителям</p>	<p>Методы: матричные, сетевые, экономического анализа, описательные модели, нормативные операционные модели</p>
<p><i>XII. Проектирование организации для достижения целей</i></p>	
<p>1. Назначение целей организации. 2. Формулирование функций организации. 3. Проектирование организационной структуры. 4. Проектирование информационных механизмов. 5. Проектирование режимов работы. 6. Проектирование механизмов материального и морального стимулирования</p>	<p>Методы: диагностические, деревья целей, матричные, сетевые методы, кибернетические модели</p>
<p>Примечание. <i>Неформальные методы:</i> метод сценариев, метод экспертных оценок («Дельфи»), <i>диагностические методы:</i> <i>графические методы:</i> метод деревьев целей, матричные методы, сетевые методы; <i>количественные методы:</i> методы экономического анализа, морфологические методы, статистические методы; <i>методы моделирования:</i> кибернетические модели, описательные модели, нормативные операционные модели (оптимизационные, имитационные, игровые).</p>	

II. Чтобы построить систему, проблему надо разложить на комплекс четко сформулированных задач. При этом в случае БС задачи образуют иерархию, в случае СС — спектр, т.е. над одним объектом будут решаться совершенно различные задачи на разных языках. Позиция наблюдателя определяет критерий решения проблемы. В некоторых случаях определение объекта составляет наибольшую трудность для исследователя (так же как и определение народнохозяйственной системы и среды).

III. Произвол в выделении подсистем и реализуемых в них процессов неизбежно обрекает СИ на неудачу. Выявление целей и процессов развития требует не только строгости логического мышления, но и умения найти контакт с работниками управления.

IV. Формировать общие цели организации и особенно конструировать критерий эффективности системы никоим образом нельзя, основываясь лишь на общественное мнение. Оно представляет собой сложную логическую процедуру в рамках понятий ОТС, требующую, однако, тонкого знания специфики экономики и технологии исследования объекта.

V. В БС и СС цель системы настолько отдалена от конкретных средств их достижения, что выбор решения требует большой трудоемкости по увязке цели со средствами ее реализации путем декомпозиции целей. Это важная работа является центральной в СА. Она породила метод дерева целей, который является главным, если не единственным достижением СА.

VI. В системах непроектируемых (образование, здравоохранение и пр.) выразить явным образом цель и критерий эффективности развития логически не удастся. Здесь неприемлем анализ «от естественных потребностей человека» в связи с их непрерывным развитием и изменением. Надо идти традиционным путем от анализа существующего положения, достигнутого уровня и последовательного прогноза.

VII. СА, как правило, имеет дело с перспективой развития. Поэтому максимальный интерес представляет любая информация о будущем — ситуациях, ресурсах, открытиях и изобретениях. Поэтому прогнозирование есть важнейшая и сложнейшая часть СА.

VIII. Целый ряд социальных, политических, моральных, эстетических и других факторов, которые нельзя не принимать во внимание в СА (они иногда решающие) не исчисляются количественно. Единственный способ их учета — это получение субъективных оценок экспертов. Поскольку СА, как правило, имеет дело с неструктурированными или слабо структурированными, т.е. лишенными количественных оценок, то получение оценок специалистов и их обработка представляются необходимым этапом СА большинства проблем.

IX. Несоответствие потребностей и средств удовлетворения составляют закон и важнейший стимул социально-экономического развития. Поскольку понятия цели и средств их достижения неотделимы, то центральным моментом принятия решений в СА является усечение целей — отсечение тех целей, которые признаны малозначимыми или не имеющими средств для достижения, и отбор конкретных... В СИ «инженерного» типа отбор альтернатив считается самой важной, если не единственной задачей СА!

X. Проблемы народнохозяйственного управления, решаемые методами СА, возникают в реально существующих органах управления. Задачей СА большей частью является не создание нового органа управления, а усовершенствование существующих. Поэтому возникает необходимость в диагностическом анализе органов управления, направленном на выявление их возможностей, недостатков и т.д. Новая система будет эффективно внедряться в том случае, если она облегчает работу органа управления.

XI. Результаты СА получаются в рамках системных понятий. Для практического планирования они должны быть переведены на язык

социально-экономических категорий. В результате решения задач СА крупных народнохозяйственных проблем создаются комплексные программы развития.

ХII. СА имеет ряд специфических методов и приемов проектирования эффективных органов управления, ориентированных на цель, т.е. создание и использование определенной системы в народном хозяйстве.

Большинство перечисленных методов разработано задолго до появления СА и использовалось самостоятельно. Однако в ряде случаев системная методология позволяет более точно очертить круг задач, наиболее эффективно решаемых каждым методом. В отношении некоторых методов СА позволил несколько переоценить и переосмыслить их значение, границы применимости, найти типовые постановки задач, решаемых данным методом.

Вклад методологии СА в развитие таких точных методов, как численные и аналитические, экономико-математического моделирования относительно невелик. То новое, что вносит здесь системная методология,— это подход не от метода, а от задачи, требование 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 СА проблем — проблем неструктуризованных или слабо структуризованных. К числу собственных инструментальных достижений системной методологии относятся методы сценариев, получения и анализа экспертных оценок («Дельфи») и методы построения и анализа деревьев целей. Тесно связаны с развитием СА также и диагностические методы. Рассмотрим их более подробно.

Сценарий (в прогнозировании) — преимущественно качественное описание возможных вариантов развития исследуемого объекта при различных сочетаниях определенных (заранее выделенных) условий. Он не предназначен для «предсказания» будущего, а лишь в развернутой форме показывает возможные варианты развития событий для их дальнейшего анализа и выбора наиболее реальных и благоприятных.

Метод сценариев является средством первичного упорядочения проблемы, получения и сбора информации о взаимосвязях решаемой проблемы с другими и о возможных и вероятных направлениях будущего развития. Группа квалифицированных профессионалов составляет план сценария, где стремится наметить области науки, техники, экономики и пр., которые не должны быть упущены из внимания при постановке и решении проблемы. Различные разделы сценария обычно пишутся разными группами людей, где развертывается вероятный ход событий во времени. Использование разных профессионалов позволяет проследить его ветвление, взаимосвязи с другими проблемами и т.д. Сценарии могут быть использованы на разных этапах СА, когда требуется собрать и упорядочить весьма разнородную информацию. Но главной областью

применения являются этапы I (анализ проблемы) и VII (прогноз и анализ будущих условий).

Метод «Дельфи», в отличие от метода сценариев, предполагает предварительное ознакомление экспертов с ситуацией с помощью какой-либо модели.

В СА основной формой модели, которая подлежит усовершенствованию и насыщению информацией с помощью экспертных оценок, является *дерево целей*. Специалистам предлагается оценить структуру модели в целом и дать предложение о включении в нее неучтенных связей. При этом используется анкетный метод. Результаты каждого опроса доводятся вновь до сведения всех экспертов, что позволяет им далее корректировать свои суждения на основе вновь полученной информации. Метод Дельфи представляется самым надежным средством получения данных (особенно это относится к информации о будущем!).

Дерево целей (ДЦ) представляет собой связной граф, вершины которого интерпретируются как цели, а ребра или дуги — как связи между ними. Это главный инструмент увязки целей верхнего уровня с конкретными средствами их достижения на низшем уровне.

В программно-целевом планировании (когда цели плана связываются с ресурсами с помощью программ) ДЦ выступает как схема, показывающая членение общих (генеральных) целей народнохозяйственного плана или программы на подцели, последних — на подцели следующего уровня и т.д.).

Представление целей начинается с верхнего уровня, дальше они последовательно разукрупняются. При этом основным правилом разукрупнения целей является полнота: каждая цель верхнего уровня должна быть представлена в виде подцелей следующего уровня исчерпывающим образом, т.е. так, чтобы объединение понятий подцелей полностью определяло понятие исходной цели. На схеме 3.1 представлен фрагмент примерного ДЦ долгосрочного народнохозяйственного плана.

Диагностические методы представляют собой хорошо отработанные приемы массового обследования предприятий и органов управления в целях усовершенствования форм и методов их работы. В СССР (а сейчас и в РФ) имелся целый ряд методик и инструкций по осуществлению диагностического обследования (например: Экономические и математические методы. 1969. № 6). О диагностических методах существуют разные мнения: одни рассматривают их как самостоятельные методы, другие — как методы СА. Однако эти разграничения не имеют особого значения.

Матричные формы представления и анализа информации не являются специфическим инструментом СА, однако широко применяются на различных этапах его в качестве вспомогательного средства. Матрица — не только чрезвычайно наглядная форма представления информации, но и форма, раскрывающая внутренние связи между элементами, помогающая выяснить и проанализировать ненаблюдаемые части структуры. Пример использования свойств матрицы — периодическая система Д.И. Менделеева.

3.2. Цикл как фундамент мироздания

Цикл — это бог.
Ю. Соколов

Современная фундаментальная наука находится в методологическом кризисе. С каждым годом этот кризис усиливается. Суть дела заключается в том, что общие методы научного познания уже не только не работают, но и зачастую заводят ученых в тупик при решении тех или иных проблем (Соколов Ю. // Российская газ. 1993. 22 окт.).

Методологический кризис, безусловно, возник не сразу, а имеет свою предысторию. Как это все началось?

В 1867 г. К. Маркс издал первый том своего огромного сочинения «Капитал». В «Капитале» К. Маркс применил новый метод научного исследования — диалектику. Это позволило ему решить те проблемы, которые не могли решить ученые-экономисты до него. Философы-марксисты взяли на вооружение диалектику как метод научного исследования, но только формально. Формализм заключался в том, что этот метод только декларировался, но ни разу не заработал. «Диалектическое оружие» почему-то не стреляло. И дело заключалось здесь не в том, что оно в принципе не могло стрелять. Дело заключалось в том, что никто не знал, как оно устроено и как из него стрелять. Диалектика, таким образом, в интерпретации философов-марксистов была понята как работающий метод познания.

Схема 3.1

Фрагмент дерева целей

(Краткий экономико-математический словарь. М.: Наука, 1979)

Чтобы четко и ясно ответить на этот вопрос, необходимо обратиться, на наш взгляд, на вековые философские традиции. Если мы проанализируем философские системы, начиная с древности и вплоть до грандиозной философской системы Гегеля, т.е. за период 2500 лет, то обнаружим, что почти все крупные философы ставили перед собой задачу поиска первоосновы мира. Особенно остро этот вопрос стал в философских системах Древней Греции. Проблема эта, несмотря на упорные усилия, не была решена. После Гегеля эту задачу перед собой никто почти не ставил и, естественно, не решал.

Представим себе, что Мироздание имеет первооснову, имеет некий первокирпичик, из которого построено все сущее. Представим далее, что мы знаем, как устроено это начало, т.е. имеем теорию, которая описывает все закономерности устройства элементарного «атома» природы. В этом случае теория этого начала будет являться методом познания природы. Мы думаем, что именно такой путь приведет нас к созданию революционной методологии.

Но если это так, то дело за малым — отыскать это первоначало, первопричину, «первоатом» природы (Ю. Соколов).

В 1985 г. теория первоначала появилась. Речь идет о теории цикла. Природа имеет первоначало, и оно выступает как универсальная и абсолютная схема, структура любого взаимодействия природы. Структура мира одновременно есть структура пространства — времени Вселенной. Установлена природа цикла как элементарного атома взаимодействия тел, любых процессов в природе. Цикл есть материалистическое толкование Бога как выражение универсального и абсолютного космического порядка. Циклы — как бы элементарный строительный материал, кирпичики, из которых состоит все сущее! Это непрерывная взаимосвязь и взаимодействие всего со всем. Все и вся живут в системе повторяющихся колебаний, подъемов и спадов, у всего есть свой цикл: рождение, развитие, умирание... Человеческие цивилизации тоже рождались и умирали сотни раз.

Мир предстает в этой теории как система взаимосвязанных циклов-взаимодействий. Цикл выступает как упорядочивающий фактор мироздания, вступает как единый и универсальный закон бытия. Все законы диалектики органично вписались в теорию цикла. Более того, центральная идея диалектики о противоречивости объективного мира стала центральной идеей теории цикла. На основе этой теории были предложены нетрадиционные решения некоторых проблем физики, химии, биологии и философии.

Теория цикла есть золотой ключик, которым можно открыть любую дверь. Например, ее авторы считают, что теория цикла и есть единая теория поля. Удалось рассчитать константу кулоновского взаимодействия на основе только гравитационной постоянной и постоянной Планка и тем самым, что называется, прямо-таки на пальцах доказать единство гравитации и электромагнетизма, не привлекая к этому доказательству сложные теории. Например, теорию пятимерной структуры пространства — времени, которую даже не все физики воспринимают.

Или в химии — конец периодической системы заложен в ее начале. Система начинается с водорода, она и заканчивается своей

противоположностью — антиводородом. Можно даже указать порядковый номер конечного элемента. Им будет химический элемент с порядковым номером 117, за ним последует антиводород и все последующие элементы, и эта цепь, в свою очередь, замыкается на водороде.

Свежий пример. Недавно Сергей Хмыров, ученый-геолог из Донецка, открыл спиральную циркуляцию мантии Земли, которая создает строго закономерный геологический образ нашей планеты. Если мысленно разрезать нашу Землю по экватору, а затем повернуть Южное полушарие на 180° , то геологическая структура полушарий окажется зеркально симметричной, т.е. все цепи хребтов, разломов, впадин, других складок на теле Земли в Северном полушарии имеют двойников в Южном. Это открытие как яркая иллюстрация теории циклов дает возможность понять природу и закономерность всех геологических движений — мантии, коры, континентов...

Самой благодарной и впечатляющей областью применения теории является медицина, поскольку человек представляет собой систему взаимосвязанных циклов — циклов печени, сердца, легких и т.д. Болезнь любого органа можно представить как сбой его цикла. Но ведь можно промерить индивидуальный цикл заболевшего органа и с помощью также индивидуально подобранной вибрации устранить этот сбой — вот и все лечение.

Между прочим, лечение рака будет наиболее простым процессом, ведь рак — сбой работы всего лишь одной клетки. К слову, на основе теории ставропольский врач Илья Козловский разработал очень эффективный метод лечения гипертонических заболеваний, которые не поддаются традиционным методам лечения. Интеллектуальный банк Томского университета выдал Козловскому патент на авторство этого метода (Ю. Соколов).

Теория циклов как философская модель открывает путь к поистине безграничному познанию. Если бы человечество взяло ее на вооружение, произошла бы колоссальная научная революция, масштабы и следствия которой не имеют аналогов. Ведь нынешние инструменты познания мира, его общие методы давно не работают. Вот почему в таких важных сферах науки, как физика, химия, биология добываемые учеными новые знания не укладываются в схемы существующих философских систем, вступая с ними в противоречие, тем самым, доказывая их методологическую несостоятельность. Принять теорию цикла для человечества означало бы приблизиться к пониманию Бога как универсального космического порядка. Тем более что циклический метод анализа реальности имеет богатую и славную историю. Циклы фиксировались Гераклитом в Древней Греции, древние врачи прекрасно разбирались в циклах и ритмах человеческого организма, многие мировые религии уделяли пристальное внимание цикличности мироздания. Например, в Святой Троице. Ведь цикл по своей структуре — триада, т.е. два полюса противоречий и связь между ними. Повторяющийся сюжет на фресках многих народов мира — змея, кусающая себя за хвост,— это выраженная через художественный образ структура времени — кольца. Описание цикла есть во всех великих религиозных учениях.

В более поздние времена циклистами были А. Тойнби и О. Шпенглер. Славную циклическую традицию имеет Россия. Достаточно назвать имена Н.Д. Кондратьева, А.Л. Чижевского, Л.Н. Гумилева.

3.3. Теория циклов

Ни одно явление не может быть по-настоящему понято без анализа цепных механизмов, связей, наследственности, отбора, временно-пространственного соревнования, адаптации и равновесия различных, противоположных, гасящих друг друга структур и систем.

В.В. Чавчанидзе

Понятие цикл несет в себе несколько смысловых нагрузок, а именно, оно отражает:

- во-первых, законченность определенного процесса предполагаемым, планируемым результатом;
- во-вторых, диахронность развития, т.е. повторяемость определенных процессов развития;
- в-третьих, наличие передачи системогенетической информации, «памяти» системы от одного поколения результатов к другому;
- в-четвертых, замкнутость, упорядоченности составных частей процесса, стадий.

Цикличность развития системы является отражением закона системного времени (Субетто А.И. Методология и типология управления качеством объектов, создаваемых человеком. Л., 1978; Деп. Во ВНИИИС Госстроя СССР. Рег. № 1304. М., 1979), определяет масштабность системного «собственного» времени соответствующих систем.

Издrevле человечество пользовалось двумя различными эмблемами времени: колесо времени и стрела времени. В этой символике интуитивно отражалось понимание двух аспектов времени: цикличности и направленности. Сочетание циклического и направленного потока времени создает спиральную, точнее — винтовую структуру временных зависимостей.

Под *теорией* циклов будем понимать системную теорию, исследующую закономерности в формировании структуры циклов в процессах «жизни» различного типа систем живой и неживой природы.

Такое понимание теории циклов определяют ее метатеоретическую (от греч. «мета» — «вне», «за пределами») направленность и присутствие ее элементов с соответствующими интерпретациями в различных научных направлениях: науковедении, теории управления, теории экономической эффективности капитальных вложений, хронометрии и т.п. Так, Л. фон Бергаланфи, один из первых, говорит о теории жизненных циклов в развитии отдельных областей культуры (Бергаланфи Л. фон. Общая теория систем — критический обзор // Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969. С. 23—82); в экономике — понятие инвестиционного цикла (Зотов М.С. Финансово-кредитный механизм и

эффективность капитальных вложений // Методы и практика определения эффективности капитальных вложений и новой техники. М.: Наука, 1978. Вып. 29. С. 25—46), межремонтного цикла (Ример М.И., Шапиро Е.А., Савранская Л.М. Экономические вопросы повышения эффективности использования амортизационного фонда, предназначенного для капитального ремонта // Методы и практика определения эффективности капитальных вложений и новой техники. М.: Наука, 1979. Вып. 10. С. 31—45); в экономике, прогнозировании, технике — понятие жизненного цикла изделий, систем (Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. М.: Прогресс, 1974. 586 с.); в науковедении — понятие цикла научные исследования — производство, цикла технологических нововведений (Комков П.И. Модель управления научными исследованиями и разработками. М.: Наука, 1978; Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. М.: Прогресс, 1974. 586 с.); в системотехнике — понятие системотехнического цикла (Горохов В.Г. Системотехника и управление. М.: Знание, 1979. 64 с.) и т.п.

Создание теории циклов представляет собой научное направление, осуществляющее синтез научных знаний с позиций изучения временных закономерностей больших систем. В этом плане мы солидарны с авторами (Голембо З.Б., Веников Г.В. Системный подход к рассмотрению кибернетических систем: Методологические аспекты системного подхода к рассмотрению кибернетических систем и некоторые вопросы развития технических средств автоматизированной переработки информации // Техническая кибернетика. М.: ВИНТИ, 1976. Т. 7. С. 268—328) утверждающими, что «...получение единого знания требует осуществления органической взаимосвязи усилий всех специальных дисциплин, участвующих в изучении объекта, организации их на достижение единой цели. Лишь при этом условии, т.е. при условии тесного междисциплинарного содружества или комплексного подхода к изучению объекта, может быть получен не конгломерат специальных данных, а всестороннее, цельное, конкретное знание об объекте исследования, эффективное при решении сложных задач управления. Возрастание роли комплексных исследований, таким образом, обусловлено прежде всего тем, что объектами научного анализа становятся чрезвычайно сложные системы, всестороннее изучение которых выходит за пределы возможностей отдельных научных дисциплин».

Цикл есть повторяющийся законченный замкнутый процесс, переводящий цель, замысел, потребность в определенный результат, продукцию, предмет (объект) потребности (Субетто А.И. Системогенетика и теория циклов. СПб.: ИЦПКПС, 1994. Ч. 2).

Цикл описывается кортежем:

$$Ц_{л} = [P(C), \{S\}, Re, T],$$

где $P(C)$ — цель, замысел, потребность, требование, назначение; $\{S\}$ — множество фаз стадий цикла; Re — результат, продукция, предмет (объект) потребности; T — время цикла.

Целевая ориентация сформулированного понятия является отражением деятельностного, аксиологического аспекта качества объектов и процессов в человеческом обществе. В неживой и живой

природе вне человека первая компонента кортежа отражает определенную запрограммированность цикла, обусловленную системогенетической информацией от предыдущих систем и циклов, причинность протекающих процессов. Примерами таких циклов являются «жизнь» биосистем, суточные и годовые циклы смены состояний на земле и т.п.

Ориентированность на *конечный результат цикла* составляет содержание принципа целевого подхода к построению информационного представления цикла исследований и разработок.

Фаза цикла связана с определенным временным членением цикла, его стадийностью. Как правило, фазой цикла является цикл нижнего уровня Π_1 , т.е. цикл подсистемы 1-го уровня. Оценка фазы как цикла связана с проверкой наличия таких признаков цикла, как конечность и завершенность, повторяемость (Субетто А.И.).

Цикл характеризуется повторяемостью за определенный промежуток времени... взаимосвязанных стадий...

Время (длительность) цикла T — характеристика, определяющая временную масштабность цикла. Временная масштабность цикла одновременно определяет временную структуру, «временной спектр» процессов, соответствующих систем-носителей указанных циклов и соответственно их «временную инерцию» (Сарычев В.М. Моделирование иерархических систем как средство организации проектной деятельности // Тр. ЦНИПИАСС: Автоматизация строительного проектирования. Организационное проектирование. М.: 1975. С. 32 — 47).

Отметим, что исследования процессов измерения системного времени определили появление нового научного направления — хронометрии (Шполянский В.М. Хронометрия. М.: Машиностроение, 1974. 655 с.). Временные закономерности функционирования систем [диахронные закономерности (Берталанфи Л. фон. Общая теория систем — критический обзор // Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969. С. 23 — 82)] называются *хрономикой* (от греч. «время» и «закономерность»). В этом плане теория циклов исследует хрономику систем-носителей циклов и, таким образом, пересекается с хронометрией, реализуя и отражая идею цикличности и ритмичности времени.

Носитель цикла N (Π_n) есть непосредственно та система, системообразующим фактором которой является продукция цикла. Правильная соотношенность цикла и системы-носителя — один из важнейших принципов анализа и проектирования сложных систем и комплексов.

Например, носителем проектного цикла объекта N ($\Pi_{пр}$) является проектная система, непосредственно осуществляющая проектирование объекта (проектирующая система). Носителем «цикла жизни» любого материального или идеального объекта, создаваемого человеком, N ($\Pi_{ж}$) является система, объединяющая в себе проектную, производственную и эксплуатационную или потребительскую системы.

Циклы определяют временной ритм, цикличность (хрономику) функционирования систем-носителей: проектные циклы — временной ритм функционирования соответствующих проектных систем

(проектных организаций), производственные циклы — временной ритм функционирования соответствующих производственных систем (производственных организаций), жизненные циклы объектов техники — временной ритм (хрономику) функционирования соответствующих технико-технологических систем (Субетто А.И. Методология и типология управления качеством объектов, создаваемых человеком. Л., 1978; Деп. во ВНИИИС Госстроя СССР. Рег. № 1304. М., 1979).

Процессы изменения, развития объекта (предмета) цикла ob (Π) являются одновременно процессами становления, формирования и реализации соответствующей системной эффективности.

Одновременно эти процессы отражают трансформацию цели потребности Π и результат (А. И. Субетто):

$$\Pi \rightarrow R_e \leftrightarrow R_{\Pi} \rightarrow R_{Re},$$

где R_{Π} — прогнозируемая эффективность; R_{Re} — реальная эффективность.

Более подробно теоретические аспекты будут конкретизированы в полном жизненном цикле.

Кроме того, даже насчет продолжительности циклов существует много теорий. Одна из них представлена Центром темпоральных проблем, абализа и прогнозов (Аргументы и факты. 1996. № 49).

Исследуя тысячелетнюю историю России с помощью компьютерного моделирования, удалось вычислить 144-летний цикл, который, в свою очередь, делится на четыре 36-летних подцикла, а каждый подцикл состоит из трех 12-летних периодов.

Последний, ныне действующий 144-летний цикл начался в 1881 г. К тому времени Россия стала существенно отставать от ведущих стран Европы и Америки. Российское общество нуждалось в кардинальных изменениях.

1881—1917 гг. — «Долой самодержавие!». Начало каждого подцикла знаменуется появлением некой цели, которая реализуется по его завершении. Так, убийство Александра II выдвинуло лозунг: «Долой самодержавие! Да здравствует народная освободительная революция!» Через 36 лет эта идеология завершилась Февральской революцией и Октябрьским переворотом.

1917—1953 гг. — социализм встает на ноги. Приход к власти большевиков ознаменовался лозунгом «Да здравствует первое в мире государство рабочих и крестьян! Осуществим мировую революцию!». Все 36 лет в России шло строительство сильного социалистического государства, а во многих странах мира прокатилась волна революций и освободительных движений. В результате к 1953 г. цель была достигнута: в мире возникла система социализма, объединившая несколько государств Европы и Азии.

1953—1989 гг. — немного демократии и много гласности. Основной идеей подцикла стала переориентация общества на демократические ценности. В итоге сломана однопартийная система, гласность превратилась в реальную свободу слова, начались радикальные реформы в экономике.

1989—2025 гг. — Россия крепнет. Нынешние цели: в политической сфере — многопартийность, укрепление российской государственности. В экономической сфере — создание конкурентоспособной рыночной

экономики, а в социальной — формирование так называемого среднего класса.

В каждом 36-летнем подцикле было глобальное вооруженное противостояние, не обходившееся без активного участия России. В первом подцикле (1881—1917 гг.) передел мира между крупнейшими державами привел к Первой мировой войне. Второй подцикл (1917—1853 гг.) ознаменовался всемирной бойней, и снова Россия была одним из главных ее участников. В третьем подцикле (1953—1989 гг.) противостояние двух систем — социализма и капитализма — достигло таких масштабов, что можно говорить о третьей мировой войне (правда, на сей раз «холодной»).

Ну, и наконец, в четвертом подцикле (1989—2025 гг.) мы становимся свидетелями коренных изменений в мире, связанных с распадом Советского Союза и мировой системы социализма на фоне резко возросшей активности Юга. На наших глазах закладываются «мины», происходит выбор потенциальных союзников в предстоящем глобальном противодействии. Согласно прогнозам специалистов, можно утверждать, что в период с 2007 по 2013 г. мир окажется перед угрозой нового вооруженного противостояния.

С точки зрения теории цикличности вероятным представляется возрождение России через национально-патриотическую идею. Из когорты современных политиков, претендующих на роль главы государства, востребован будет лишь тот, чьи персональные жизненные ритмы близки к ритмам российского народа. Наступивший цикл (до 2025 г.) должен привести Россию от отсталой полуфеодальной империи к мощному, динамично развивающемуся демократическому государству.

3.4. ПЖЦ ТС — принцип и объект оценки и управления

Известно, что свойства ТС закладываются при проектировании, обеспечиваются при производстве и поддерживаются при эксплуатации.

Материалы 15-й конференции ЕОКК

Ранее было отмечено, что в целях установления наивысших результатов надо принимать решения по разработке сложных систем не только данных на основе анализа, но и их синтеза.

Но что означает синтез данных для оптимизации ТС с учетом принципа оптимальности? Поскольку свойства ТС закладываются при исследовании и проектировании, обеспечиваются на производстве и поддерживаются при эксплуатации (Широков А.М. Надежность радиоэлектронных устройств: Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк., 1972. 272 с.; Азгальдов Г. Райхман Э. Квалиметрия: методы, проблемы, сфера применения // Методы количественной оценки качества продукции (квалиметрия): Материалы 15-й конференции ЕОКК. М.: Изд-во стандартов, 1972. С. 14—23 и др.), то реализация оптимальных свойств достигается на каждом из этапов разработки ТС с последующим суммированием. Но это противоречит принципу

эмерджентности! Возникает задача оптимизации этапов исследования, создания и эксплуатации ТС с учетом их взаимосвязи и взаимодействия, т. е. как *единого целого*. Научная постановка этой задачи является новой, не нашедшей пока отражения в отечественной и зарубежной литературе. Задача соответствует принципу оптимальности, а точнее, заключительной части его формулировки, так как оптимизация является лишь структурной и параметрической, а не методологической!

Обращаем внимание на тот факт, что в современной научно-технической литературе не все этапы создания ТС отражены в понятии «жизненный цикл». Его содержания различны. Между тем единое истолкование данного понятия — необходимая методологическая предпосылка перестройки управления научно-техническим прогрессом, в частности объективной оценки технических систем.

Анализ описания состава существующих жизненных циклов показывает, что в них отсутствуют некоторые важные этапы научно-технической деятельности (НТД). Например, в работе Г. Поспелова «Управление научными исследованиями» (Слово лектора. 1976. № 1. С. 34—46) схема жизненного цикла системы (образца новой техники) не имеет этапа ликвидации, наступающего после физического или морального устаревания техники, а этапы проектирования и конструирования представлены в аванпроектах (?) и опытно-конструкторских работах. Есть этап подготовки серийного производства, но неизвестны принципы ее организации — научные (какие — конкретно) или опытные данные конкретного производства. Те же недостатки, только в большей степени присущи и схеме цикла системы (США: современные методы управления / Г.А. Арбатов, Б.З. Мильнер, Л.И. Евенко и др. / Под ред. Б.З. Мильнера. М.: Наука, 1971. 336 с.), где отсутствует этап подготовки производства. В книге Д.И. Бобрышева «Организация управления разработками новой техники» (М.: Экономика, 1971. 167 с.) цикл создания новой техники не имеет технологического этапа: сразу же за конструированием следует изготовление опытных образцов. Цикл изделия в работе В.А. Петрова, Г.И. Медведева «Системная оценка эффективности новой техники» (Л.: Машиностроение, 1978. 256 с.) представлен в виде исследования, проектирования, производства и эксплуатации, т.е. отсутствуют этапы технологический и ликвидации. Неоднократно говорится о комплексе наука — техника — производство, не раскрывая содержание названных этапов. При таком подходе не выявляется и процесс создания техники, т.е. ее развитие. Также неполно представлен (Широков А.М. Надежность радиоэлектронных устройств: Учебн. пособие для втузов. М.: Высш. шк., 1972. 272 с.) жизненный цикл радиоэлектронной системы, состоящей из проектирования и эксплуатации. Даже в таком документе, каким является законодательство СССР по изобретательству (Законодательство по изобретательству / Под ред. А.И. Доркина. М.: ГК СССР по делам изобр. и откp., ЦНИИПИ, 1979. Т. 2. 293 с.) под жизненным циклом понимается период времени с начала разработки (?) до момента снятия (?) с производства объекта. Государственный стандарт (ГОСТ 15001-88. Системы разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-

технического назначения. М.: Изд-во стандартов, 1988. 30 с.) формулирует жизненный цикл как «совокупность взаимосвязанных процессов последовательного изменения состояния продукции от формирования исходных требований до окончания ее эксплуатации или потребления». Этапы конкретно не раскрываются, и явно отсутствует ликвидация. В стандартах ИСО серии 9000 (Системы качества. Сб. нормативно-метод. док. М.: Изд-во стандартов, 1989. 120 с.) не предусматривается этап исследования, где разрабатывается ТТЗ на ТС в полном объеме, материально-техническое снабжение почему-то стоит после проектирования, отсутствует технологический этап, «обнаучивающий» будущее производство, наблюдается повтор стадий (например, контроль и проведение испытаний есть составляющая производства, хранение — эксплуатации и т. д.). Подобные примеры можно продолжить (Николаев В. И. Системотехника — научная основа развития технического потенциала производства // Материалы 4-го Всесоюз. симп. По проблемам системотехники 25—27 января 1978 г. / Под ред. В.И. Николаева. Л.: Судостроение, 1980. С. 10—16; Организация систем управления созданием и развитием технической продукции. МР 299030-23-М-81. Л.: ЦНИИ «Румб», 1981. 115 с. и др.). Неполнота жизненного цикла препятствует принятию оптимального решения по ТС, не достигается универсальность понятия, не обеспечивается тем самым оптимальность управленческих решений более широкого класса задач. Поэтому свою позицию, в отличие от общепринятой, мы обозначим новым понятием (табл. 3.3).

Предлагаем ввести в научный оборот понятие «полный жизненный цикл» (ПЖЦ) НТД (ТС) с дальнейшей конкретизацией и оптимизацией цикла как единого целого. Его мы распространяем на два объекта исследования: собственно на разрабатываемые технические системы и на созидательную деятельность по их развитию. Введение данного понятия можно рассматривать как утверждение нового методологического принципа исследования, оценки сложных объектов как систем и управления их развитием. Наше предложение можно исторически обосновать. Средневековый ремесленник часто выступал в трех ипостасях — инженера, художника и рабочего. Строители античных храмов и готических соборов, создавая их, были одновременно архитекторами, инженерами и, так сказать, подрядчиками, прорабами. В те времена замысел и его исполнение не были полностью оторваны друг от друга и часто осуществлялись одним и тем же лицом или группой лиц без строго разделения обязанностей. Синтезированный характер творчества оставался очевидным.

Последующее развитие общественного производства углубило специализацию: ученые посвятили себя исследованию объективных законов действительности, инженеры — разработке конструкций и технологий, а рабочие стали создавать материальные ценности в производстве. Однако, несмотря на исторически необходимое разделение труда, единство творческого процесса сохранилось и в нашу эпоху с той лишь разницей, что реализуется в коллективе. И в наше время деятельность ученого, художника и рабочего немыслимы друг без друга.

Возможно, мы живем накануне того времени, когда диалектическая спираль общественного развития снова приведет нас к

единению умственного и физического труда на более высокой степени прогресса общества к новому воплощению творческого процесса в одной личности. Это произойдет на основе повышения культурно-технического уровня трудящихся. В истории техники и производства можно найти доказательства такой тенденции развития (Кулагин Г. А. Рабочий — управляющий — ученый. М.: Сов. Россия, 1982. 224 с.).

В связи с ростом сложности решаемых техническими системами (особенно военными) задач, повышением роли исполняемых ими функций, увеличением расходов и времени на их исследования, их разработку и эксплуатацию актуальной проблемой становится перестройка процесса создания ТС. Он может быть представлен как определенная последовательность состояний во времени — от рождения замысла на разработку системы до снятия ее с эксплуатации и последующей ликвидации включительно. Взаимосвязанная структурно и функционально совокупность этих процессов и составляет ПЖЦ. Схематично структуру можно представить этапами исследования, проектирования (конструирования), технологической проработки (технологии), производства, эксплуатации и ликвидации.

Таблица 3.3

Жизненные циклы систем, состав и структура

Автор Г.С. Поспелов (Управление НИ. Ж. Слово лектора», 1976)	С.А. Саркисян (БТС. Анализ и прогноз развития. М.: Наука, 1977)	М. М. Четвертаков (Организация СУ созданием и развитием технической продукции. Л. ЦНИИ «РУМБ», 1981)	Е. Г. Яковенко (Экономические циклы жизни машин. М.: Машиностроение, 1981)	Законодательство по Изобретательству (1979 г.)	ГОСТ 15001-88. Разработка и постановка продукции на производство	Системы качества (Сб. НМД: Стандарты сер. ИСО 9000. 1989)	В.Н. Спицнадель (Полный Жизненный цикл ТС. М.-Л. АН СССР, 1979)
--	---	--	--	--	--	---	---

<p>Замысел новой системы. Целевые НИР</p> <p>Конкурсные аван-проекты. ОКР</p> <p>Капитальное строительство</p> <p>Серийное производство</p> <p>Прекращение производства и снятие с эксплуатации</p>	<p>Создание аналога и формирование ТЗ</p> <p>Создание технической концепции и ее реализация (КП, изг. ОО, испытания)</p> <p>Развертывание серийного производства и подготовка кадров.</p> <p>Снятие с серийного производства и эксплуатации</p>	<p>Формулировка концепции</p> <p>Проектирование</p> <p>Освоение Эксплуатация</p> <p>Модернизация.</p> <p>Ликвидация</p>	<p>Исследования. Проектно-конструкторские работы</p> <p>Опытно-экспериментальные работы</p> <p>Подготовка производства</p> <p>Освоение и серийное производство</p> <p>Освоение и эксплуатация</p>	<p>От начала разработки до момента снятия с производства (смены технологии)</p>	<p>От формирования исходных требований к продукции до окончания ее эксплуатации</p>	<p>Маркетинг</p> <p>Проектирование МТС</p> <p>Подготовка и разработка ПП</p> <p>Производство</p> <p>Контроль и испытания</p> <p>Упаковка и хранение</p> <p>Реализация и распределение</p> <p>Монтаж и эксплуатация</p> <p>Техническая помощь в обслуживании</p> <p>Утилизация</p>	<p>Исследование. Проектирование</p> <p>Технологический этап</p> <p>Производство</p> <p>Эксплуатация.</p> <p>Ликвидация</p>
---	---	---	---	---	---	---	--

Необходимость введения понятия ПЖЦ обуславливается двумя основными обстоятельствами.

Во-первых, на современном этапе НТР превращение науки в современную производительную силу происходит не только по ее отдельным достижениям, направлениям, но и в целом и результируется переводом всего общественного производства на более высокий научно-технический уровень развития. Практика показывает, что такие высокие темпы НТП обеспечиваются тогда, когда этапы научного исследования, конструирования, производства и эксплуатации образуют единый, непрерывный процесс. И наоборот — их разобщенность и неполнота порождают сбои в процессе создания ТС и оптимальной последовательности движения от одного этапа к другому. Отсюда неудовлетворительное положение дел с внедрением разработок в производство и низкая эффективность многих эксплуатируемых ТС. Знание же и организация созидательной деятельности на основе ПЖЦ будет способствовать исправлению существующего положения.

Во-вторых, необходимы такие взаимосвязи реализации этапов ПЖЦ, которые обеспечили бы максимальную социально-экономическую эффективность при фиксированных затратах или заданную эффективность — при минимальных затратах. Однако до сих пор в теории и практике в лучшем случае оптимизируются лишь отдельные этапы, к тому же неполного жизненного цикла. Между тем известно, что поэтапная оптимизация неравносильна оптимизации системы в целом. К тому же отсутствие системного подхода к анализу жизненного цикла приводит к большим ошибкам — например, при расчете стоимости многих ТС. Следовательно, при организации деятельности на основе жизненного цикла необходимо использовать

системный подход и оптимизировать все этапы вместе по критерию эффективности, соответствующему общим целям учитывающему полные затраты и другие важные показатели ТС.

Какие же этапы составляют цикл?

Первый этап ПЖЦ — *исследование* — начинается с замысла (формирования концепции), осознания потребностей в развитии или замене существующих ТС в связи с расширением и изменением характера задач или созданием принципиально новых систем на базе новых открытий либо изобретений. Затем реализуется маркетинг как система общепризнанных стандартов эффективной предполагаемой сбытовой деятельности. Маркетинг призван обеспечить непрерывный поток ресурсов, денежных средств, информации о требованиях рынка и изменениях во всех факторах внешнего окружения. Таким образом, маркетинг рассматривается как система регулирования рынка.

Представляется важным вопрос об анализе рынков — перспективных и текущих потребностях покупателей. Какие товарные позиции с учетом своего профиля имеют достаточный рыночный потенциал в той или иной стране? Какие изменения необходимо внести в товарную и ценовую политику, методы рекламы и стимулирования сбыта, организацию распределения и послепродажного обслуживания? Это далеко не полный перечень проблем стратегического характера, связанного с риском, которые должны решать управленческие службы любого экспортера. Малейший просчет и ошибка при принятии стратегических решений могут вызывать цепочку неоправданных неэффективных действий, значительную трату финансовых, трудовых и материальных ресурсов.

Маркетинговые исследования создают информационную базу. На основании ее уточняется замысел, проворится интенсивные исследования.

Замысел формируется рядом действий, основными из которых являются следующие: анализ новых задач и выявление требований к системам, предназначенным для решения задач; выдвижение первоначальных тактико-технических требований к новым ТС, связанных с поставленными задачами и прогнозируемыми на ближайший период достижениями науки, техники и производства (при этом важно, чтобы требования как можно полнее отражали цели новой системы, представляя исследователям и проектировщикам широкую возможность поиска рациональных путей решения поставленных задач); поиск научно-исследовательскими и промышленными организациями научных и технических принципов решения новых задач; разработка нескольких вариантов первоначального проекта в целях выявления «облика» ТС, основных взаимосвязей ее элементов, путей решения важных технических проблем и определения необходимых ресурсов для создания и функционирования такой системы; исследование эффективности и оптимизация ее параметров при выборе предпочтительного варианта.

Конечным результатом замысла являются предложения или рекомендации по решению изучаемой проблемы в виде характеристик системы, объема и источников ресурсов для ее разработки и функционирования, а также оценка сроков ее создания и эксплуатации.

Для выбора оптимальной системы требуется разработка нескольких принципиально различных вариантов ТС, отвечающих единому замыслу.

Вторым этапом жизненного цикла является *проектирование* — творческое предопределение ТС. Оно начинается с изучения технического задания, его анализа и дальнейшего уточнения. При этом отсеиваются менее предпочтительные схемные варианты системы и проектирование ведется при меньшем числе альтернатив. Разработка проектов систем включает исследовательский фрагмент по схеме: анализ системы ↔ ее синтез ↔ анализ ↔ синтез. Поскольку требования заказчика представляют собой главным образом указания о направлениях поиска, в процесс проектирования исследовательская работа ведется по проблемам, поставленным на первом и выявленным на втором этапах ПЖЦ. Проектирование, как правило, осуществляется сначала «концептивно», т.е. в виде чернового наброска, преимущественно мысленно и экспериментально, а затем проходит «конструктивную» фазу, предопределяющую оформление.

Изучение отдельных проектных альтернатив продолжается и на третьем этапе жизненного цикла — *технологической проработке конструкции* на основе технологии как науки о производстве. К сожалению, должного внимания этой науке пока не уделяется, хотя она очень сложна и мало формализована. Если 50 лет тому назад технология являлась на 99% искусством и на 1% наукой, то даже в наши дни она все еще остается «искусством» на 50% (Жаворонков Н. К. горизонт химической техники // Наука и жизнь. 1970. № 4. С. 75—86). Еще раз подчеркнем, что наличие высоких процентов «искусства» в технологии определяется ее функциональной сложностью. Даже самый простейший технологический процесс, который для специалиста кажется элементарным, на самом деле представляет собой систему со сложными закономерностями. Например, пайка может показаться весьма простым процессом. Однако исследования показали, что число переменных превышает цифру 10, причем физике химическая природа многих из них существенно различна (плавление, растекание, диффузия, кристаллизация др.). Чтобы дать общее представление о сложности пайки, сделаем элементарный анализ. Прежде всего, справедливо говорить о ней как системе, состоящей в первом приближении из отдельных элементов (рабочих операций, оборудования, приспособлений, инструментов и пр.). При оценке такой системы нужно знать все элементы и все связи между ними. Даже если их представить в двух состояниях, что число таких связей резко возрастает и достигнет цифры 2^{90} . Рассмотреть все указанные состояния для принятия решения невозможно.

На современном этапе НТР роль прогрессивных технологических процессов в экономическом и социальном отношении возрастает. Так, многие материалы (нержавеющая сталь, поливинилхлорид, силиконы и др.), ставшие за последнее время неотъемлемой частью промышленного производства, были разработаны 50—100 лет тому назад. Однако широкое распространение они получили лишь после того, как были разработаны технологические процессы, которые позволили дешево и в любых количествах производить и обрабатывать материалы с

заданными свойствами. Разумеется, внедрение в производство разных технологий связано с использованием новых машин и приборов, новизна которых не всегда означает коренное изменение принципов их работы. Кстати, в этом прослеживается связь между двумя этапами жизненного цикла.

В настоящее время получила широкое распространение точка зрения о том, что уровень жизни людей и экономические и социальные успехи любой страны в значительной степени зависят от состояния и уровня развития технологии — одного из основных направлений современного НТП.

Дальнейшее соревнование отдельных проектных решений (альтернатив) продолжается в процессе *производства* — четвертом этапе жизненного цикла ТС. В отличие от этапа технологической проработки, производство есть реальный целенаправленный процесс непосредственного превращения сырья и полуфабрикатов в полезную продукцию. Для него характерны две особенности. Если три предыдущих этапа осуществлялись в основном на теоретической основе без особой проверки, то рассматриваемый этап открывает возможность проверки целого ряда допущений, расчетных и исходных данных, выводов. Далее, при выборе предпочтительной альтернативы (системы) на первых трех этапах очень сложно с достаточной степенью точности и достоверности оценить полные затраты. Имеется опасность принять неправильные решения. По результатам же фактических затрат ресурсов (финансовых, трудовых, материальных) на этапе производства выбор ТС делается гораздо точнее и достовернее.

Такие же особенности характерны и для пятого этапа жизненного цикла — *эксплуатации* ТС. Здесь имеет место окончательная оценка теоретических исследований и результатов производства. Если окажется необходимым его усовершенствовать, то соответствующую задачу целесообразно решать и применительно к методам и приемам всех предыдущих этапов. Эксплуатация охватывает промежуток времени от момента приобретения системы потребителем, т.е. поставки на баланс предприятия-потребителя, до ее списания. Причем существенное значение имеют применение системы по назначению, ее техническое обслуживание, ремонт, хранение и транспортировка. Эксплуатация заканчивается, когда система подверглась полному физическому или моральному износу, а восстанавливать ее по техническим или экономическим соображениям нецелесообразно.

Оценивая системно этапы жизненного цикла НТД, нужно признать, что все они не только взаимосвязаны между собой, но и следуют один за другим.

В научно-технической литературе описание жизненного цикла заканчивается, как правило, снятием ее с эксплуатации. Куда ТС поступает дальше? Что с ней делают? Влияют ли эти действия на эффективность ТС и оптимизацию ее жизненного цикла? Пока эти вопросы в соответствующей литературе остаются без ответа.

Системный подход к ряду этапов жизненного цикла устанавливает не только связь этапов между собой, но и следование их один за другим в определенном порядке или сочетании. Он дает возможность увидеть весьма существенный недостаток. Обычно мы говорим только об эта-

пах прогрессивного развития ТС в процессе созидательной работы и совершенно забываем, что прогресс включает и моменты регресса, в нашем случае устаревание системы. Ее ликвидация закономерна. Однако и здесь необходимо достичь положительного эффекта.

Взаимосвязь прогресса и регресса — один из законов прогрессивного развития вообще и технического прогресса в частности. Обратимся к практике. Выпуск новых ТС предполагает их более высокое качество, чем прежних.

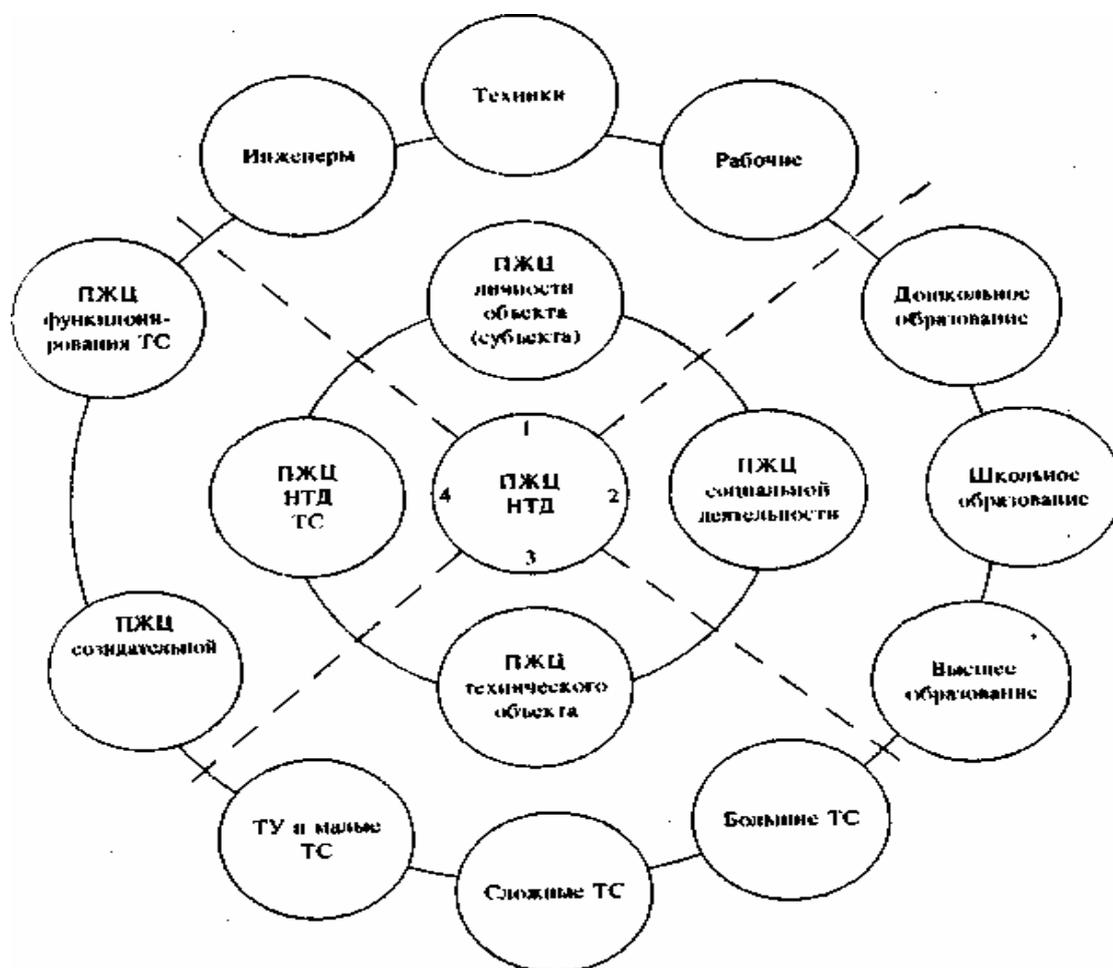
Среди тех, которые подлежат ликвидации, кроме непригодных есть элементы (детали) еще вполне подходящие (по долговечности) для эксплуатации. В массовом количестве они идут под пресс. В то же время многие из них могли бы работать еще долгое время. При существующей практике затраты на обеспечение показателя долговечности при разработке (кстати, немалые) оказываются потерянными безвозвратно. Показатель экономической эффективности, возможно, был бы выше, если бы долговечность всех элементов ТС планировалась примерно одинаковой. Предусмотреть это можно лишь в случае, если при создании системы станут учитывать требования этапа ликвидации.

Проблема одинаковой долговечности элементов конструкции имеет и другую сторону — необходим поиск путей и средств утилизации как стадии ликвидации. За рубежом некоторые приборы, например, не идут под пресс, а поступают на специальную центрифугу. При этом прибор разваливается на составляющие элементы, которые в дальнейшем путем разогрева превращаются в жидкую массу и через нее продувается сжатый воздух. В зависимости от своего удельного веса масса при такой продувке оседает в специальные каналы: более тяжелая — ближе и быстрее, более легкая — дальше и медленнее. Затем полученные чистые материалы идут в повторное производство. Таким образом, обеспечивается не только экономический, но и экологический эффект. Даже отдельные примеры показывают, насколько актуальна задача использования отходов производства и их переработки. Для ее решения требуется разработка научной теории ликвидации отслужившей техники, отходов производства, мусора и т.д.

И не только по направлению утилизации. В более широком контексте подготовку кадров необходимо осуществлять также по ПЖЦ личностного объекта (субъекта). В чем ее суть?

Думается, что обучение вопросам управления должно быть сквозным и непрерывным. К сожалению, процесс овладения обществом этой областью знаний и культуры пока развивается только вширь, т. е. направлен на изучение его только взрослым населением (по горизонтали). Например, даже в Методических рекомендациях Госстандарта СССР по всеобучу в области качества продукции выделены лишь три группы обучающихся: рабочие, инженерно-технический персонал и главные специалисты. А надо бы организовать образование и вглубь (по вертикали) таким образом, чтобы оно охватило все слои населения. Выделим при этом следующие уровни образования: дошкольное, школьное (начальное, среднее, средне-специальное) и высшее (вузы и ИПК) (см. схему 3.2).

Структура полного жизненного цикла научно-технической деятельности (НТД)



Следует форсировать подготовку соответствующих кадров. Параллельно с этим в вузах страны необходимо запланировать создание кафедр системного проектирования и производства, которые выпускали бы специалистов по разработке техники, превращающейся в полезную продукцию после завершения прогрессивных этапов жизненного цикла. К решению поставленной проблемы целесообразно подключить все научно-технические общества — группы, отделы, секции. В качестве примера можно привести работу секции «Системотехника» НТО радиотехники, электроники и связи им. проф. А.С. Попова, где подобные вопросы уже решаются.

Таков состав ПЖЦ (НТД). Переходя к анализу этапов, обнаруживаем, что каждый из них обладает своими особенностями и назначением. Наибольшее внимание уделим ранним этапам разработки, поскольку именно здесь принимается решение о целесообразности создания ТС, формируются ее основные контуры. От правильности этого решения во многом будет зависеть не только техническая эффективность системы, но и ее стоимость, так как все последующие изменения и доработки обходятся очень дорого, не давая

подчас должного эффекта. В связи с исключительной важностью ранних этапов разработки именно они; в первую очередь нуждаются в тщательном анализе, оценке и управлении. Большое и определяющее значение имеет результат анализа при установлении общественной потребности в конкретных ТС и условий их использования, т.е. на предпроектной стадии. Здесь, по существу, еще не производятся никакие затраты, и поэтому основная цель анализа — предупредить ненужные расходы, помочь обосновать выбор оптимального решения. Учитывая исключительную важность такого этапа, Госстандарт в своей документации предусмотрел так называемый аванпроект. Это самостоятельный вид работы, выполняемый до начала разработки изделия для более глубокого предварительного изучения комплексов вопросов, определяющих необходимость и целесообразность его создания, пути и разработки, производства и эксплуатации.

Весьма результативным является анализ и на этапе проектирования, когда выбираются наиболее рациональные проектные и конструкторские решения. Постепенно возможный от анализа эффект уменьшается. На этапе производства, где система изготавливается, расходуются огромные средства, на разработчика начинает давить груз материальных, трудовых и финансовых затрат. Поэтому в ряде случаев трудно перейти к более эффективным мероприятиям: отказаться, например, от одного метода изготовления и освоить другой, более выгодный. Значит, может возникнуть необходимость изменения существующей концентрации сил, при которой основной объем исследовательских работ приходится на анализ этапа производства. Нельзя сказать, что в научно-технической литературе анализу ранних этапов жизненного цикла не придается большого значения. Так, в «Типовой методике определения эффективности научно-исследовательских работ в вузах» (М.: Изд-во МАИ, 1977. 32 с.) коэффициент значимости этапа исследования 3, этапа проектирования — 2, технологического — 1,5 и производственного — 1,2.

Каждый из этапов жизненного цикла системы ориентируется на повышение эффективности, которая в первом приближении может быть представлена как сопоставление достигнутого системного эффекта (т.е. совокупного эффекта по всем этапам ПЖЦ) с затратами на его достижение. По своей сущности это интегральный критерий эффективности, так как он является функцией частных показателей этапов ПЖЦ, включая в себя все качественные и количественные характеристики цикла. Заметим, что такой критерий отражает взаимосвязь различных этапов ПЖЦ, их взаимное влияние. Действительно, стремление улучшить тактико-технические показатели системы, т.е. увеличить эффект, как правило, достигается усложнением схемы, повышением требований к отдельным ее узлам. А это сразу сказывается и на конструкции, и на технологии, даже на эксплуатационных показателях, а следовательно, и на затратах. Подобная взаимосвязь этапов выявляет недостатки ТС. Значит, в процессе управления развитием техники можно вносить коррективы в целях максимизации эффекта как в ее схему, так и в конструкцию и технологию. Связь между этапами ПЖЦ и функциями управления показана на схеме 3.3.

Однако существуют и внутренние обратные связи между всеми этапами ПЖЦ, особенно между технологией и конструированием. Во многих случаях технологический метод, например в радиопромышленности, влияет на будущую конструкцию элементов, а следовательно, и систем. Иными словами, технология выступает основным фактором, определяющим развитие конструкции как в частных технических решениях, так и в общем ее построении. Важная задача в процессе проектирования — выдача конструкторам научно обоснованных данных, полученных при использовании той или иной технологии.

На практике этапы проектирования и технологии зачастую реализуются слишком автономно и жестко последовательно, что приводит к резкому снижению эффективности жизненного цикла. Кроме того, единению этих этапов в рамках одного последовательного ряда действий препятствуют и некоторые положения государственных стандартов. Так, в ГОСТе 2.109—73 отмечается, что на рабочих чертежах не допускается помещать технологические указания. Такой пункт, по нашему мнению, является ошибочным, снижает гибкость управления и поэтому требует корректировки. Не случайно, что в отраслевых стандартах, приближенных к производству, она уже произведена. Например, в ОСТ4 ГО.010.209 оговорено, что в технических требованиях чертежа печатной платы... помимо особых требований, вносимых конструктором, необходимо указывать метод изготовления плат.

Схема 3.3

Модель управления развитием ТС по ПЖЦ
(объемно-матричная схема)

решения; 15 — оптимизация производственного процесса, выработка управляющих воздействий и принятие решения, анализ и оценка; 16 — оптимизация производственного процесса с учетом производственной обстановки, выработка и осуществление управляющих воздействий, принятие решения, их анализ и оценка; 17 — устранение помех и отклонений от оптимальной работы ТС; оптимальное рассредоточение персонала, ремонтных мощностей; 18 — оптимизация методов разборки, транспортирования и утилизации ТС, их оценка; 19 — определение фактических значений показателей НИР; регистрация, хранение и передача научной информации; прогноз НИР; 20 — определение фактических значений показателей проектирования; регистрация, хранение и передача информации; 21 — определение фактических значений показателей технологического этапа; регистрация, хранение и передача технологической информации; 22 — определение фактических значений показателей производства; регистрация, хранение и передача производственной информации; 23 — учет и анализ информации применении ТС по назначению; техническая диагностика, контроль работы; учет выполнения ремонтных работ; 24 — учет и анализ показателей разборки, транспортирования и утилизации ТС; контроль работы ликвидационной службы; 25 — замысел (формирование концепции), маркетинг, патентный поиск, уточнение задачи, выдвижение первоначальных тактико-технических требований, поиск принципов решения новых задач, прикладные исследования; 26 — поисковые фундаментальные исследования: рассчитаны на перспективу и направлены на развитие технической теории; 27 — научно-технические исследования (развитие и конкретизация в целях решения определенного класса инженерных задач) и исследования прикладные (конкретизация, определение возможности использования уже проведенных научно-технических и поисковых исследований при разработке данного инженерного объекта); 28 — концептирование: мысленно, эскизно или экспериментально делается предварительная проработка в целях обоснования конструирования; 29 — конструирование: посредством изображения замысла он определяется ТС; 30 — традиционная технология (технологические процессы); 31 — природосберегающая технология; 32 — единичное производство; 33 — серийное производство; 34 — массовое производство; 35 — транспортирование; 36 — хранение; 37 — ремонт; 38 — техническое обслуживание; 39 — использование по назначению; 40 — доставка; 41 — разборка; 42 — утилизация.

При изучении тенденций развития научных исследований и разработок значительный интерес представляет соотношение затрат по отдельным составляющим жизненного цикла. Согласно данным некоторых обследований, затраты в промышленности распределяются следующим образом (Эффективность и организация использования научных результатов // Зарубежная электронная техника. 1970. № 11. С. 19—352):

- изучение и теоретические исследования — 5— 10%;
- конструирование продукции — 10 — 20%;
- изготовление опытного образца — 40 — 50%;

- налаживание производства продукции — 5—15%;
- исследование конъюнктуры сбыта — 10—25%.

Приведенные цифры показывают, что самые большие удельные затраты приходится на производственный этап. Поэтому большинство специалистов считают технологию как науку о производстве тем краеугольным камнем, который ныне определяет направления технического прогресса.

Теперь поставим вопрос: какова продолжительность жизненного цикла современных ТС? Безусловно, она зависит от вида системы. Например, по данным ЦНИИТМАШ (Гаврилов Е.И. Экономика и эффективность научно-технического прогресса / Под ред. Е.Н. Блокова. Минск: Вышэйша шк., 1975. 318 с.), для многих систем механического типа в течение первых 3—4 лет характерен постепенный рост количества внедряемых нововведений, в последующие 5—7 лет, когда новшества раскрывают свои потенциальные возможности, происходит их наиболее широкое распространение. Следующие 4—5 лет, характеризующиеся исчерпанием технико-экономических преимуществ, отличаются значительным спадом в применении технического принципа, к этому времени уже ставшего традиционным. В итоге продолжительность использования новых научно-технических разработок в производстве составляет 12—16 лет.

Поскольку указанный срок во многом определяется спецификой разрабатываемого объекта, то особый интерес представляют обобщенные оценки. Согласно им, общественно необходимое время на прохождение научной идеи от стадии фундаментальных и поисковых исследований до производственной и коммерческой реализации новых видов продукции составляет 10—15 лет, из них на прохождение пути от прикладных исследований до серийного производства уходит 6—7 лет. Заслуживают внимания и такие цифры. Статистические оценки завершенных НИР составляют 4,5 года для фундаментальных исследований, 3— для прикладных и опытно-конструкторских работ и 2,5 года — для непосредственного внедрения разработок. Эти оценки не адекватны действительности, ибо относятся к не связанным между собой указанным стадиям. Но если полный комплекс научно-технических работ будет представлять собой непрерывное чередование названных стадий, то общая длительность цикла превысит 12 лет, не считая возможных временных разрывов между ними.

Известно, что продолжительность работ по созданию новых видов техники сокращается медленно. Оптимизация ПЖЦ может привести к уменьшению этих сроков, а следовательно, и сокращению соответствующих полных затрат. Между тем уменьшение среднего статистического срока НИОКР (период между открытием финансирования и началом серийного производства) хотя бы на полгода (либо по наиболее сложным работам — на один квартал) позволяет получить к 2000 г. экономический эффект при разработке больших ТС только в машиностроительной и авиационной промышленности до 8—10 млрд. рублей (Саркисян С.А., Ахундов В.М., Минаев Э.С. Большие технические системы. Анализ и прогноз развития. М.: Наука, 1977. 350 с.). Поэтому оптимизация ПЖЦ наряду с

оптимизацией параметров системы и ее структуры является одним из важных путей ускорения НТП.

3.5. Значение полного жизненного цикла

Введение ПЖЦ — это утверждение нового методологического принципа исследования, проектирования и оценки сложных объектов как систем и управление их развитием.

В. Спицнадель

Данные рассуждения имеют достаточное теоретическое и практическое значение. Предложение взять ПЖЦ НТД (ТС) как принцип и объект оценки и управления открывает гораздо больше реальных возможностей перестройки управления развитием техники, ибо мы располагаем знанием совокупности всех этапов научно-технической деятельности, которые формируются в единую организационную систему. Каковы же эти возможности (схема 3.4)? Единая система ПЖЦ может рассматриваться как адекватная модель НТП в общем случае и прогрессивного развития ТС — в частности. В целом же прогресс связан с непрерывным совершенствованием всех сторон общественного производства на базе использования самых передовых достижений науки, техники и производства в целях выполнения стратегической задачи — ускорения социально-экономического развития общества. В структурном плане деятельностный аспект НТП предстает как функционирование и развитие ПЖЦ, а этапы его рассматриваются как составные звенья процесса деятельности. Однако сущность НТП не исчерпывается составляющими ПЖЦ, поскольку прогресс выступает как поступательное приращение новых знаний в области науки, техники и производства и теоретически реализуется не только в материальном производстве, но и во внепроизводственной сфере. Вместе с тем, учитывая, что материальное производство — основа развития общества, а техника и технология есть основная сфера применения науки, систему ПЖЦ можно рассматривать в качестве адекватной модели НТП. Говоря образно, ПЖЦ — это внутренний деятельностный мир, «фотография» его движения.

Схема 3.4

Теоретическое и практическое значение
(возможности) ПЖЦ



Система ПЖЦ может быть рекомендована как реализация комплексного программно-целевого подхода. Применительно к решению крупных проблем его сущность состоит в том, чтобы составить программу действий, которая учитывала бы диалектическую взаимосвязь конечных результатов и промежуточных звеньев. Но именно этапы цикла представляют собой эти промежуточные звенья. Конечным же результатом будет эффективность как всеохватывающая оценочная характеристика. Количественное выражение эффективности — это ее критерий, разработка которого в современной научно-технической литературе содержит немало субъективных моментов, а следовательно, разноречива, точнее, логически противоречива. Поэтому для выработки оптимального критерия эффективности нужны научные знания о народном хозяйстве в целом и отдельных отраслях.

Более конкретно надо знать ПЖЦ ТС, функционирующих в отраслях, а также имеющих межотраслевое применение. И так, знание и учет ПЖЦ будут способствовать эффективной разработке целевых комплексных программ НТП, облегчению выбора важнейших структурно-функциональных свойств систем и позволят придать созданию моделей и критериев эффективности научную стройность и определенность. Значит, объективный и оптимальный критерий эффективности может быть получен только на основе учета ПЖЦ ТС. Это дает право на существенный практический вывод: в предметно-функциональном плане проектируется не столько изделие или даже ТС, а их полный жизненный цикл!

С введением понятия ПЖЦ ТС возникает новая теоретическая задача — разработка методологии и методики ПЖЦ ТС с учетом специфики различных отраслей и подотраслей народного хозяйства с последующей их стандартизацией. В науковедческом плане решение такой задачи явится важной предпосылкой к формированию методологии технических наук.

Применение ПЖЦ открывает реальные пути перестройки управления народным хозяйством, в частности путь перераспределения времени продолжительности этапов цикла. Можно добиться такого положения, когда этапы исследования, проектирования, технологии, производства и ликвидации станут наиболее короткими во времени за счет оптимизации цикла, а эксплуатация — более длительной. Не только в теоретическом и методологическом, но и в методическом и практическом плане можно представить оптимальную систему, определяемую сравнительно коротким сроком создания и ликвидации при достаточно продолжительной эксплуатации.

Следуя принципу ПЖЦ, можно наиболее полно и обоснованно рассчитать сроки морального устаревания техники. Зная продолжительность каждого этапа цикла, мы сумеем предвидеть темпы старения. При подобных исследованиях целесообразно использовать патентную информацию. Именно она опережает все другие виды информации, в частности об изобретениях, на 3—5 лет. Идеи, которые сегодня заложены в патентах через 3—5 лет будут впервые реализованы в опытных образцах, а еще через 5—8 лет — в серийной продукции (Костиков Л. М. Прогнозирование качества промышленной продукции (методологические проблемы) // Стандарты и качество. 1969. № 1. 144 с.). По количеству патентов, выданных за год на ту или иную систему, делается вывод о ее возможном дальнейшем развитии и совершенствовании. Если их количество из года в год растет, значит, данное инженерное решение является прогрессивным, и поэтому оно будет развиваться в будущем; если же уменьшается, то идея полностью себя исчерпала и, следовательно, надо искать принципиально новый инженерный подход к решению проблемы, усилить исследовательскую работу фундаментального научного содержания.

Сведения о возможном наивысшем теоретическом уровне эффективности систем и его сопоставление с темпами их развития подводят к выводу о сроках морального устаревания ТС и круге показателей эффективности, которые должны быть улучшены в первую очередь. Все это поможет отодвинуть сроки морального

старения. Значит, экстенсивный путь — наращивание количества тех или иных видов техники в народном хозяйстве — становится ненужным, ибо увеличивается время эксплуатации ТС. Снижается количество твердых отходов, и, следовательно, улучшается экологическая обстановка.

Понятие ПЖЦ ТС и его применение мы рассматриваем как новый методологический принцип исследования сложных технических объектов и технологических процессов как систем (схема 3.5). Тогда в широком контексте становятся очевидными не только требования системного подхода к созданию ТС, но и то, что объект исследования представляет собой в деятельном (созидательном) плане, выражая тем самым, интегративные тенденции прогрессивного развития социальной системы наука — техника — производство — образование. В свою очередь, сам ПЖЦ выступает как принципиально новый объект управления НТП, в частности его планирования, прогнозирования и организации.

Можно утверждать, что ПЖЦ есть закон созидательной деятельности по развитию ТС, характеризуемой полнотой его составляющих этапов, их взаимосвязью и взаимодействием. Известно, что условием открытия и формулирования социально-экономических законов является прежде всего обнаружение повторяемости и устойчивости объективных связей в общественной жизни [Гончарук С.И. Законы развития им функционирования общества (гносеологический и методологический анализ). М.: Высш. шк., 1977. 144 с.]. Повторяемость выражается в воспроизведении основных структур, существенных и необходимых связей, составляющих специфику созидательной деятельности. Этапы ПЖЦ и связи между ними повторяются при разработке любых ТС; связи между этапами носят устойчивый характер.

Какие законы могут быть сформированы в ПЖЦ?

Закон структуры — определяет способ организации этапов ПЖЦ. Так как виды связей этапов цикла существенны и необходимы (последовательность этапов, устойчивые требования, например, к эффективности и качеству каждого этапа, повторяемость требований к этапам, например экономические, к оформлению документации, приоритетность этапа исследования, где формируется тактико-техническое задание и т. д.), то они имеют характер законов структуры ПЖЦ.

Закон функционирования — выражает взаимодействие этапов в системе ПЖЦ. Например, конструкционные материалы, выбираемые на этапе проектирования, обуславливают методы их обработки на этапе производства, функционирование конструкции на этапе эксплуатации и принятие решения по утилизации в результате физического или морального устаревания ТС на этапе ликвидации.

Закон развития — характеризует переход от одного порядка взаимоотношений на этапах ПЖЦ к другому, качественные превращения на основе столкновения противоположных сил и тенденций в созидательной деятельности. Например, еще несколько лет назад, когда в производстве отсутствовали интенсивные технологии, можно было допустить неучет технологических требований в ТТЗ. В

настоящее же время, в условиях «технологического вызова» и выхода новых и массовых технологий на мировой рынок, их формирование становится обязательным уже на ранних этапах ПЖЦ. Появились противоречия, например, в экономических требованиях между этапами исследования (требования возросли) и производства (минимизация экономических ресурсов приводит к неучету экологических требований).

Схема 3.5

Новизна принципа полного жизненного цикла



Итак, общим законом структуры ПЖЦ НТД (ТС) является единство его этапов, общим законом функционирования — положение об определяющей роли начальных этапов ПЖЦ, общим законом развития — соответствие всех этапов ПЖЦ друг другу. Необходимость применения этих законов в своей совокупности характеризует тенденцию к оптимизации ПЖЦ НТД (ТС) как единого целого и может

быть названа системообразующим управленческим законом, позволяющим перейти к новой теории управления развитием сложной техники.

Совершенствование управления НТП предполагает взаимную координацию развития науки и образования. Так же как и наука, образование требует обоснованной и перспективной программы своего развития. Эта программа будет максимально приближаться к современной системе знаний, ее элементу — системному знанию, если в качестве опоры выберет методологию системного подхода и на деле будет воплощать интеграцию общественных, естественных и технических наук. В качестве методологического обоснования планирования и организации высшего технического образования, в частности учебного процесса, в подготовке современных инженеров может и должен быть взят ПЖЦ. Это существенно улучшит подготовку и переподготовку всего контингента технических вузов и слушателей институтов и факультетов повышения квалификации. Уже на студенческой скамье можно будет получать знания не только об отдельных технических устройствах, их методах проектирования и производства и даже не об отдельных технических системах, функционирующих в той или иной отрасли (по специальности выпускников), но и о ПЖЦ любых видов гражданской и военной техники. Конечно, потребуются научная разработка и внедрение в учебный процесс принципиально новой дисциплины — методологии и методики ПЖЦ. При этом задача каждого студента будет заключаться не столько в четком представлении места конкретного предмета в общем объеме знаний, сколько в ясном представлении этого объема знаний — знаний ПЖЦ ТС.

Итак, разработка теоретико-методологических основ объективной оценки ТС на базе системного подхода исходит из принципа полного жизненного цикла НТД (ТС). Это новый методологический принцип исследования, оценки и управления развитием ТС, новый объект управления НТР, описывается структура ПЖЦ, его этапы и стадии, рекомендации по их использованию, важности, трудоемкости, длительности, внутренним связям и эффективности. Рассматривается теоретическое и практическое значение ПЖЦ ТС для совершенствования управления развитием техники, подготовки и переподготовки соответствующих кадров. Обладая свойствами всеобщности и универсальности, ПЖЦ принимает статус основополагающего методологического закона для перестройки управления НТП, в том числе для выделения и формирования системы основных показателей объективной оценки ТС.

3.6. Организационные структуры управления

Организация — это средство для достижения цели при заданных ограничениях.

С. Оптнер

Разработка организационных структур занимает особое место в комплексе радикальных мер по перестройке управления научно-техническим прогрессом. От организационной структуры зависят планирование, его формы, распределение работ и способы их координации, возможность измерения вклада каждого подразделения в процессе достижения конечных целей конкретной организации. Возможен ли научный подход к формированию организационных структур? Да, если предполагается в структурах единство осуществляемых ими процессов и составных элементов. Этот подход реализуется при организационном проектировании, в котором распределяются цели и задачи между подразделениями, определяются между ними административно-правовые отношения, связи по кооперации при решении проблем, возникающих в процессе управления развитием ТС. Более того, построение организационной структуры управления, адекватной объективным условиям, — это творческая задача, которая не сводится к использованию типовых структур управления, оправдавших себя в некоторых достаточно ограниченных условиях хозяйственной деятельности. Однако это не отрицает возможность и необходимость классификации структур управления как предмета исследования и разработки. И здесь требуется научный подход к их описанию.

Для анализа организационных структур важным аспектом является типизация самих систем управления, к которым относятся рассматриваемые структуры. В соответствующей литературе встречаются два типа систем — механические и органические (Мильнер Б.З., Евсенко Л.И., Раппорт В.С. Системный подход к организации управления. М.: Экономика, 1983. 224 с.). К механическому типу относятся системы, основанные на глубокой регламентации должностных требований, прав и обязанностей по выполнению четко определенных частных задач, которые являются составляющими более общей задачи организации. Эффективно работающим полагают такое подразделение, где точно исполняются все инструктивные предписания, гарантирующие в конечном итоге минимум численности персонала и затрат на управление. Системы органического типа ориентированы на человека, прежде всего на подбор и воспитание кадров, обладающих политической зрелостью, высокой профессиональной квалификацией, большим творческим потенциалом, и на создание условий для максимального раскрытия этого потенциала, его повышения и конкретного использования для решения принципиально новых задач. В этих системах определение структуры частных задач, их распределение по подразделениям и исполнителям осуществляются лишь в самом первом приближении. Здесь главное значение придается правильной постановке проблем и формулировке конечных результатов, означающих их решение. Достижение конечных результатов считается главным критерием эффективности деятельности подразделений организации и управления ею. При этом поощряется инициативность выдвижения новых проблем, поиски и установление путей их решений. В организациях, построенных по таким принципам, и отличие от систем управления механического типа, преобладают горизонтальные потоки информации, которые

имеют преимущественно не директивный, а проблемно-ориентированный характер. В них осуществляются различного рода согласования, кооперация разных подразделений для решения комплексных проблем. Для таких организаций характерно применение программно-целевых форм управления, матричных организационных структур. Степень регламентации деятельности исполнителей является при этом слабой. Роль руководителей особенно велика в создании условий для максимально продуктивной работы подчиненных им подразделений, в межфункциональной координации выполняемых работ, а не при рассмотрении множества текущих проблем, принятии частных решений и постоянном прямом руководстве всеми исполнителями.

Оба типа систем управления, механический и органический, редко существуют в чистом виде, и тем не менее практика их применения дает возможность сделать некоторые концептуальные выводы-рекомендации. Например, механическая модель предпочтительна для стабильных и детерминированных условий, органическая же — для более неопределенных и динамичных. Масштабные производственно-хозяйственные организации включают подсистемы управления, построенные как на механической концепции (руководство основным производством, материально-техническим обеспечением, реализация бухгалтерского учета), так и на органической (система высшего руководства, целеполагающее и стратегическое планирование, фундаментальные исследования и крупные разработки).

Отмечая определенную полезность применения механической и органической моделей систем управления, обратим внимание на промежуточные формы организации. Именно они позволяют учитывать специфику условий производства и управления их в широком диапазоне, и значит, имеют наиболее важное значение для содержательной типизации систем управления и проектирования организаций. При этом должны объединяться два аспекта: учет типа структуры управления — функциональный, линейно-функциональный, программно-целевой, матричный и т.п.; отражение характеристик системы управления как целостности (механической, органической, смешанной), которые некоторым образом (но не строго детерминировано) корреспондируются с типом структуры.

Рассмотрим типизацию организационных форм, основанную на единстве структуры управления и организационного механизма ее функционирования. Такая типизация, опирающаяся на выделение двух главных типов структур — линейной и проектной (тематической), достаточно хорошо приспособлена для решения проблемы формирования организаций как процесса рационального проектирования. При линейной структуре управление строится по отдельным сферам деятельности организации: научным исследованиям, конструкторским разработкам, производству, испытаниям и т.д. Управленческие отношения формируются в виде прямых вертикальных связей «распорядительство — подчинение», а функциональные связи совпадают с линейными. Такая структура управления в практике, за исключением мелких или плохо организованных учреждений, почти не встречается

(Управление научно-техническим прогрессом /Под ред. В.Г. Лебедева. М.: Мысль, 1984. 254 с.).

При проектной (тематической) структуре управления организуется применительно к тематике (программам), для чего в соответствующих подразделениях сосредоточиваются специалисты различного профиля, способные решать соответствующие вопросы на всех этапах жизненного цикла новой техники. Такая организационная структура способствует централизации решаемых вопросов. Она предусматривает как линейное, так и функциональное руководство нижестоящим уровнем. Эти два типа структур конкретизируются следующим образом. Простой тип — строго линейная структура. Она основывается только на отношениях руководства — подчинения и отражает самую общую ступень разделения управленческого труда, на отдачу приказов, распоряжений, указаний и на их исполнение. В чистом виде современные линейные структуры существуют лишь в небольших по масштабам организациях, выполняющих элементарные производственные функции или услуги с несложной технологией. На крупных предприятиях даже в первичных ячейках, основанных, казалось бы, на строго линейных отношениях (бригада, производственный участок), разделение и кооперация труда по управлению в функциональном плане выходят за рамки прямого командования и подчинения. Тем не менее, такая форма отношений как способ реализации организационного принципа единоначалия является обязательным элементом всех формальных структур.

Поскольку линейная организация имеет простые и обычно небольшие организационные элементы, ее легко понять и применять. Подчиненные могут свободно ориентироваться в механизме управления, и в связи с этим открывается возможность руководства лишь одним управляющим. Ввиду небольшого числа участников почти исключаются случаи нарушения в работе системы коммуникации. Один или несколько управляющих облечены правом принятия решений, будучи близкими к производству и сбыту; доступ к необходимой деловой информации для них не представляет проблемы, они имеют возможность оперативно принимать соответствующие управленческие решения. Это обуславливает реактивность организации. Вместе с тем серьезным недостатком такой организационной структуры является то, что она не приемлет персонала, призванного способствовать выполнению основных работ. Люди, занятые в производстве, сбыте и распределении продукции, в дополнение к своим обязанностям должны выполнять такие функции, как учет, контроль за качеством, расчетные операции, работу с кадрами (т.е. всю штабную деятельность). Это даст большие преимущества лицам с различными способностями. Однако таких людей мало, и лишь немногие предприятия могут располагать соответствующими кадрами при использовании линейной организационной структуры. Поскольку линейная организация обеспечивает нужды только ограниченного числа фирм, возникает необходимость в иных структурных образованиях. Этим объясняется широкое применение линейно-штабной структуры. Она создается путем добавления штабных организационных элементов к линейным структурам. Функциональное назначение дополнительных

составляющих — облегчить работу линейных элементов в области производства и распределения производимой продукции. Например, когда организации достигают определенных масштабов деятельности, требуется специальная помощь в осуществлении системного анализа производства, прогноза его развития, в решении правовых вопросов и т.д. Линейный персонал, как правило, не обладает наружными знаниями и способностями (Новое в теории и практике управления производством в США / Под ред. Б.З. Мильнера. М.: Прогресс, 1971. 198 с.). Следовательно, к работе привлекают соответствующих специалистов. При этом формируются два типа штабов: генеральный (общий) и специальный. Генеральный штаб координирует и контролирует работу в организации. Его работникам требуется широкое поле деятельности. Такой штаб консультирует управляющих в разработке плановых нормативов, оказывает помощь линейному персоналу или другим штабным службам в выполнении ими своих задач. Организации, использующие линейно-штабные структуры, положительно отличаются тем, что знания и опыт людей в производстве и сбыте продукции сочетаются с помощью высококвалифицированных, технически подготовленных специалистов.

Главное преимущество линейно-штабных структур проявляется в функциональном плане — реализуется возможность полного использования знаний и опыта штабного персонала. При этом штабной персонал сосредоточивает усилия по решению вопросов планирования и контроля, а линейный персонал — целиком на текущей деятельности. Но имеются и определенные трудности управления. В таких структурах количество и сложность деловых связей заметно возрастают по сравнению с линейной организацией. Каналы системы коммуникаций могут оказываться переполненными информацией по сравнению с той, которая необходима для координации функций линейных и штабных элементов. Возможны также противоречия субъективного характера, ведущие к подрыву авторитета линейного персонала со стороны штабных работников. Поскольку последние обладают более высокими знаниями по техническим вопросам, они могут превысить свои функции и вмешаться в процесс принятия решений, находящихся в компетенции линейного управления. Развитие подобных негативных явлений зависит от уровня профессиональной культуры и этики между работниками линейного и штабного организационного элементов.

Качественно иной в эволюции формальных организационных отношений является выделение наиболее полной функциональной структуры. От линейно-штабной она отличается тем, что персоналу предоставляются расширенные управленческие полномочия. В линейно-штабной структуре персонал наделен совещательными правами, что может стать причиной игнорирования штабных экспертов и, разумеется, снижения эффективности их работы. Чтобы избежать этого и гарантировать реализацию своих предложений, штабному персоналу предоставляется право руководства и принятия решений применительно к сложившимся обстоятельствам. Происходит как бы преднамеренное нарушение традиционной классической

системы полномочий и соподчиненности во имя предполагаемого повышения эффективности работы организации.

Наиболее полная функциональная структура, как правило, используется при управлении особо важными работами по созданию новой техники. При этом организация соединяет знания и способности экспертов, высококвалифицированных специалистов для разработки новых конструкций и технологических процессов не только для нужд данной организации, но и по государственному заказу. Главным преимуществом этого типа структуры является то, что в результате применения открываются широкие просторы для специалистов. Штабной персонал, обладающий полномочиями принятия решений, имеет возможность внедрять и контролировать их. Принятие решений ускоряется, ибо исчезает необходимость согласования с другими членами организации. Открывается также возможность унифицировать решения.

Существенным недостатком структуры является нарушение принципа прямой подотчетности, когда требуется подчиняться только одному руководителю, получать только от него приказы и инструкции. При этом нижестоящий управленческий аппарат может руководствоваться полученными распоряжениями в работе, например над проектом, и в то же время подчиняться некоторым распоряжениям штабного персонала. Например, рабочий, получая соответствующие указания от своего непосредственного руководителя по общим вопросам выполнения производственного задания, обязан одновременно следовать рекомендациям специалиста по контролю за качеством в таких вопросах, как стандарты качества, своевременная наладка и ремонт машин и приборов, выбор необходимого комплекса машин и приборов. Штабной работник, участвуя таким образом в производстве, может либо завоевывать симпатии и лояльность со стороны линейного управляющего, либо, наоборот, вызывать конфронтацию последнего. Тогда будут возникать противоречия в организации, подрыв авторитета, служебного положения и т.д.

В многоцелевых социально-экономических системах даже небольшого размера такой подход приводит к возникновению огромного объема координационной работы на уровне главного руководителя, что лишает функциональную структуру всех преимуществ (Мильнер Б.З., Евсенко Л.И., Раппорт В.С. Системный подход к организации управления. М.: Экономика, 1983. 224 с.). Однако в чистой форме функциональные структуры находят применение в современных условиях. Наиболее целесообразное и эффективное их использование достигается в высших эшелонах руководства (например, на уровне всесоюзных и республиканских промышленных объединений).

В универсальной форме принцип функциональной специализации не противоречит принципу единоначалия и реализуется в линейно-функциональных структурах. Существенная характеристика их состоит в том, что общее распределительство ресурсами и целеполагание входят в полномочия линейных руководителей, а управление процессом достижения поставленных целей в рамках выделенных ресурсов и других ограничений возлагается на руководителей функциональных

служб и подразделений. Универсальность подхода обеспечивает требуемое разнообразие организационных форм любых масштабов, сложности, уровней централизации.

Увеличение масштабов номенклатурного и функционального разнообразия (диверсификации) деятельности производственных организаций в 1950—1960 гг. привело к возникновению такой модификации линейно-функциональных структур, когда управленческий аппарат формируется не по функциям управления, а по выделению самостоятельных объектов (отделений) в рамках крупной хозяйственной единицы. Для такой структуры «дивизионального» типа характерно образование отделений, специализирующихся на производстве однородной группы изделий и услуг (продуктовая ориентация), освоении нового вида производства, коренном изменении технологии и других нововведениях (инновационная ориентация), ведении производственно-хозяйственных операций в заданном регионе (территориальная ориентация). Территориальная ориентация при этом тесно сочетается с продуктовой, инновационной или целевой.

Важной особенностью дивизиональных структур предстает формирование внутри каждого отделения собственного функционального аппарата управления, вступающего во взаимодействие с центральным штабным и функциональным органами. Если учесть еще производственную кооперацию входящих в состав подсистемы звеньев, то становится очевидным, насколько возрастает в современных крупных организациях сложность построения отношений и связей по управлению производственно-хозяйственной деятельностью.

Не случайно возникает потребность в создании более эффективных форм координации многофункциональной деятельности, что служит важной причиной выделения в виде самостоятельных объектов управления комплексных целевых межфункциональных программ (проектов) и межотраслевых комплексов, ориентированных на общие цели. Значит, есть основание назвать еще один признак классификации организационных структур — по объекту управления, согласно которому выделяются структуры управления организациями (отраслями, объединениями, отделами) и целевыми программами. Эти структуры не исключают, а сосуществуют, взаимодополняют друг друга. Возникает возможность типизации организационных структур программно-целевого управления. К традиционным формам управления межфункциональным и межотраслевым взаимодействием можно отнести централизованное и координационное программное управление.

Централизованные (линейно-программные) системы управления программами и комплексами характеризуются полным подчинением всех основных участников программ единому органу линейного руководства. Поэтому целевая система управления программой составляет отдельное звено в общей производственно-хозяйственной системе управления. Полная передача элементов межотраслевого комплекса в линейное подчинение одному органу переводит такого рода структуру в линейно-программную (Новое в теории и практике

управления производством в США / Под ред. Б. З. Мильнера. М.: Прогресс, 1971. 198 с.). При создании подобной системы в виде отдельной производственно-хозяйственной организации допускается использовать все рассмотренные выше варианты организационных форм управления — от строго линейных до сложных видов линейно-функциональных структур. Эти структуры характеризуются высоким уровнем организованности и четким распределением ответственности, высокой эффективностью управленческого механизма. Однако в каждой из них, как правило, должны быть созданы все функциональные и обслуживающие подсистемы, и его дублирование делает структуру неэкономичной при большом количестве целевых программ. Применение таких организационных форм может быть оправдано лишь для выполнения сложных и дорогостоящих программ (атомной энергетики, освоения космоса, разработки новой и сложной техники).

Программно-целевые структуры координационного типа характеризуются созданием в действующей линейно-функциональной структуре головных организаций или других специальных координационных органов, которые согласовывают межфункциональные (межотраслевые) взаимодействия исполнителей программ по горизонтали на основе организации совместного принятия решений по программе. Полномочия таких органов для воздействия на исполнителей программ формируются со стороны высших линейных руководителей системы. Но правами непосредственного распорядительства координационные органы управления программой не наделяются. Данный тип координации не создает нового класса структур управления программами, а лишь перераспределяет функции управления между сложившимися звеньями аппарата управления. Зато простота организационного механизма и высокая адаптивность координационных форм программного управления обуславливают весьма широкое их применение. Но они незначительно разгружают высших руководителей от оперативного управления программами и с трудом влияют на предотвращение срывов в ходе их выполнения, вызванных нерациональным использованием ограниченных ресурсов, выделенных на программу. Создание структур координационного типа наиболее целесообразно для тех программ, в которых слаба производственно-технологическая кооперация исполнителей, и где достаточно лишь координировать их планы и распределение ресурсов между ними.

Чтобы обеспечить эффективное сочетание управления по темам (программам) с управлением линейными (специализированными) подразделениями, особенно в условиях высокой степени кооперации, целесообразно активнее использовать прогрессивный метод матричного построения организационных структур. Он увязывает линейную ответственность (по вертикали) руководителей научно-исследовательских, конструкторских, производственных, испытательных и обеспечивающих подразделений с ответственностью (по горизонтали), возложенной на все специализированные подразделения организации, участвующие в разработке темы. В матричной структуре сочетается управление, дифференцированное по функциям (стабильная структура), с управлением, дифференцированным по программам

(временная целевая структура). Тем самым используются положительные особенности обоих типов структур, а их недостатки сводятся к минимуму. В матричной структуре динамичное регулирование целей и задач организации соединяется с ее стабильностью, одновременно повышается персональная ответственность как за тему (программу) в целом, так и за ее элементы. Создаются условия для рационального применения таких специальных методов, как программно-целевое управление, исследование операций и др. Матричная структура дает реальную возможность делегировать оперативные управленческие функции на более низкий уровень. Тем самым высшее руководство освобождается от текущей работы по управлению, что обеспечивает усиление контроля за деятельностью всех подразделений по реализации единых целей организации. Больше внимания уделяется установлению рациональных потоков информации. В условиях матричной структуры руководитель темы (программы) непосредственно не контролирует специалистов, занятых разработкой ТС. Он определяет, что и когда должно быть сделано. Линейные же руководители решают, кто и как будет выполнять ту или иную работу.

Противоречия, возникающие при установлении приоритетов заданий и распределении работы специалистов над проектами во времени, могут нарушать стабильность функционирования организации и затруднять движение ее к реализации долгосрочных целей. Поэтому для обеспечения слаженности работы в условиях матричной структуры целесообразно создавать штабной орган управления. Будучи центром управления темами (проектами, программами), он относится к высокому иерархическому уровню организации, призван осуществлять комплексную координацию и оценку выполнения управленческих процедур отдельными функциональными и линейными органами. Практической реализацией матричного метода является, например, формирование комплексных творческих бригад. Они комплектуются из научных работников, конструкторов, технологов, монтажников, эксплуатационников на период создания и реализации конкретной системы, планомерно обеспечиваются соответствующими материально-техническими и денежными средствами. Основным показателем работы — сдача заказчику в установленные сроки полностью законченных разработок заданного качества при минимальных затратах. Матричные структуры программно-целевого управления являются наиболее универсальными и гибкими. При их введении не требуется существенной перестройки линейно-функционального аппарата. Вместе с тем эти структуры вносят в управление новые усложненные организационные отношения, порождаемые принципом двойного подчинения ответственных исполнителей. Значительно увеличивается возможность противоречий субъективного происхождения, должностных конфликтов, нарушений системы коммуникаций, общей договоренности в работе.

В крупных системах для управления применимы различные комбинации организационных решений из числа перечисленных выше. Именно возможность различных сочетаний типизированных элементарных организационно-управленческих форм будет

обуславливать то необходимое многообразие, которое требуется для того, чтобы проектируемая организационная структура максимально соответствовала специфическим особенностям и целям конкретной социально-экономической системы, а также взаимодействие ее с внешней средой.

Напомним, что различают два основных типа ОСУ научно-технического профиля: линейный и проектный (тематический). При линейной структуре управление строится по отдельным этапам деятельности организации: НИР, конструкторским разработкам и т.д., т.е. по ПЖЦ. Управленческие отношения формируются в виде прямых вертикальных связей «распорядительство — подчинение», а функциональные связи совпадают с линейными. Сегодня такая структура управления на практике, за исключением мелких или плохо организованных фирм, почти не встречается. При проектной (тематической) структуре управление организуется применительно к тематике (программам), для чего в соответствующих подразделениях сосредотачиваются специалисты различного профиля, способные решать вопросы на всех этапах ИЖЦ. Такая структура способствует централизации решаемых вопросов. Она предусматривает как линейное, так и функциональное руководство нижестоящим уровнем.

В систематизированном виде характеристика ОСУ представлена в табл. 3.4.

Анализ используемых организационных структур управления показывает, что ни одна из них не обеспечивает реализации развития ТС в форме их ПЖЦ. Требуется системный подход к новой организации управления. Он представлен в матричной структуре (схема 3.6).

Таблица 3.4

Характеристика организационных структур управления

Тип ОСУ	Функции, сущность	Достоинства	Недостатки	Область применения
Строго линейная	Отдача приказов и их исполнение	Лаконичность, доступность понимания, достаточно одного управляющего	Необходимость выполнения разных функций управления требует привлечения универсалов	В небольших организациях с элементарными функциями
Линейно-штабная: А. Генеральный тип штата (общий, координационный)	Строго линейные + штабные организационные элементы Координация и контроль работы всей фирмы в различных сферах	Полное использование фирмой опыта и знаний штабного персонала	Возрастание числа и сложности деловых связей, опасность подрыва авторитета линейного персонала	В фирмах, где требуется СА производства, его прогноз, решение правовых вопросов и т.д.

Б. Специальный (технический) тип штаба	Большая специализация, более глубокие знания в немногих сферах НТД			
Наиболее полная функциональная	Предоставление штабному персоналу расширенных управленческих полномочий	Расширение возможностей для специализации, ускорение ППР из-за отсутствия согласований	Нарушение принципа прямого подчинения, возможность возникновения конфликтов с линейными управляющими	Для выполнения особо важных видов работ (в высоких эшелонах руководства ВПО)
Линейно-функциональная	За цели и ресурсы ответственны линейные руководители	Универсальность, разнообразие организационных форм для управления любой сложности	Жесткие требования к квалификации руководителей	В относительно простых организациях
Дивизионная (дивизиональная)	Модификация ЛФС в связи с увеличением номенклатурного и функционального разнообразия (диверсификация)	Универсальность	Сложность отношений и связей по управлению НТД	На уровне руководства отраслю — ВПО, внутри отрасли — ПО, внутри ПО — транспортные, ремонтные, проектные и прочие отделения
Линейно-программные (централизованные)	Становление самостоятельных ОУ, целевые программы, межотраслевые комплексы; полное подчинение всех единому органу линейного руководства	Высокий уровень организованности, четко распределение ответственности; высокая эффективность управленческого механизма	Неэкономность при большом числе программ (дубль функций, организационных служб)	Для выполнения сложных, дорогих и долговременных программ (в авиационной и ракетной технике)
Координационная	Перераспределение функций управления между сложившимися звеньями в целях его совершенствования; согласовывание межотраслевых взаимоотношений исполнителей программ по горизонтали	Простота организационного механизма, высокая адаптивность	Незначительная разгрузка высшего руководства от оперативного управления программами; слабое влияние на предотвращение нарушений в ходе выполнения	Для программ со слабой производственной кооперацией и где достаточно координировать планы исполнителей и распределять ресурсы между ними

Матричная	Эффективное сочетание управления по программам с управлением линейными подразделениями; переход от руководителя программы непосредственного контроля специалистов к содержанию их деятельности: что и когда должно быть сделано. Линейные руководители решают: кто и как будет выполнять ту или иную работу?	Связь линейной ответственности по вертикали с ответственностью по горизонтали, т.е. обеспечение управления по функциям и программам; установление рационального потока информации; наибольшая универсальность и гибкость	Вследствие двойного подчинения — увеличение конфликтов и дезорганизация в работе	Особенно в условиях высокой степени кооперации
Примечание. Практическая реализация: формирование комплексных творческих бригад — научных сотрудников, конструкторов-технологов, эксплуататоров				

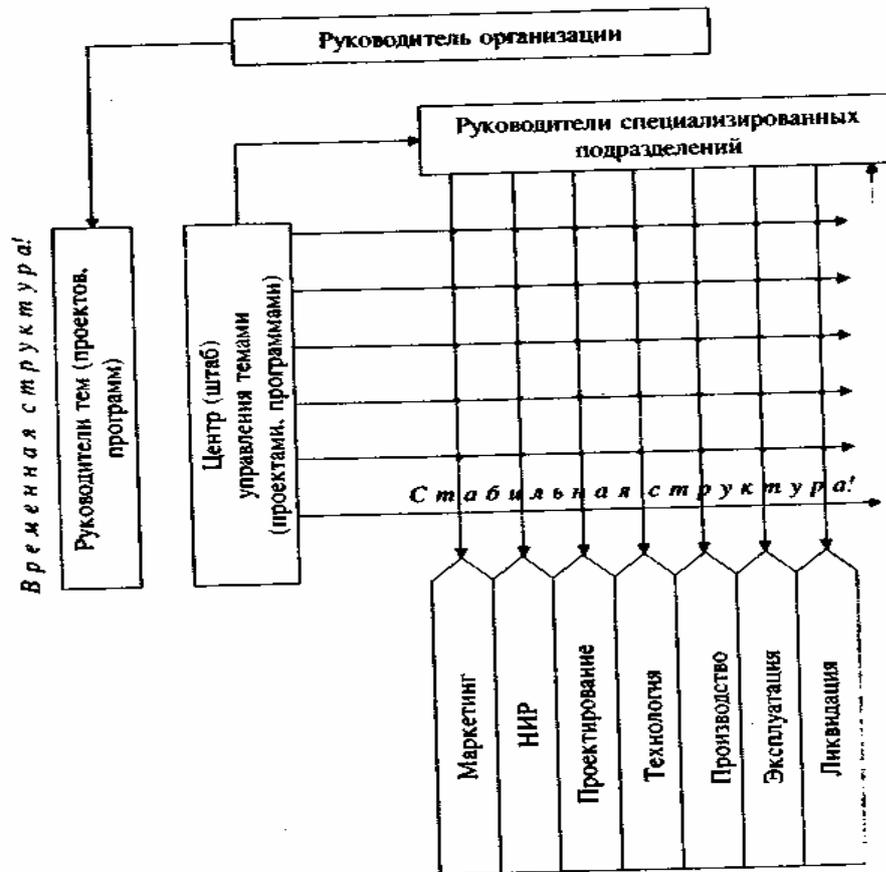
3.7. Некоторые практические результаты применения системного анализа

Исключая единичные случаи, необходимо признать, что системная методология редко используется в массовом масштабе и для большинства разработок... характерно эмпирическое развитие метода проб и ошибок.

Акад. И.М. Макаров

1. При строительстве ВАЗа предусмотрели столовые, рассчитанные на то, чтобы все рабочие смены могли пообедать одновременно. Проверено: за 18 минут в этих столовых свободно обедают сразу 30 тыс. человек. Но представьте, каких размеров должны быть столовые, чтобы вместить сразу 30 тыс. человек. Конечно, огромных. И такие огромные залы используются всего два раза в сутки. Экономично ли?

Матричная структура в системе управления



С точки зрения людей, видящих перед собой только одну столовую,— невыгодно. Не укладывается в сознании таких экономистов-несистемщиков, противоречит здравому смыслу. Но подойдем к вопросу с иной позиции. Будем рассматривать его не изолированно, а в комплексе, в единой системе со всем производством. При этом учтем все многообразие факторов — технических, технологических, экономических, психологических и т.п. — и, допустим, ради кажущейся выгоды откажемся от таких столовых. Пусть, скажем, главный конвейер останавливается на обед в одно время, а конвейер кузовного производства — в другое. Рабочая смена пройдет в столовую в две очереди, а ее зал можно уменьшить наполовину. Выгодно? Вроде бы да. Но не торопитесь с выводами!

На тот час, когда смена с кузовного производства будет обедать, а главный конвейер работать, нужен дополнительный задел. А ведь с конвейеров завода сходит одна машина каждые 25 секунд. Каким же должен быть задел во время обеда корпусников, во что он обойдется? И где его разместить, в каких помещениях? На автозаводе все — на подвесных конвейерах в огромных корпусах. Значит, чтобы сэкономить площадь столовой, пришлось бы увеличить площадь цехов.

Но здание цеха не то, что здание столовой. Цех — это мощные пролетные строения 14-метровой высоты да еще столько же в подвале,

где размещаются подсобные службы. И строительство, и содержание таких помещений обойдется несравненно дороже, чем столовых, И выходит, что со всех точек зрения куда выгоднее строить столовые с расчетом на целую смену. Прийти к такому выводу помог системный подход.

Как видно, системный подход не есть какое-то открытие, позволяющее делать принципиально новое, а лишь систематизация здравого смысла, объединение предметов или знаний о них путем установления существенных связей между ними. При таком синтезе требуется мудрая дальновидность, умение связывать близкие цели с дальними, технические и экономические перспективы с экологическими и социальными.

2. В столице Швеции Стокгольме недавно была организована выставка драгоценных камней из Республики Шри-Ланка. Главное внимание посетителей привлекал знаменитый голубой сапфир «Звезда Ланки» массой в 392 карата и стоимостью в 420 тыс. дол.

Организаторы выставки весьма оригинально решили проблему охраны столь редких экспонатов. В витрину с драгоценными камнями они поместили трех ядовитых змей. «Мы выбрали самых ядовитых, самых смертоносных и наиболее быстрых змей, — заявил шведский специалист по змеям Уле Рузенквист. — Мы их специально не кормили в течение недели, чтобы они были в форме».

3. Как известно, во многих математических задачах ответ можно поучить несколькими способами. Другой вопрос, когда путей к достижению цели оказывается 1195.

Такой результат был получен в процессе успешного эксперимента преподавателем математики Максимом Бурханларским в 133-й софийской школе с преподаванием на русском языке: за один месяц 24 его восьмиклассника нашли именно столько решений словесной алгебраической задачи, составленной их сверстницей.

Интересно, что варианты решения задач не дублируются, дети оперировали разным числом неизвестных, вводимых в разных местах в ходе решения. Одна из участниц эксперимента (средняя ученица по геометрии), сама того не ведая, добралась до нового способа введения неизвестной величины в элементарную математику.

Сейчас 1195 вариантов решения задачи заботливо переплетены в толстый синий том массой 5,385 кг и ждут регистрации в книге рекордов Гиннеса. Ясно, что за таким богатством математического мышления школьников стоят энергия и оригинальная методика преподавания Максима Бурханларского — преподавателя с 32-летним стажем, автора книги «Методы анализа и решения задач при вычислении и доказательстве», на которую в 1976 г. он получил авторское право. В работе он подробно излагает сущность своей новаторской теории составления уравнений, ведущей к общему пути решения большого класса задач в элементарной математике.

Не пренебрегая учебным материалом, преподаватель постепенно знакомит своих воспитанников с тонкостями своей методики. И они незаметно начинают решать самые сложные задачи по алгебре и геометрии, применяя основные алгебраические знания. Учащиеся шутя справляются с ними, не боятся и не нервничают перед контрольными,

кончают школу без «троек» и «четверок» по математике, а все, кто поступает затем в вузы с экзаменом по математике, до одного выдерживают его успешно.

Традиционная методика преподавания математики в школе — несовершенна. Дети затрачивают много времени, сил и нервов на то, чтобы проанализировать условия задачи и найти связь между данными и искомыми величинами. Это ребус, к которому они подходят со страхом, рассчитывая прежде всего на свою интуицию.

В классе Бурханларского нет слабых учеников по математике. Даже двоечники оказываются способными получать «четверки» и «пятерки» (к слову, в Болгарии шестибальная система оценки знаний), а бывшие хорошие ученики, попав к нему, просто превосходят себя...

Характерно и другое: учитель не дает более двух домашних работ в течение года, но и они представляют простор для многовариантного, нешаблонного логического мышления.

4. Проведена сравнительная оценка экономической и системной эффективности.

В качестве объекта приложения методики оценки выбраны электромонтажные соединения (ЭМС) радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Будучи малоисследованными, они являются самыми массовыми и распространенными элементами любой ТС. Для конкретной сравнительной оценки выбраны паяные соединения (ПС), в настоящее время наиболее распространенные в промышленности, и накрученные соединения (НС) как наиболее перспективные. Сравнительные расчеты экономической и системной эффективности ПС и НС показали, что НС по СЭ значительно превосходят ПС (в 12,5 раза на примере типового блока РЭА!), что и должно обуславливать их выбор в ТС. И этот пример показывает, что системная оценка — основа принятия управленческого решения.

5. Японская компания «Сумитомо» купила обанкротившийся французский завод «Данлоп» по производству автопокрышек. «С тех пор за очень короткое время мы шагнули из века каменного в век XXI, говорит один из профсоюзных лидеров.— Производительность труда возросла на 40%, вдвое сократилось число прогулов, зарплата увеличилась на 22%...» В чем же причина такого небывалого успеха? Дело в том, что в новой дирекции оказался один японец-системщик (личность!) при двух помощниках...

6. Научно-технический прогресс развертывается как взаимосвязанное и взаимообусловленное развитие системы наука — техника — производство — образование. Развитие в ней составляющих элементов есть процесс их взаимодействия и взаимопроникновения; взаимодействие первых трех элементов продуцирует новые научно-технические знания, которые реализуются в материальном субстрате техники, ее структурах и функциях. Система образования, вбирая достижения НТП, в свою очередь, готовит и поставляет кадры его организационным структурам, от которых зависит развитие наук, техники и производства. Все эти элементы образуют диалектическое единство, наличие противоречий в нем создает проблемные ситуации. Основополагающий методологический принцип их изучения —

объединение всех элементов в системную модель. Ее разработка может иметь альтернативные модификации, но суть непременно должна состоять в том, чтобы совместить все усложняющееся и непрерывно изменяющееся содержание современной науки с доступной для студентов формой изложения. Задача, разумеется, не решается простым добавлением к традиционным курсам нового материала и частичным обновлением старого. Все чаще специалисты высшей школы приходят к выводу о необходимости упрощения в дидактических целях материала современной науки и перестройки почти всех учебных дисциплин в соответствии со структурой и логикой прогрессивного развития науки. По-видимому, этим целесообразно заниматься прежде всего вузовскому сектору НИР. Разве получение экономического эффекта от исследований и разработок — единственный показатель оценки результатов деятельности сектора? Ученые вузов обязаны не только хорошо знать соответствующие разделы современной науки и техники, но и профессионально, дидактически их интерпретировать. Кстати, за счет этого можно сэкономить до 20—30 % учебного времени (Соколовский Ю.И. Сколько стоит время? // Изв. 1973. 29 ноября), что сокращает разрыв между содержанием учебных дисциплин, методиками обучения, реальными возможностями применения в них достижений НТП. Всему этому будет способствовать использование нового научного направления — *онтодидактики*, которая занимается анализом и переработкой научного содержания учебных дисциплин в дидактических целях. Онтодидактические исследования ведутся в двух направлениях — стратегическом и тактическом. К первому из них относятся: радикальные изменения в учебных планах, связанные с перестановкой учебных дисциплин или больших разделов; выявление глубоких взаимосвязей в учебном материале; выдвижение общих научных принципов. Второе направление включает оригинальные научные доказательства, нетрадиционные трактовки, новую классификацию понятий и т.д.

Учитывая относительную новизну вопроса, приведем ряд доказательных примеров (Соколовский Ю.И. Онтодидактика — актуальное направление исследований // Вест. Высш. шк. 1973. № 8. С. 7—13). Классическая механика построена на трех законах движения Ньютона. Но это возможно и на основе уравнений Лагранжа, или принципа наименьшего действия. В математике принято водить логарифм как функцию, обратную показательной.

Однако известны предложения определять логарифм как интеграл от dx/x и доказательства, что обратной ему является показательная функция. Для теоремы Пифагора имеется несколько сот (!) доказательств, которые отличаются друг от друга степенью сложности. И если для других теорем такого изобилия обоснований нет, то лишь потому, что их поиском никто не занимался. Кто знает, не проще ли они, чем ставшие традиционными? Возможно, любое из таких построений логически безупречно отражает факты. Но с точки зрения дидактики они значительно различаются по степени доступности, по затратам учебного времени и усилий для овладения материалом. Альтернативность доказательств теорем, выводов формул, классификация понятий, изделий, процессов с последующим выбором

оптимальных решений являются важными задачами вузовской НИР. Именно получение дидактического эффекта должно быть поставлено во главу угла при проведении и оценке любого вузовского исследования. Не отставать от отраслевой науки, а, используя солидный кадровый потенциал, высшая школа призвана даже опережать ее развитие, выходя на передовые рубежи прикладных и особенно фундаментальных исследований.

Именно на основе требований обеспечения дидактического эффекта были разработаны многие учебные программы Института повышения квалификации бывших МАП, МОП, МОМ, МПСС, бывшей Ленинградской школы управления, Института управления и экономики и др.

7. Именно такой подход к системной оценке техники и производства реализуется в учебном процессе БГТУ им. Д.Ф. Устинова. Наши студенты успешно воспринимают и используют эту методологию и методы для оценки своих разработок в курсовом и дипломном проектировании. Методы системной оценки студенты применили и в разработках завода «Электроприбор», где они проходили производственную практику. Причем не только применили, но и разработали новые изделия с учетом всех этапов ПЖЦ, провели оценку каждого этапа с помощью его показателей. Хотя деятельность студентов была кратковременной, она оказалась весьма полезной для завода. Успешно разработаны новые приборы: источник питания демонстрационный ИПД-1, генератор низкой частоты лабораторный ГНЧЛ, индикатор ионизирующих частиц демонстрационный ИЧД-3, зарядное устройство ЗУ и т.д. В настоящее время уже организовано серийное производство изделий ИПД-1 и ГНЧЛ, а разработка остальных планируется на ближайшие годы. Мы считаем это положительным примером эффекта от полученных студентами научных знаний по полному жизненному циклу как методологическому принципу организации обучения.

Объективная оценка разрабатываемой новой техники по ПЖЦ имеет огромное воспитательное значение. Студенты увидели и убедились, что их труд не пропадает даром, а время и финансовые средства, затраченные на разработки, окупаются с немалой прибылью. «Никогда не ожидали, — говорили они впоследствии, — что мы способны быстро и качественно осуществить решение поставленных перед нами производственных задач. Мы получили большое моральное удовлетворение от этой исключительно полезной и интересной работы!» Обращаем внимание на то, что не менее важным в этом рассуждении студентов является мнение о ПЖЦ как методологической основе стимулирования познавательного интереса. Значит, ПЖЦ — средство не только обучения, но и воспитания такой устойчивой черты качества личности, как неуклонное стремление к познавательной, исследовательской, конструктивной, т.е. творческой инженерной деятельности.

8. Подобные экспериментальные исследования были проведены и кафедрой психологии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова на примере учащихся общеобразовательной школы 8—10 классов по профилю «Радиоэлектроника» (Решетова З.А. Пси-

хологические основы профессионального обучения. М.: Изд-во МГУ, 1985. 208 с.). Сравнительные результаты учащихся экспериментальной (ЭК) и контрольной (КГ) групп показали существенные различия как в характере знаний, так и в практических возможностях. У учащихся КГ знания носили разорванный, фрагментарный характер и представляли собой некоторую совокупность не упорядоченных какой-либо схемой разрозненных сведений. При анализе технического устройства они обнаружили беспорядочную деятельность, не было ни плана общей деятельности, ни обоснований в ответах, ни уверенности в правильности даваемого ответа, ни связи одних данных с другими. Они допускали много ошибок при определении функции и назначения радиотехнического объекта. Знания же учащихся ЭГ представляли собой систему теоретического описания объекта в логике системного анализа. Они успешно проектировали и конструировали различные устройства радиотехнических систем (до 25 разновидностей) на базе радиоконструктора «Малыш», рассматривали их локальные и целостные характеристики, уровни строения, структуру каждого уровня, элементы, их свойства и связи между ними, проверяли возможные ошибки в схемах, раскрывали зависимости свойств элементов от состояния и характера «среды», вносили изменения в схемы в целях улучшения системных свойств аппаратуры.

В результате экспериментального обучения у учащихся был сформирован не только «политехнический» взгляд на вещи, но и связанные с этим профессионально важные качества личности: рационализаторство, техническое творчество, культура и дисциплина профессионального мышления, высокая производительность труда, творческое и сознательное отношение к труду и выбору будущей профессии (из 12 учащихся 10-го класса ЭГ 10 человек поступили учиться на радиотехнические факультеты). Резко сократилось время обучения. В действующей программе трудового обучения, утвержденной бывшим Министерством просвещения СССР, по радиотехническому профилю в 9—10-х классах на изучение только «теоретических сведений» по радиоэлектронике отводилось 85 часов. Экспериментальная программа, теоретически более емкая и обеспечивающая несопоставимый диапазон практических возможностей учащихся, потребовала всего 40 часов.

Итак, новый тип профессионального труда и соответственно новый тип профессиональных задач предусматривает деятельность, обеспечивающую ПЖЦ ТС. Ее смысл не в приобретении личностью широкой номенклатуры специальных знаний, а в уровне и принципах мышления, позволяющих, в частности, инженеру диалектически представить объект, явление, процесс во всем многообразии их свойств и вместе с тем — цельности, что дает возможность активно, сознательно и творчески, на научной основе построить управление деятельностью по развитию сложной техники. Но для этого необходима существенная перестройка учебных процессов на всех уровнях, как это было сделано в бывшем ЛМИ.

9. В технических вузах одним из основных предметов является «Проектирование» (по специальности). Проектируются машины, приборы, механизмы, технологические процессы, технологическая

оснастка и многое другое. И все происходит иногда в рамках одной специальности. Для того чтобы улучшить усвоение материала и сэкономить время, мы даем студентам знание общей методики (методологии) проектирования любых технических объектов и процессов, объединяя их названием «технические системы» разной сложности: простые, сложные и большие. Эта качественная методика для студентов в основном младших курсов включает формулировку основных и рабочих принципов, анализ ошибок, разработку улучшенных принципов, сравнительную оценку и выбор оптимального рабочего принципа, соответствующего рациональной конструкции ТС или оптимальному технологическому процессу ее изготовления и сборки (Ханзен Ф. Основы методики конструирования (систематизация конструирования / Пер. с нем. В.В. Титова. Л.: Машиностроение, 1969. 167 с.). На старших курсах, следуя диалектическому методу, эта качественная методика дополняется количественной оценкой на основе системного анализа. Она включает постановку цели проектирования и выбор альтернативных путей решения задач (методология и логика), определение затрат на альтернативные решения поставленных задач (экономика), составление логико-математической модели, т. е. системы связей между целями, альтернативными средствами их достижения, требованиями на ресурсы окружающей среды (логика, математика, ЭВМ), выбор критерия оценки альтернатив (диалектика, логика), сравнение альтернатив и принятие решений (комплекс наук!). Критерием целесообразности той или иной ТС является не минимум массы или стоимости, не максимум надежности (как зачастую требуют преподаватели в вузовской практике обучения), а интегральный показатель и более точно — критерий системной эффективности, построенный на взаимосвязи общественных, естественных и технических наук.

Предлагаемая общая методика проектирования ТС для использования ее при обучении в высшей школе оказывается полезной для всех технических дисциплин и специальностей, развивающей творческие способности студентов, а также такие универсальные и важные свойства, как системность мышления, последовательность образа действий, умение связывать различные рабочие процессы при их разработке, способность к абстрагированию, взаимосвязи наглядного и абстрактного.

Для выработки навыков организационно-управленческой деятельности требуется объединение усилий различных наук. Особенно важно соединение общетеоретических знаний об организации и управлении с профессиональными знаниями. Не является секретом, что руководители различных предприятий предъявляют существенные претензии к вузам по поводу недостаточной активности молодых специалистов. По-видимому, пассивность части выпускников — результата в основном того, что мы не научили их основам организационно-управленческой деятельности не просто как таковой, а в комплексе, системе деятельности по специальности. Только общими усилиями всех преподавателей общественных, естественных и технических дисциплин можно передать студентам современную информацию по организационно-управленческой деятельности.

Итак, подведем некоторые итоги под содержанием пособия, посвященной системному анализу (в первую очередь, современной техники, выступающей ныне в виде сложных и больших технических систем).

Объективное развитие науки заключается в том, что она все больше систематически проникает вглубь и вширь действительности, т.е. во все более глубокое познание связей всего, всеобщей связи действительности вообще, которую мы называем миром (Краткая философская энциклопедия. М.: Прогресс, 1994). А окружающий мир по своей структуре имеет системную природу. Это предъявляет определенные требования к современной высшей школе, находящейся в глубоком кризисе. (Кумбс Ф. Кризис образования в современном мире: системный анализ, 1970). В частности, требуется возвращение к системности знаний, потерянной в конце средних веков. Системность — это новое качество знаний, разорванное «лишь по произволу самим человеком» (Макс Планк).

По данным ЮНЕСКО, существуют три типа сферы инженерной деятельности:

- инженер-исследователь-разработчик, выполняющий функции изобретателя; проектировщика и конструктора, связанные с НИР;
- инженер-производственник, выполняющий функции технолога, организатора производства и эксплуатационника;
- инженер-универсалист (системотехник широкого профиля) с функциями управления сложной инженерной деятельностью; особенно здесь важна методологическая направленность, требующая изменения формы профессиональной подготовки инженера, принципиально нового мышления.

Именно на последнюю сферу деятельности (в первую очередь!) и рассчитано представленное пособие.

Еще раз подчеркнем значение системности.

Для студентов и слушателей:

- для развития мышления, ибо оно происходит через усвоение научной теории, внутренним свойством которой является системность;
- для разработки различных социально-экономических систем (в том числе и технических), подход к которым должен быть адекватным их природе, т.е. системным;
- для понимания знаний как результата синтеза; именно непонимание ведет к утрате желания учиться, к потере престижа высшей школы; понимание ценнее знания (Ланжевен);
- для повышения интереса студентов к науке и изучаемым дисциплинам, ибо интерес вызывается в первую очередь пониманием;
- для сокращения нагрузки на память; легче запоминать знания целыми блоками; перегрузки в средней и высшей школе возникают за счет большой мобилизации памяти при недогрузке мысли (в школе Л.Н. Толстого дети занимались по 12 часов в день и не уставали);
- для укрупнения знаний: без дальнейшего увеличения знаний мы погибнем, но и под прессом этого знания мы не выживем (О. Рейзер — крупный специалист в области информатики);

— для познания законов окружающего мира и формирования новых (ведь закон — это внутренняя, устойчивая, существенная связь и взаимная обусловленность явлений природы и общества);

— уровень современного мышления определяется уровнем познания связей;

— для упорядочения знаний (сегодня, по мнению академика Е.П. Велихова, 80% их не упорядочено);

— освобождает студентов (и ученых) от массового дублирования работ, экономя астрономические суммы трудовых, материальных и финансовых ресурсов;

— для получения научной картины мира как целостного усвоения знаний по основам наук о природе и обществе.

Для науки и научных дисциплин системность имеет следующее значение.

Чтобы занятия имели научный характер, пишут эксперты ООН по образованию, они должны начинаться с постановки проблемы и кончатся выводами по их решению. Но:

— попредметных проблем не существует (профессор Пенсильванского университета Р. Акофф);

— в предметном знании невозможно принять оптимальное решение (профессор Торонтского университета А. Рапопорт).

Наша высшая школа продолжает оставаться попредметной и линейной с вытекающими отсюда последствиями. Выход из проблемной ситуации не может быть устранен частичными изменениями в содержании образования. Требуется серьезная перестройка структуры всей образовательной системы и ее процессов. Важнейший ее элемент — создание кафедры системологии (системотехники) в каждом университете. Она должна стать мозговым центром всей теоретической и практической работы по развитию социального и научно-технического прогресса, по организации планомерного перехода к системологическому (системотехническому) образованию как подлинно высшему! Главными ее целями являются обеспечение возможности комплексирования факультетов и кафедр в единую систему по профилю университета (вуза) в целях оптимизации содержания всех курсов и формирование системы научных дисциплин, излагающих принципы системного анализа. Рекомендуемые курсы такой кафедры:

— логика и методология системного анализа;

— основы системотехники (теоретической, инженерной, организационной);

— системное проектирование современной техники;

— системная оценка современной техники;

— управление (системное!) развитием сложными техническими системами;

— диалектика научно-технического прогресса;

— концепция научно-технической политики государства, отрасли, фирмы;

— системы качества в соответствии с международными стандартами ИСО 900 семейства 9000 и др.

Предлагая такие курсы, мы исходили из следующих требований к инженеру-системотехнику:

- умения сформировать научно-техническую проблему и разработать под нее тактико-техническое задание;
- правильного выбора конечных целей;
- определения условий, в которых надо проверять предлагаемые варианты решений;
- умения объективно оценивать имеющиеся данные по затратам, эффектам, качеству и прочим характеристикам в условиях риска и неопределенности;
- способности предлагать и оценивать новые системы или способы выполнения задач;
- динамического видения научной картины мира в целом, способности производить новое знание, умения творчески мыслить, обладать чувством собственного достоинства и пр.

Кафедра системотехники (системологии — для нетехнических университетов и институтов) — это выживаемость высшего образования, а следовательно, и всего нашего общества!

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как-то академик С.Г. Струмилин вычислил, что полное отрезвление нашего общества позволило бы поднять производительность труда на 10%. Но столь же неотложно требуется нам отрезвление и от наивного представления о способах разработки новой техники без применения системного подхода. В пособии представлены логические и методологические основы системного анализа на базе обобщения многочисленной отечественной и зарубежной литературы и личных исследований автора в этом направлении.

Системная проблематика, по существу, сводится к ограничению аналитических процедур в науке, технике, технологии и образовании. Специализация сделала возможным быстрое увеличение знания, но ценой ослабления связей между учеными различных специальностей. Углубление исследований влечет за собой создание специальных приемов исследовательской техники и языков. Этот процесс привел к тому, что мы оказались перед лицом такого же краха, как и строители Вавилонской башни, ибо наука перестала быть благородным поприщем, участники которого объединены в общих поисках истины, и превратились в пчелиные соты с изолированными одна от другой ячейками, каждая из которых занята лишь небольшим числом жильцов, способных понимать лишь друг друга.

Применение аналитических процедур как массового явления в современной науке требует выполнения двух условий:

- необходимо, чтобы взаимодействие между частями данного явления отсутствовало или было бы пренебрежимо мало для некоторой исследовательской цели; только при этом условии части можно реально математически или логически извлекать из целого, а затем собирать;
- отношение, описывающее поведение частей, должно быть линейным; только в этом случае имеет место отношение суммативности, т.е. форма уравнения, описывающего поведение целого, такова же, как и форма уравнения, описывающего поведение частей;

наложение друг на друга частных процессов позволяет получить процесс в целом.

Для образований, называемых системами, т.е. состоящих из взаимодействующих частей, это условие не выполняется. Прототипом описания систем являются системы дифференциальных уравнений, в общем случае нелинейных. Методологическая задача теории систем состоит, таким образом, в решении проблем, которые носят более общий характер, чем аналитическо-суммативные проблемы классической науки. Системный метод — это метод восхождения от абстрактного к конкретному, это один из важнейших методов современного теоретического исследования.

Важной специфической чертой системных исследований является стремление основывать их на принципе изоморфизма законов в различных областях действительности. Одна из главных задач — выявление и анализ законов и соотношений, общих для различных областей деятельности. Отсюда вытекает тезис о междисциплинарном характере системного подхода, т.е. о возможности переноса законов, понятий и даже методов исследований из одной сферы познания в другую.

Это, еще раз, о содержании и значении системной проблематики в общем контексте. Другая ее сторона — необходимость принятия решений. Ведь личность человека характеризуется не только тем, что она делает, но и тем, как она это делает. В связи с этим исключительно важным становится умение принимать оптимальные решения, особенно в нестандартных ситуациях. При этом самое интересное заключается в том, что невозможно принять оптимальное решение в предметном знании. И в то же время наша высшая школа продолжает готовить только специалистов-предметников. Поэтому мы всегда жили и живем в обстановке совершенно некомпетентных решений, принимаемых некомпетентными людьми... Решать труднее, чем не решать. Поэтому решают далеко не все. Но если ты инженер, то обязан совершать выбор — выбор технических решений. И не просто решений, а оптимальных, т.е. справедливых, умных, точных, смелых, системных... И для этой цели системный анализ незаменим.

И в завершении — о проблемах. Пособие посвящено системной разработке ТС. Вполне понятно, что в зависимости от конкретной отрасли ТС будут значительно отличаться друг от друга. Например, системы механические и радиоэлектронные, системы вооружения и производственные. Следовательно, одной из проблем ближайшего будущего является уточнение рассмотренных выше моделей и критериев разработки и оценки отраслевых ТС, обладающих определенной спецификой. Далее. Даже внутри отрасли ТС также отличаются друг от друга. Например, в радиоэлектронных системах можно выделить подсистемы информационные, измерительные, вычислительные. Поэтому следующей проблемой является уточнение (разработка на более низком уровне) моделей и критериев для этих альтернатив.

Продолжая подобную классификацию, можно и нужно рассмотреть довольно большое количество уровней и, следовательно, конкретных объектов и предметов исследования. Для каждого из них, соответствующего определенному конструкторско-технологическому

ряду систем, подсистем и т.д., рекомендуется разрабатывать свои специфические системные (подсистемные) модели критерии и стремиться к их стандартизации, созданию предметных информационных баз. Только такое решение поставленных проблем позволит значительно повысить эффективность ПЖЦ ТС, а следовательно, и ускорить темпы НТП — глобальной задачи любой передовой в социально-экономическом развитии страны, отрасли, фирмы.

Некоторые авторские мысли о ключевых понятиях СА

<i>Что такое СА?</i>	<p>В широком смысле:</p> <ul style="list-style-type: none"> • это область исследований, где нет общепринятой терминологии и единства мнений теоретиков и практиков по многим принципиальным вопросам; • это область исследований, где нет общепринятой терминологии и единства мнений теоретиков и практиков по многим принципиальным вопросам; • это очень широкая область с большим разнообразием постановок задач, а следовательно, методов их решения; она лежит на стыке ряда отраслей науки и сфер человеческой деятельности; • это методология уяснения (понимания) или упорядочения (структуризации) проблемы, которая может быть решена без ЭВМ и математики. • это ограничение применения аналитических процедур; синтез должен стать господствующим, а анализ — соподчиненным;
<i>Суть упорядочения</i>	Упорядочение — расположение элементов в определенной последовательности в зависимости от некоторых их признаков
<i>Суть структуризации</i>	<p>Структура — частичное упорядочение элементов и отношений между ними по какому-либо одному признаку. Структуризация направлена на:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выяснение реальных целей системы; • выяснение альтернативных путей достижения этих целей; • достижение взаимосвязей между элементами; • понимание внешних условий, в которых возникла проблема; отсюда ограничения и последствия того или иного курса действий.
<i>Средство первичного упорядочивания</i>	Это метод сценариев. Сценарий — преимущественно качественное описание возможных вариантов развития ОИ при различных сочетаниях определенных условий.
<i>Метод Дельфи</i>	В отличие от метода сценариев, он предполагает предварительное ознакомление экспертов с ситуацией с помощью какой-либо модели.
<i>Дерево целей</i>	Это основная форма модели в СА. ДЦ — связной граф, вершины которого интерпретируются как цели, а ребра или дуги — как связи между целями.
<i>Проблемы СА по степени структуризации</i>	<p>Проблемы различают по признакам:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ясность, осознанность постановки; • степень детализации элементов и их взаимосвязей;

	<ul style="list-style-type: none"> • соотношение количественных и качественных факторов, отмечаемых в постановке. <p>Таким образом, выделяют три класса проблем:</p> <ul style="list-style-type: none"> • хорошо структуризованные, или количественно сформулированные; • неструктуризованные, или качественно выраженные; • слабо структуризованные, или смешанные, содержащие качественные и количественны элементы.
<i>Структура системы</i>	В СА наблюдатель фиксирует только видимые структуры и путем преобразования системы выявляет скрытые структуры, за которым скрывается новое качество, которое нужно выявить для решения задач. Структура системы — это дальнейшая абстракция, это способ связи.
<i>Структура коллектива</i>	Она будет различной в зависимости от того, по какому признаку «ранжируются» члены коллектива: по профессии, квалификации, стажу, заработку, должности и т.д.
<i>Структура ТС</i>	ТС различают по составу, назначению (функциям), принципу действия, качеству (надежности), экономичности, габаритным размерам и массе, компоновке, степени дублирования, эффективности, сложности, связям, организации...
<i>Основные задачи СА</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Правильно и с возможно большей четкостью сформулировать проблему, перевести ее из неструктуризованного класса в слабо структуризованный; • собрать информацию по проблеме для разработки мероприятий ее исследования; • выявить назначение системы, решающей проблему, с тем чтобы определить ее состав, методы взаимодействия с другими системами; • разработать несколько вариантов развития ТС при различных условиях; • выбрать единственный наилучший курс развития системы; • выявить основные цели развития системы; • выявить критерии эффективности деятельности системы; • установить взаимосвязь целей данной ТС со средствами их достижения; • разработать программу развития системы; • проверить эффективность взаимодействия подсистем, выявить узкие места и устранить их; • выявить эффективность организации управления, функции и структуру органов управления; • разработать конкретные показатели управления (прогнозирования); • сформулировать цели создания системы и т. д. и т. п.
<i>Особенность СА</i>	<p>Как уже отмечалось, использование математического аппарата и ЭВМ не обязательно может быть необходимым. Иногда может быть достаточно серьезного размышления над проблемой. Но в любом СА присутствуют пять обязательных элементов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • цель или ряд целей; • альтернативные средства, с помощью которых может быть достигнута цель; • затраты ресурсов, требуемых для каждой системы;

	<ul style="list-style-type: none"> • логическая и математическая модели, т. е. система связей между целями, альтернативными средствами их достижения, окружающей средой и требованиями на ресурсы; • критерий выбора предпочтительных альтернатив; с его помощью сопоставляются цели и затраты и пр.
<i>Главное в СА</i>	Как сложное превратить в простое, как труднопознаваемую проблему превратить в серию задач, имеющих метод решения; поиск эффективных средств исследования и управления сложными объектами.
<i>Самое ценное в СА</i>	Правильная постановка целей и составление программы их достижения — это важнейший ресурс государства, залог неуклонного повышения эффективности обществ и частного производства.
<i>Область применения СА</i>	<p>Для решения крупных проблем, связанных с деятельностью многих людей, с большими материальными затратами. Человеческую деятельность можно условно разделить на две области;</p> <ul style="list-style-type: none"> • область рутинной деятельности, т. е. регулярных, повседневно решаемых задач; • область решения новых, впервые возникающих задач. <p>В первой из них способы решения задач обычно хорошо отработаны и почвы для СА не представляется, хотя само наличие рутины в некоторых случаях составляет проблему (например, тенденция к постоянному увеличению работников аппарата управления). Во второй области (перспективном планировании, науке) методы СА применимы почти повсеместно.</p>
<i>В каких ситуациях возникает потребность в СА?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • При решении новых проблем, когда с помощью СА формулируется проблема, определяется, что и о чем нужно знать и понимать, кто должен знать и понимать; • если решение проблемы предусматривает увязку цели со множеством средств ее достижения; • если проблема имеет разветвленные связи, вызывающие отдаленные последствия в разных отраслях народного хозяйства, и ПР по ним требует учета полных эффективности и затрат; • при решении проблем, где существуют трудно сравниваемые варианты решений или достижения комплекса целей; • во всех случаях, когда создаются совершенно новые системы; • в случаях, когда осуществляется улучшение производства или экономических отношений; • во всех проблемах, связанных с автоматизацией производства, созданием АСУ, АСТПП; • если принимаемые на будущее решения должны учитывать факторы неопределенности и риска; • когда выработка ответственных решений принимается на определенную перспективу (15—20 лет); • везде, где требуется выработка критериев оптимальности с учетом целей развития и функционирования системы.