

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.**

**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 предварительно-го решения общих, тот неминуемо будет на каждом шагу бессознательно для себя «наткаться» на эти общие вопросы. А наткаться слепо на них в каждом частном случае — значит обречь 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 количеством. 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 самих 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 элемента 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 различных 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 не просто 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 полноценный 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 «наткаться» на эти общие вопросы. А наткаться 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 интеграция 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, экономистов, 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 все-стороннему 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, амери-канский системщик).

20. Мыслительная деятельность отдельного Человека тем продуктивнее и логичнее, чем полнее и глубже он ус-воил в с е о б щ и е (разрядка моя. — В.С.) категории мыш-ления (В.В. Давыдов, профессор).

21. В природе нет отдельно существующих техники и технологии, физики и биологии, исследования и проекти-рования (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 точ-ки зрения физики, химии, механики, а иногда и биологии позволит распознать их сущность и применить на прак-тике (Н.Н. Семенов, академик).

23. НТР выявила ряд интеллектуальных «болезней». Одна из них — узость профессионального сознания. В любой об-ласти 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 «заболева-ние», названное К. Марксом «профессиональным кретиниз-мом». Не случайно, что именно он заложил принципы СП при анализе капиталистического производства. Его «Капи-тал» — первое фундаментальное системное исследование структуры общества (Е. Жариков, профессор).

24. Системных подход к явлениям — одно из важней-ших 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, отраженное 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

- эм-пирическое развитие метода проб и ошибок (И.М. Мака-ров, 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 сис-темной деятельности. Подчеркнем, единой и непрерыв-ной системной деятельности, начиная от исследования конкретного объекта и кончая ликвидацией, наступаю-щей после физического или морального его устаревания (В.Н. Спицнадель).
36. СА характеризуется главным образом не специфи-ческим научным аппаратом, а упорядоченным (разряд-ка моя. — В. С.), логически обоснованным подходом к иссле-дованию проблемы и использованию соответствующих ме-тодов их решения, которые могут быть разработаны в рамках других наук (Ю.И. Черняк, профессор).
37. Если естествознание было преимущественно со-бирающей наукой, то сейчас оно стало в сущности упо-рядочивающей (разрядка моя. — В. С.) наукой, наукой о связях (Ф. Энгельс).
38. Все мы... пользуемся огромным запасом неосознан-ных знаний, навыков и умений, сформировавшихся на про-тяжении 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.) со-гласны все. Но это есть поверхностное согласие, кото-рым душат и опошляют истину (В. И. Ленин).
41. Сегодня о системном подходе говорится практи-чески во всех науках, хотя в ее различных разделах он проявляется по-разному. Так, в технических науках речь дет о системотехнике, в кибернетике — о СУ, в биоло-гии — о биосистемах и их структурных уровнях, в соци-ологии — о возможностях структурно-функционального подхода, в медицине — о сложных системных болезнях (коллагенозы, системные васкулиты и пр.), лечить кото-рые должны терапевты широкого профиля (врачи-системщики) (Е.П. Тареев, академик).
42. Существо системного подхода ярко выражено в одном высказывании, приписываемом английскому офице-ру периода Второй мировой войны: «Эти парни не возьмут в руки даже паяльника, пока они досконально не разберут-ся в стратегии военных действий на всем Тихоокеанском театре». Налицо целостность локальных и глобальных задач конкретной деятельности! (В.Н. Спицнадель).
43. Значение системности: для принятия оптималь-ных (!) решений, которые невозможно принять в предмет-ном знании; в противном случае — головотяпство и не-компетентность; для сокращения нагрузки на память; пе-регрузки в ВШ возникают за счет слишком большой мобилизации памяти студентов при ярко выраженной не-догрузки их мысли, воображения и фантазии; практика: повышает интерес студентов к науке; не только развива-ет студентов, но и воспитывает их; восприятие теоре-тических знаний происходит целыми блоками; СА — пред-посылка 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 понятием «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, надделение 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. Телеологизм, 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.

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 не-каким-либо 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 Берталанфи (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. Берталанти проводит мысль о неразрывности естественно-научного (био-логического) и философского (методологического) исследований... Сначала была создана теория открытых систем, граничащая с современной физикой, химией и био-логией. 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. Берталанти 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. Берталанти, 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, экономия астрономические суммы денег и времени.

К числу недостатков ОТС Л. Берталанти 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 современной 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. Берталанти (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 ячейечные 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 математическом 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 применимы для описания процессов функционирования систем, но они неадекватны для анализа явлений измерения, дифференциации, эволюции, уменьшения энтропии, творчества и т.д. Это осознал 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 и 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 организованным 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.

## Схема 1.1 Состав ОТС

1. Кибернетика — базируется на принципе обратной связи и круговых причинных целях и исследует механизмы целенаправленного и самоконтролируемого поведения; теория систем управления 1. Системотехника — направление в кибернетике, изучающее вопросы планирования, проектирования и поведения сложных систем различного назначения (АСУ, человеко-машинные комплексы и др.), при котором составляющие системы рассматриваются во взаимодействии, несмотря на их разнородность. Основным методом системотехники является системный анализ. Центральное техническое звено комплекса — ЭВМ, человеческое звено — оператор. Системотехника играет важную роль в развитии инженерной психологии, так как для проектирования комплексов необходимо учитывать характеристики человека
2. Теория информации, вводящая понятие количества информации и развивающая принципы передачи информации
3. Теория игр — рассматривает поведение игроков, пытающихся достичь максимального выигрыша и минимальных потерь за счет применения соответствующих стратегий в игре с соперником
4. Теория решений — математическая теория, изучающая условия выбора между альтернативными возможностями 2. Исследование операций — изучает прикладное направление кибернетики, использующее математические методы для обоснования решения во всех областях человеческой деятельности
5. Топология, включающая теорию сетей и теорию графов
6. Факториальный анализ
3. Инженерная психология — отрасль психологии, исследующая процессы и средства информационного взаимодействия между человеком и машиной. Инженерная психология возникла в условиях научно-технической революции, преобразовавшей психологическую структуру производственного труда, важнейшими составляющими которого стали восприятие и переработка оперативной информации, принятие решений в условиях ограниченного времени
7. ОТС в узком смысле, которая стремится вывести из общего определения системы как комплекса взаимодействующих элементов, понятий, относящихся к организованным целым (взаимодействие, сумма, финальность, централизация и т.д.) и применение их к

анализу конкретных явлений

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 под-системами 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 Берталанфи) 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 — 370 гг. 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 ге-лиоцентрической картины мира. Земля, как и дру-гие 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 ас-трономии, выработали определенную концептуальную систему с категориями — вещь и свойства, це-лое и часть... Вещь трактовалась как сумма отдель-ных свойств (забыли тезис античности???). От-ношение выражало воздействие некоего предмета на другой, первый из которых являлся причиной, а второй — следствием. Очень важно: на первый план выдвигался каузальный, а не телеологический спо-соб объяснения

Немецкая классическая философия Глубокая и основательная разработка идеи системной организации научного знания. Структура научного знания стала предметом специального философского анализа

Идеи И. Ламберта

(1728 —1777) Всякая наука, как и ее часть, предстает как сис-тема, трактуемая как целое!

Идеи И. Канта

(1724 —1804)

Кант не только осознал системный характер на-учного знания, но и превратил эту проблему в методологическую, выявив процедуры системного конструирования знания. Однако он считал, что принципы образования систем явля-ются 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 ограни-чил системность знания систематичностью его формы. Это привело к отождествлению систем-ности 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. Трак-товал становление системы в соответствии с прин-ципом восхождения от абстрактного к конкретному. Но отождествляя метод и систему, телеологически истолковывая историю знания, он не смог предло-жить методологические средства для формирова-ния системных образований

Теоретическое

естест-вознание

XIX —XX вв.

Различение объекта и предмера познания, повыше-ние 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. Берталанти 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. Берталанти (1901 —1972)

Берталанти 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 ОТС 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 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.

#### Концепции

современности Идеи СП нашли свое отражение в работах следующих авторов: Р. Акоффа, В. Афанасьева, С. Вира, И. Блауберга, Д. Бурчфилда, Д. Гвишани, 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. Садовско-го, М. Сетрова, В. Топорова, А. Умова, Б. Флейшмана, Ч. Хитча, А. Холла, Б. Юдина, Ю. Черняка, Г. Щедровицкого, У. Эшби, Э. Юдина

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 развития 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 слабо-структурированных (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 выработываться 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. Требуется 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 целями 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 научно-го 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 включала 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 по-этому 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 — производ-ство — 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, мар-ксистское 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 «системные 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 объектам 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 тремя 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 комплексности 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 состав 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 выдвигание 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 одно–мерного, эмпирического и антиисторического процесса усвоения знаний с технократическим основанием.

Сегодня стало ясно, что высшая школа не может рас–сматриваться 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 выд–винуть и развернуть свой проект образования, так как не было задела для выполнения своей первостепенной функции — прогностической. Каркасом педагогической науки служат формализованные и малопродуктивные 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 пре–одоления 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 и имеет 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, под–готавливает 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 разно-родных 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 на-зывали розмыслами. В этом скрывался инверсионный стиль мышления того времени — оригинальная выдумка, сме-калка, 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 усмот-рения 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 сношение 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 количеств 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 специалистом и одновременно — нравственным уродом, бессознательно воспроизводящим традиции жизни (живу как все, как жили мои родители)

Образованный человек — агент культуры (добра, разума, совести, ответственности, любви, 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, благо и добро, сила и энергия, это вечный идеал человечности

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

жи-вучести специали-ста Обеспечение быстрой адаптации выпускника к изменениям в конкретной области знаний

#### Основа

Понимание законов, позволяющих вос-принимать окружаю-щий мир в

многооб-разии и единстве (это и есть мировоз-зрение) 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

пред-ставления о науч-ной, или теологи-ческой, или мифи-ческой 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

Построение фун-дамента научной подготовки для профессиональной деятельности творческого разви-тия личности

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 самостоя-тельной постановке новых проблем и их решению; открытость и коммуникабельность; развитое чувство юмора; высокий уровень внутренней мотива-ции, составляющей потребность чело-века; определенный эмоциональный настрой, связанный с поиском интуитивных ре-шений; достаточно высокий уровень самооцен-ки; готовность отстаивать свою точку зре-ния при условии уверенности

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)).

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

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

1. Объект исследования рассматривается как часть объемлющей системы.
2. Объясняется поведение объемлющего целого.
3. Понимание целого дезагрегируется для объяснения поведения части. Эта часть получает объяснение путем определения ее функции в системе Понимание

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 операции 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 детерминизма 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 банально-стей 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 осмысление 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 НТР 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 // НТП: 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-технических 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, выбирать 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 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 функциональной электроники  
(интеграция функции в объеме) Функциональные системы на принципах бионики  
Многофункциональные устройства  
Функциональные устройства  
Изделия ЭТ  
(степень интеграции  
Интегральные схемы  
Интегральные схемы (105 — 106 )  
Интегральные схемы (104 )  
Интегральные схемы (102 — 103)  
Дискретные элементы  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ

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 проектирования, производства и контроля изделий  
Обучающиеся системы проектирования, производства и контроля  
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

$$w = q_i N_i = e^{-i-1} \cdot e^{-i} = e^{-2i-1} = \text{const}.$$

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

Информационные возможности человеческого мозга ограничены. Они определяются следующими предельными значениями:  $n = 7,6$ ;  $w = 735$ ;  $t = 54$ . 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 — полу-техническую систему.

В единстве с количественными параметрами качественные характеристики ТС по сравнению с техническими устройствами отражают более сложный уровень организации и функционирования. ТС создаются не обособленно 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 небезразлично, 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 внутр-ренние 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 развертываемой 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 выработывая стратегию и тактику управления, нельзя отрывать эти системы друг от друга. Планирование призвано устранить эти препятствия, помехи и случайности 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 струк-турных звеньев охватывает деятельность отдельных ра-ботников и производственных коллективов.

Регулирование предполагает координирование и стиму-лирование действий коллективов в разработке вопросов, связанных с развитием ТС. Оно учитывает так называемые возмущающие воздействия внешней среды. Тогда до-стигается такая деятельность, в которой выравниваются все отклонения выхода системы от заданного значения этого состояния. Координирование обеспечивает согласо-ванную 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 обес-печением результативности развития ТС.

Учет и контроль в управлении осуществляются по двум направлениям оценки: действий исполнителей и под-разделений по реализации задач, связанных с создани-ем 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 деятель-ности ведутся в целях анализа этого процесса и выявле-ния недостатков и резервов оптимизации каждого этапа жизненного цикла ТС, устранения недостатков, обеспе-чения необходимой информацией.

В табл. 1.7 приведен фрагмент классификации задач управления развитием ТС.

Группировка задач по стадиям жизненного цикла дает возможность анализировать состо-яние и принимать целенаправленные решения по отдель-ным стадиям развития ТС, проектировать (моделировать) на этой основе особые организационные блоки (службы, отделы, цеха), характеризующиеся общностью выполняе-мых ими работ по направления развития ТС и обеспечи-вать предпосылки для системного управления. Требования системного подхода вызывают необходимость дальнейшего расширения представлений о фактических масштабах и содержании развития ТС и возникающих в этой связи но-вых проблем управления.

Итак, будучи объективной закономерностью техниче-ского прогресса, развитие ТС рассматривается в триеди-ном плане: исследование особенностей, перспективных направлений технического прогресса, оценка соответствую-щих перспектив и управление развитием техники. Раз-витие ТС, в свою очередь, также нуждается в оценке, что-бы раскрыть реальные возможности его оптимизации.

Таблица 1.7

Классификация задач управления развитием ТС

Субъект управления Объект у правления

Планирование Организация Регулирование Учет и контроль

Исследование

Выбор тематики. Проведение патентных

ис-следований. Определе-ние состава работ и

последовательности Определение связей массивов

и потоков

информации. Подготовка исследовательских кадров. Выбор и расчет показателей оценки НИР. Оценка выбранной темы 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 Оптимизация проблем НИР. Выработка управляющих воздействий и принятие решений. Осуществление управляющих воздействий. Контроль и анализ. Эффект воздействий. Оценка выбранных критериев и модели управления исследованием

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

Проектирование

Выбор конструкторско-технологической схемы ТС, методов проектирования.

Нормирование процесса, конструкторских материалов.

Определение внутрипредметных связей. Подготовка конструкторских кадров.

Выбор и определение показателей конструирования. Оценка конструкции

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 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

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

Технология и производство

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

Создание производственно-технологических служб, отделов, цехов. Обеспечение научно-технической 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 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

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  
Эксплуатация

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. 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

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. 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.

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

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 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

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.

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.

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.

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.

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). 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.

Главная цель

Достижение оптимального уровня конкурентоспособности (как критерия) Уровень 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 стратегические 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 стратегических 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 перенастраиваемом 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 распределение акций среди персонала и образование предприятий, находящихся в коллективной собственности их работников. Количество их ежегодно возрастает на 600–700 единиц.

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. Нужна объективная оценка. Учет экологических аспектов. Новые технологии.

Подготовка кадров. Объемная модель управления



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, приспосабливая 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 не-достаточное различение». Эти слова Эдмунда Берка, автора знаменитой книги «Размышления о Французской рево-люции» Пушкин первоначально поставил эпиграфом к пер-вой главе своего «Евгения Онегина». «Недостаточное раз-личение», 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 работника-ми производства, я убедился, что такие понятия, как «про-гресс», «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 началь-ник технического отдела Главного управления:

— Начинать разговор об освоении новой техники,— сказал он,— нужно с вопроса: «А что же такое новая тех-ника?» 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 принципи-ально новые орудия труда, материалы и технологические процессы, превосходящие по своим технико-экономическим показателям лучшие отечественные и мировые достижения». Подчеркиваем: принципиально новые. Ну, ска-жем, такие, как непрерывная разливка стали, кислородно-циклонный способ переработки полиметаллических руд и концентратов, газовая вагранка, полностью исключив-шая из обращения кокс в чугунолитейном производстве, и многие другие изобретения ученых и конструкторов, из-менившие даже самый облик металлургической промыш-ленности. И видимо, если строго придерживаться принци-па новизны, то не следует к передовой новой технике сегодняшнего дня причислять, скажем, оборудование, ко-торое, приходя на смену действующему, хотя и совершен-нее его, но уже морально устарело.

Ученые обнаружили немало пунктов, которые правиль-нее было бы включать не в план по новой технике, а в сугубо производственные задания тому или иному пред-приятию. Например, метод непрерывной разливки стали коллективу Новолипецкого металлургического завода дав-но 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 ис-пользуются 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 техни-ка» 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 производ-ственные планы. Создается видимость кипучей деятельно-сти, а на самом же деле одним выстрелом стараются убить сразу всех зайцев. И представьте себе, порой «убивают», поскольку каждому плану соответствует свой вид эконо-мического стимулирования, свои премии.

Поскольку министерский план по новой технике вер-стается 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