

Оглавление

Понятие, задачи и этапы системного подхода	1
Отношение терминов «системный подход» и «системный анализ».....	3
Системный анализ.....	4
Определение понятия «система».....	5
Принципы системного подхода	7
Практическое выделение (образование) системы	9
Системный подход к «системе». Как практически проверить, является ли рассматриваемая Вами система системой?	9
Функционально - структурный подход.....	10
С чего начинается система?	10
Состояние системы	11
Классификация систем	13
Общесистемные закономерности	17
Цели и трудности целеполагания	22
Модели и моделирование.....	28
Методология системного анализа	31
Литература.....	32

ПОНЯТИЕ, ЗАДАЧИ И ЭТАПЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

Системный подход используется во всех областях знания, хотя в 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 терапевтами широкого профиля.

Сущность системного подхода проста, и сложна; и ультрасовременная, и древняя, как мир, ибо уходит корнями к истокам человеческой цивилизации. Потребность в использовании понятия «система» возникла для объектов различной физической природы с древних времен: еще Аристотель обратил внимание на то, что целое (т.е. система) несводимо к сумме частей, его образующих.

Потребность в таком понятии возникает в тех случаях, когда невозможно изобразить, представить (например, с помощью математического выражения), а необходимо подчеркнуть, что это будет большим, сложным, не полностью сразу понятным (с неопределенностью) и целым, единым. Например, «солнечная система», «система управления станком», «система кровообращения», «система образования», «информационная система».

Очень хорошо особенности этого термина, такие как: упорядоченность, целостность, наличие определенных закономерностей – проявляются для отображения математических выражений и правил – «система уравнений», «система счисления», «система мер» и т.п. Мы не говорим: «множество дифференциальных уравнений» или «совокупность дифференциальных уравнений» –

а именно «система дифференциальных уравнений», чтобы подчеркнуть упорядоченность, целостность, наличие определенных закономерностей.

Интерес к системным представлениям проявляется не только как к удобному обобщающему понятию, но и как к средству постановки задач с большой неопределенностью.

Системный подход – это направление методологии научного познания и социальной практики, в основе которого лежит рассмотрение объектов как системы. Системный подход ориентирует исследователей на раскрытие целостности объекта, на выявление многообразных связей и сведение их в единую теоретическую картину.

Системный подход развивает и формирует у специалиста целостное мировоззрение и, в этой связи, полностью соответствует задачам современного общества.

Задачи, которые решает системный подход:

- позволяет разработать методы исследования и конструирования сложноорганизованных объектов (например, информационная система и прочее);
- развивает методы познания, методы исследования и конструирования (системы организации проектирования, системы управления разработками и т.п.);
- позволяет объединить знания различных, традиционно разделенных дисциплин;
- позволяет глубоко, а главное в совокупности с создаваемой информационной системой, исследовать предметную область.

Системный подход нельзя воспринимать как одноразовую процедуру, как выполнение какой-то последовательности определенных действий, дающую предсказуемый результат. Системный подход – это обычно многоцикловый процесс познания, поиска причин и принятия решений для достижения определенной цели, для которой создается (выделяется) нами некоторая искусственная система.

Очевидно, что системный подход – процесс творческий и, как правило, на первом цикле он не заканчивается. После первого цикла мы убеждаемся, что данная система функционирует недостаточно эффективно. Что-то мешает. В поисках этого «чего-то» мы выходим на новый цикл спирального витка поиска, вновь анализируем прототипы (аналоги), рассматриваем системно функционирование каждого элемента (подсистемы), действенность связей, правомочность ограничений и т.д. Т.е. пытаемся устранить это «что-то» за счет рычагов внутри системы.

Если не удастся достигнуть желаемого эффекта, то часто целесообразно вернуться к выбору системы. Возможно, надо ее расширить, ввести в нее другие элементы, предусмотреть новые связи и т.д. В новой, расширенной системе увеличивается возможность получения более широкого спектра решений (выходов), среди которых может оказаться желаемое.

При исследовании любого объекта или явления необходим системный подход, который возможно представить в виде последовательности следующих **этапов**:

1. Выделение объекта исследования из общей массы явлений, объектов. Определение контура, пределов системы, его основных подсистем, элементов, связей с окружающей средой.
2. Установление цели исследования: определение функции системы, ее структуры, механизмов управления и функционирования;
3. Определение основных критериев, характеризующих целенаправленное действие системы, основные ограничения и условия существования (функционирования);
4. Определение альтернативных вариантов при выборе структур или элементов для достижения заданной цели. По возможности необходимо учесть факторы, влияющие на систему и варианты решения проблемы;
5. Составление модели функционирования системы, с учетом всех существенных факторов. Значимость факторов определяется по их влиянию на определяющие критерии цели;
6. Оптимизация модели функционирования или работы системы. Выбор решений по критерию эффективности при достижении цели;
7. Проектирование оптимальных структур и функциональных действий системы. Определение оптимальной схемы их регулирования и управления;
8. Контроль за работой системы, определение ее надежности и работоспособности.

9. Установление надежной обратной связи по результатам функционирования.

ОТНОШЕНИЕ ТЕРМИНОВ «СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД» И «СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ»

Выражение «системный анализ», как оно применяется в научной литературе, имеет двоякий смысл. В одном из них оно употребляется в смысле синонима выражениям «системные исследования» и «системный подход», если не учитывать того факта, что системные исследования могут включать в себя не только анализ, но и синтез систем.

Другой — в смысле конкретного метода решения экономических проблем, развитого в 40-60-х годах группой американских исследователей (Хитч, Оптнер, Янг). Говоря об этом направлении системного анализа, С.Н. Никаноров характеризует его как «методологию решения крупных проблем, основанную на концепции систем». Как видим, «системный анализ» также охватывается понятием «системный подход».

Системный подход может быть рассмотрен как методология проектирования, общая концепция, научный метод, метод анализа организаций, системное управление и как прикладная теория систем.

Системный подход как методология проектирования

Управленцам разных рангов и разных сфер деятельности хорошо известно, как трудно выбрать такое направление деятельности, следуя которому можно было бы разрешить все возникающие проблемы. Эти люди испытывают большие трудности оттого, что вынуждены изучать всеобщую интересующую их проблему и из множества точек зрения выбрать только одну. Системный подход является общенаучной методологией, которая ориентирует в исследовании возникающих при этом вариантов.

Системный подход как общая концепция

Нахождение подобных структур, свойств и явлений у систем самых различных областей позволяет сформировать уровень общности законов, общности подхода. Нахождение взаимосвязей между методами решения позволяет расширить сферу их приложения и облегчить понимание новых явлений.

Системный подход как научный метод

Это новый метод мышления, который имеет дело с такими процессами как жизнь, смерть, рождение, развитие, адаптация, познание, причинность и взаимодействие. Он обеспечивает нас новыми способами решения проблем в ситуациях с так называемыми неустойчивыми понятиями, такими, как ценности, суждения, убеждения и чувства.

Системный подход как метод анализа организаций

Все можно рассматривать как системы, т.е. элементы в определенном типе связи. Любое явление можно рассматривать с точки зрения его организации, а любую организацию можно рассматривать в свою очередь как систему. Организации могут быть различными — от организации общества (сумма человеческих активностей, развертывающихся в природной сфере): фирм, предприятий, до организации, как таковой, т.е. организации предметов, явлений, данных, информации.

Принять организационную точку зрения — значит изучать любую систему с точки зрения как отношений всех ее частей, так и отношений ее как целого со средой, т.е. со всеми внешними системами.

Законы организационных систем едины для любых объектов, самые разнородные явления объединяются общими структурными связями и закономерностями.

Системный подход как система управления

Управление — процесс целенаправленного поведения системы посредством информационных воздействий, вырабатываемых человеком (группой людей) или устройством.

Задачи управления:

- целеполагание — определение требуемого состояния или поведения системы;
- стабилизация — удержание системы в существующем состоянии в условиях возмущающих воздействий;
- выполнение программы — перевод системы в требуемое состояние в условиях, когда значения управляемых величин изменяются по детерминированным законам;
- мониторинг — удержание системы на заданной траектории (обеспечение требуемого поведения), когда законы изменения управляемых величин неизвестны или изменяются;
- оптимизация — удержание или перевод системы в состояние с экстремальными значениями характеристик при заданных условиях и ограничениях.

Система с управлением (СУ) включает 3 подсистемы: управляющую систему, объект управления и систему связи.

Системный подход как прикладная теория систем

Для обобщения дисциплин, связанных с исследованием и проектированием сложных систем, используется термин «системные исследования», а иногда сохраняется термин «системный подход», который широко использовался в первые годы становления теории систем в двух смыслах — в смысле методологического направления философии и в прикладном аспекте как синоним понятия «комплексный подход». Системный подход реализует принципы теории систем. Во многих источниках термин «системный подход» и прикладная теория систем используются как синонимы.

Системный подход – направление методологии научного познания и социальной практики, в основе которого лежит рассмотрение объектов как систем, ориентирует исследование на раскрытие целостности объекта, на выявление многообразных типов связей в нем и сведение их в единую теоретическую картину. Принципы системного подхода нашли применение в биологии, экологии, психологии, кибернетике, технике, экономике, управлении и др.

Современное развитие системного подхода идет в трех направлениях:

- системологии как теории ТС;
- системотехники как практики;
- системного анализа как методологии.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Место системного анализа среди других научных направлений

Наиболее конструктивным из прикладных направлений системных исследований считается системный анализ. Независимо от того, применяется термин «системный анализ» к планированию, разработке основных направлений развития отрасли, предприятия, организации, или к исследованию системы в целом, включая и цели, и оргструктуру, работы по системному анализу отличаются тем, что в них всегда предлагается методика проведения, исследования, организации процесса принятия решения, делается попытка выделить этапы исследования или принятия решения и предложить подходы к выполнению этих этапов в конкретных условиях. Кроме того, в этих работах всегда уделяется особое внимание работе с целями системы: их возникновению, формулировке, детализации, анализу и другим вопросам целеполагания.

Д. Клиланд и В. Кинг считают, что системный анализ должен обеспечить «четкое понимание места и значение неопределенности в принятии решения» и создать для этого специальный аппарат. **Главная цель системного анализа** — обнаружить и устранить неопределенность.

Некоторые определяют системный анализ как «формализованный здравый смысл». Другие не видят смысла даже в самом понятии «системный анализ». Почему не синтез? Как можно разбирать систему, не теряя целого? Однако на эти вопросы были моментально найдены достойные ответы. Во-первых, анализ не исчерпывается расчленением неопределенностей на более мелкие, а направлен на то, чтобы понять сущность целого, выявить факторы, влияющие на принятие

решений о построении и развитии системы; а во-вторых, термин «системный» подразумевает возврат к целому, к системе.

Дисциплины системных исследований:

- Философско - методологические дисциплины
- Теория систем
- Системный подход
- Системология
- Системный анализ
- Системотехника
- Кибернетика
- Исследование операций
- Специальные дисциплины

Системный анализ расположен в середине этого перечня, так как он использует примерно в одинаковых пропорциях философско-методологические представления (характерные для философии, теории систем) и формализованные методы и модели (для специальных дисциплин). Системология и теория систем больше пользуются философскими понятиями и качественными представлениями и ближе к философии. Исследование операций, системотехника, кибернетика, напротив, имеют более развитый формальный аппарат, но менее развитые средства качественного анализа и постановки сложных задач с большой неопределенностью и с активными элементами.

Рассматриваемые направления имеют много общего. Необходимость в их применении возникает в тех случаях, когда проблема (задача) не может быть решена отдельными методами математики или узкоспециальных дисциплин. Несмотря на то, что первоначально направления исходили из разных основных понятий (исследование операций - «операция», кибернетика - «управление», «обратная связь», системология - «система»), в дальнейшем они оперируют со многими одинаковыми понятиями элементы, связи, цели и средства, структура. Разные направления пользуются также одинаковыми математическими методами.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ «СИСТЕМА»

Термин «система» употребляется во многих значениях, что приводит к опасности упустить основное содержание этого понятия.

Под **системой** понимается:

- «Комплекс элементов, находящихся во взаимодействии» (Л. Бергаланфи);
- «Нечто такое, что может изменяться с течением времени», «любая совокупность переменных..., свойственных реальной логике» (Р. Эшби);
- «Множество элементов с соотношением между ними и между их атрибутами (Холл А., Фейдшин Р.)»;
- «Совокупность элементов, организованных таким образом, что изменения, исключения или введение нового элемента закономерно отражаются на остальных элементах» (Топоров В.Н.);
- «Взаимосвязь самых различных элементов», «все состоящее из связанных друг с другом частей» (С. Бир);
- «Отображение входов и состояний объекта в выходных объекта» (М. Месарович).

Правильно было бы сказать, что строгого, единого определения для понятия «система» в настоящее время нет. В первом приближении можно придерживаться нормативного понятия системы.

Система (греч.- «составленное из частей», «соединение» от «соединяю») - объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе.

Система есть совокупность или множество связанных между собой элементов.

Система - это полный, целостный набор элементов, взаимосвязанных между собой так, чтобы могла реализовываться функция системы.

Отличительным (главным свойством) системы является ее **целостность**. Комплекс объектов, рассматриваемых в качестве системы, представляет собой некоторое единство, целостность, обладающую общими свойствами и поведением.

Очевидно, необходимо рассматривать и связи системы с *внешней средой*. Система проявляется как целостный материальный объект, представляющий собой закономерно обусловленную совокупность функционально взаимодействующих элементов. Основные свойства системы проявляются через целостность, взаимодействие и взаимозависимость процессов преобразования вещества, энергии и информации, через ее функциональность, структуру, связи, внешнюю среду и пр.

Можно выделить четыре основных **свойства**:

1. Система есть, прежде всего, совокупность элементов, которые при определенных условиях могут рассматриваться как системы.
2. Наличие существенных связей между элементами и (или) их свойствами, превосходящих по мощности (силе) связи этих элементов с элементами не входящими в данную систему. Под существенными связями понимаются такие, которые закономерно, с необходимостью определяют интегративные свойства системы. Указанное свойство отличает систему от простого конгломерата и выделяет ее из окружающей среды.
3. Наличие определенной организации, что проявляется в системе энтропии (системе неопределенности, хаоса), системы по сравнению с энтропией системообразующих факторов, определяющих возможность создания системы, число существенных связей, которыми может обладать элемент, число квантов пространства и времени.
4. Существование интегративных свойств, т.е. присущих системе в целом, но не свойственных ни одному из ее элементов в отдельности. Их наличие показывает, что свойства системы хотя и зависят от свойств элементов, но не окружают их полностью. Т.е. система не сводится к простой совокупности элементов, и, расчлняя систему на отдельные части, нельзя познать все свойства системы в целом.

В самом общем случае понятие «система» *характеризуется*:

- наличием множества элементов;
- наличием связей между ними;
- целостным характером данного устройства или процесса.

Система представляет собой совокупность элементов (объектов, субъектов), находящихся между собой в определенной зависимости и составляющих некоторое единство (целостность), направленное на достижение определенной цели.

Система может являться элементом другой системы более высокого порядка (*надсистема*) и включать в себя системы более низкого порядка (*подсистемы*).

Таким образом, понятия "элемент", "подсистема", "система", "надсистема" взаимно преобразуемы: система может рассматриваться как элемент системы более высокого порядка, а элемент - как система (при углубленном анализе).

Система может быть представлена в виде блока с неизвестной структурой и известными только "входами" и "выходами" (в кибернетике и теории систем такое представление называют "черным ящиком") или в виде графических структур с не до конца выявленными элементами и существенными связями, или в виде математического описания, например в виде формул.

ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

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 с множеством неопределенностей*, которые характерны для исследования и разработки техники как единого целого. Об этом говорят многие ведущие специалисты-системщики. Поэтому стала выработываться концепция такого системного анализа, в котором делается упор на разработку новых *диалектических принципов* научного мышления, логического анализа сложных объектов с учетом их *взаимосвязей и противоречивых тенденций*.

Наиболее часто к системным причисляют следующие *принципы*:

1. конечной цели;
2. измерения;
3. эквививальности;
4. единства;
5. связности;
6. модульного построения;
7. иерархии;
8. функциональности;
9. развития (историчности, открытости);
10. децентрализации;
11. неопределенности.

Принцип конечной цели.

Это абсолютный приоритет конечной (глобальной) цели. Принцип имеет следующие правила:

- для проведения системного анализа необходимо, в первую очередь, сформулировать цели исследования;
- анализ следует вести на базе первоочередного уяснения основной цели (функции основного назначения) системы, что позволит определить ее основные существенные свойства, показатели качества и критерии оценки;

- при синтезе систем любая попытка изменения должна оцениваться относительно того, помогает или мешает она достижению конечной цели,
- цель функционирования искусственной системы задается, как правило, системой, в которой исследуемая система является составной частью.

Принцип измерения.

О качестве функционирования какой-либо системы можно судить только применительно к системе более высокого порядка. Т.е. для определения эффективности функционирования надо представить ее как часть более общей и проводить оценку исследуемой системы относительно целей и задач надсистемы.

Принцип эквивинальности.

Система может достигнуть требуемого конечного состояния, независимо от времени и определяемого исключительно собственными характеристиками системы при различных начальных условиях и различными путями. Это форма устойчивости по отношению к начальным и граничным условиям.

Принцип единства.

Это совместное рассмотрение системы как целого и как совокупность частей (элементов). Принцип ориентирован на «взгляд внутрь» системы, на расчленение ее с сохранением целостных представлений о системе.

Принцип связности.

Рассмотрение любой части совместно с ее окружением подразумевает проведение процедуры выявления связей между элементами системы и выявление связей (учет внешней среды). В соответствии с этим принципом систему, в первую очередь, следует рассматривать как часть (элемент, подсистему) другой системы, называемой подсистемой.

Принцип модульного построения.

Полезно выделение модулей в системе и рассмотрение ее как совокупности модулей. Принцип указывает на возможность вместо части системы исследовать совокупность ее входных и выходных воздействий (абстрагироваться от излишней детализации) (учебный план, модули).

Принцип иерархии.

Введение иерархии частей и их ранжирование упрощает порядок рассмотрения систем и, как следствие, разработку системы.

Принцип функциональности.

Совместное рассмотрение структуры и функций с приоритетом функций над структурой. Принцип утверждает, что любая структура тесно связана с функцией системы и ее частей. При придании системе новых функций полезно пересматривать ее структуру, а не пытаться втиснуть новую функцию в старую схему. Поскольку выполняемые функции составляют процессы, то целесообразно рассматривать отдельно: процессы, функции, структуры. В свою очередь, процессы сводятся к анализу потоков различных видов:

- материальный,
- энергии,
- информации (энтропия, негэнтропия), смена состояний.

Принцип развития.

Это учет изменяемости системы, ее способности к развитию, адаптации, расширению, замене частей, накапливанию информации. В основу систематизированной системы требуется закладывать возможность развития, наращивания, усовершенствования.

Принцип децентрализации.

Это сочетание в сложных системах централизованного управления.

Принцип неопределенности.

Это учет неопределенностей и случайностей в системе.

Перечисленные принципы обладают очень высокой степенью общности. Для непосредственного применения исследователь должен наполнить их конкретным содержанием применительно к предмету исследования.

Каждая из перечисленных идей (принципов) при своем практическом осуществлении, даже отдельно взятая, может дать определенный эффект. Но эффект возрастает, если они применяются в комплексе. Тогда эти идеи превращаются в определенную систему принятия решений и управления, позволяющую более эффективно руководить сложными программами.

При этом процесс управления расчленяется на следующие элементы:

- выявление и обоснование конечных целей и уже на этом основании - промежуточных целей и задач, которые необходимо решать на каждом данном этапе;
- выявление и сведение в единую систему частей решаемой задачи, ее взаимосвязей с другими задачами и объектами, а также последствий принимаемых решений;
- выявление и анализ альтернативных путей решения задачи в целом и ее отдельных элементов (подзадач), сравнение альтернатив с помощью соответствующих критериев, выбор оптимального решения;
- создание (или усовершенствование) структуры организации, призванной обеспечить выполнение принимаемой программы, с тем, чтобы она с наибольшим эффектом обеспечивала реализацию принимаемых решений;
- разработка и принятие конкретных программ финансирования и осуществления работ - как долгосрочных, рассчитанных на весь срок, необходимый для реализации поставленных перед собой целей (этот план может быть и ориентировочным, своего рода прогнозом), так и средне- и краткосрочных.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ (ОБРАЗОВАНИЕ) СИСТЕМЫ

Во-первых, исходя из намеченных функций данной системы, **вычлени**ть (провести границу) **из внешней** (более общей) **среды**, назвав и определив ограничения и связи ее с внешней средой (окружением). Это - трудный и важный процесс, существенно влияющий на все последующие. Обратим внимание на многовариантность, неоднозначность выбора.

Во-вторых, четко **определить функцию** системы и в соответствии с ней проверить систему на **полноту элементов, целостность, единство** (все ли «винтики» и «детали» системы имеются) с позиции ее функционирования, и, в конечном счете - достижения желаемой цели. Нет ли лишних, дублирующих, несовместимых либо недостающих элементов и связей между ними.

В-третьих, **построить** (выявить, сконструировать) **структуру** системы, понимая при этом, что функция системы может реализоваться различными структурами.

В-четвертых, **установить внутренние законы**, по которым система существует и развивается. При этом система должна пониматься диалектически, т.е. в развитии и движении. Должна быть установлена связь законов функционирования внутри системы с законами функционирования системного окружения (среды и надсистемы).

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К «СИСТЕМЕ». КАК ПРАКТИЧЕСКИ ПРОВЕРИТЬ, ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ РАССМАТРИВАЕМАЯ ВАМИ СИСТЕМА СИСТЕМОЙ?

Как практически проверить, является ли рассматриваемая система системной? Пользуясь методом контрольных вопросов, возможно предложить следующую последовательность вопросов, ответы на которые помогут нам практически разобраться с нашей «системой»:

1. Является ли набор элементов системы полным, т.е. достаточным для функционирования системы? Нет ли лишних или недостающих элементов?

2. Каковы связи между элементами? Достаточно ли их, нет ли лишних? Обеспечивают ли связи функционирование системы?
3. Обладает ли система качествами (функциональными свойствами) не присущими ни одной из ее элементов в отдельности?
4. Обеспечена ли взаимосвязь данной системы с внешней средой? Учтены ли все существенные внешние связи? Ограничения?
5. Что даст анализ данной системы с позиции подсистемы, т.е. сверху? Не нарушаются ли присущие подсистеме законы развития?
6. Что даст анализ данной системы с позиции возможных исходов (конечных результатов), т.е. взгляд снизу?
7. Обладает ли данная система как часть материи всеми присущими ей свойствами (материальностью, объективностью, преобразованием материи из одного вида в другой и т.д.)?
8. Сохранены ли, не нарушены ли в системе законы материалистической диалектики? Может ли система развиваться, каковы движущие силы развития?

ФУНКЦИОНАЛЬНО - СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД

Между функцией и структурой существует связь, как между содержанием и формой. Потребности общества, изменение взаимодействия системы с внешней средой приводят к новым проблемам, к изменению функции системы. Изменение функции ведет за собой перестройку структуры, ее обновление. Какова обратная связь - влияние структуры на функцию? Существует ли она?

Структура системы может оказать активное воздействие на функцию, когда потенциальные возможности структуры больше чем реализуемые ею функции, и негативное (тормозящее), когда структура перестает соответствовать функции. Первое противоречие разрешается обновлением (развитием) функции системы, а второе - перестройкой (изменением) структуры, как несоответствие требованиям функционирования системы. Функция и структура оказывают влияние друг на друга в процессе развития системы.

Функционально-структурный подход базируется на взаимозависимости функции и структуры в процессе развития системы при определяющей роли функции системы по отношению к ее структуре.

На основе функционально-структурного подхода можно сделать следующие заключения:

1. Структура системы определяется совокупностью реализуемых функций данной системы.
2. Между реализуемыми функциями и структурой системы не существует взаимнооднозначного соответствия (т.е. может быть несколько систем с одинаковыми функциями, но с различной структурой).
3. Функционально-структурная организация системы адаптируется к изменяющимся условиям ее существования. Изменение условий существования системы (внешней среды) вызывает изменение ее функций и ведет соответственно к изменениям структуры.
4. Процесс эволюции систем формирует различные типы систем, функционально-структурная организация которых в возрастающей мере соответствует потребностям и условиям существования этих систем. Это многоцикловый спиральный процесс.

С ЧЕГО НАЧИНАЕТСЯ СИСТЕМА?

Исследование потребности

Философы учат, что все начинается с потребности. Исследование потребности состоит в том, что прежде, чем разрабатывать новую систему, необходимо установить - нужна ли она? На этом этапе ставятся и решаются следующие вопросы:

- удовлетворяет ли проект новую потребность;

- удовлетворяет ли его эффективность, стоимость, качество и др.?

Установление потребностей выступает как концептуальная задача. Установление потребности ведет к формированию технической задачи. Формирование должно включать описание совокупности условий, необходимых и достаточных для удовлетворения потребности.

Определение задачи (проблемы)

Увидеть, что ситуация требует исследования, есть первый шаг исследователя. Задачу, не решавшуюся ранее, как правило, нельзя сформулировать точно, пока не найден ответ. Тем не менее, следует всегда искать хотя бы пробную формулировку решения. Есть глубокий смысл в тезисе, что «хорошо поставленная задача наполовину решена», и наоборот. Уяснить, в чем заключается задача, - значит существенно продвинуться в исследованиях. И наоборот - неправильно понять задачу - значит, направить исследование по ложному пути. Этот этап творчества непосредственно связан с фундаментальным философским понятием цели, т.е. мысленным предвосхищением результата.

Цель регулирует и направляет человеческую деятельность, которая состоит из следующих основных элементов: определения цели, прогнозирования, решения, осуществления действия, контроля результатов. Из всех этих элементов (задач) определение цели стоит на первом месте. Сформулировать цель значительно труднее, чем следовать принятой цели. Цель конкретизируется и трансформируется применительно к исполнителям и условиям. Трансформация цели включает ее доопределение из-за неполноты и запаздывания информации и знания о ситуации. Цель более высокого порядка всегда содержит исходную неопределенность, которую необходимо учитывать. Несмотря на это, цель должна быть определенной и однозначной. Ее постановка должна допускать инициативу исполнителей.

СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ

В общем случае значения выходов системы зависят от следующих факторов:

- значений (состояния) входных переменных;
- начального состояния системы;
- функции системы.

Отсюда вытекает одна из наиболее важных задач системного анализа — установление причинно-следственных связей выходов системы с ее входами и состоянием.

1. Состояние системы и его оценка

Понятие состояние характеризует мгновенную «фотографию» временной «срезы» системы. Состояние системы в определенный момент времени — это множество ее существенных свойств в этот момент времени. При этом можно говорить о состоянии входов, внутреннем состоянии и состоянии выходов системы.

Однако необходимо заметить, что выходные переменные не полностью, неоднозначно и несвоевременно отражают состояние системы.

Примеры.

1. У больного повышенная температура ($y > 37\text{ }^{\circ}\text{C}$). но это характерно для различных внутренних состояний.
2. Если у предприятия низкая прибыль, то это может быть при разных состояниях организации.

2. Процесс

Если система способна переходить из одного состояния в другое, то говорят, что она обладает поведением - в ней происходит процесс. В случае непрерывной смены состояний, процесс можно описать функцией времени.

По отношению к системе можно рассматривать два вида процессов:

- внешний процесс - последовательная смена, воздействий на систему, т. е. последовательная смена состояний окружающей среды;
- внутренний процесс - последовательная смена состояний системы, которая наблюдается как процесс на выходе системы.

3. Статические и динамические системы

В зависимости от того, изменяется ли состояние системы со временем, ее можно отнести к классу статических или динамических систем.

Статическая система - это система, состояние которой практически не изменяется в течение определенного периода.

Динамическая система - это система, изменяющая свое состояние во времени.

Примеры.

1. Панельный дом — система из множества взаимосвязанных панелей — статическая система.
2. Экономика любого предприятия — это динамическая система.

4. Функция системы

Свойства системы проявляются не только значениями выходных переменных, но и ее функцией, поэтому определение функций системы является одной из первых задач ее анализа или проектирования.

Понятие «функция» имеет разные определения: от общепhilософских до математических.

Функция системы — это способ (правило, алгоритм) преобразование входной информации в выходную.

Функцию динамической системы можно представить логико-математической моделью, связывающей входные (X) и выходные (Y) координаты системы, — моделью «вход-выход»:

$$Y = F(X),$$

где F - оператор (в частном случае некоторая формула), называемый алгоритмом функционирования, — вся совокупность математических и логических действий, которые нужно произвести, чтобы по данным входам X найти соответствующие выходы Y.

Удобно было бы представить оператор F в виде некоторых математических соотношений, однако это не всегда возможно, поэтому широко используется понятие «черный ящик». «Черный ящик» является моделью «вход-выход», в которой не рассматривается внутренняя структура объекта (либо о ней абсолютно ничего не известно, либо делается такое допущение). В этом случае о свойствах объекта судят только на основании анализа его входов и выходов. (Иногда употребляют термин «серый ящик», когда о внутренней структуре объекта все же что-либо известно.) Задачей системного анализа как раз и является «осветление» «ящика» — превращение черного в серый, а серого — в белый.

5. Функционирование системы

Функционирование рассматривается как процесс реализации системой своих функций. Функционирование системы — это процесс переработки входной информации в выходную.

Функционирование описывает, как меняется состояние системы при изменении состояния ее входов.

6. Состояние функции системы

Функция системы является ее свойством, поэтому можно говорить о состоянии системы в заданный момент времени, указывая ее функцию, которая справедлива в этот момент времени. Таким образом, состояние системы можно рассматривать в двух разрезах: состояние ее параметров и состояние ее функции, которая, в свою очередь, зависит от состояния структуры и параметров. Знание состояния функции системы позволяет прогнозировать значения ее выходных переменных. Это успешно удается для стационарных систем. Систему считают стационарной, если ее функция практически не изменяется в течение определенного периода ее существования.

Для такой системы реакция на одно и то же воздействие не зависит от момента приложения этого воздействия.

Ситуация значительно осложняется, если функция системы меняется во времени, что характерно для нестационарных систем. Систему считают нестационарной, если ее функция изменяется со временем. Нестационарность системы проявляется различными ее реакциями на одни и те же возмущения, приложенные в разные периоды времени. Причины нестационарности системы лежат внутри нее и заключаются в изменении функции системы: структуры и/или параметров.

Нестационарная система — это система с переменными внутренними параметрами.

7. Режимы динамической системы

Следует различать три характерных режима, в которых может находиться динамическая система: равновесный, переходной и периодический.

Равновесный режим (равновесное состояние, состояние равновесия) — это такое состояние системы, в котором она может находиться сколь угодно долго в отсутствие внешних возмущающих воздействий или при постоянных воздействиях. Однако надо понимать, что для экономических и организационных систем понятие «равновесие» применимо достаточно условно.

Пример. Простейший пример равновесия — шарик, лежащий на плоскости.

Под переходным режимом (процессом) будем понимать процесс движения динамической системы из некоторого начального состояния к какому-либо ее установившемуся режиму - равновесному или периодическому.

Периодическим режимом называется такой режим, когда система через равные промежутки времени приходит в одни и те же состояния.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ

Многообразие систем довольно велико, и существенную помощь при их изучении оказывает классификация.

Классификация - это разделение совокупности объектов на классы по некоторым наиболее существенным признакам.

Полной классификации систем в настоящее время нет, более того, не выработаны окончательно ее принципы. Разные авторы предлагают разные принципы классификации, а сходным по сути - дают разные названия.

1. Классификация по происхождению. В зависимости от происхождения системы делятся на естественные и искусственные (создаваемые, антропогенные).

1) *Естественные системы* - это системы, объективно существующие в действительности, в живой и неживой природе и обществе. Эти системы возникли в природе без участия человека. Примеры: атом, молекула, клетка, организм, популяция, общество, вселенная и т.п.

2) *Искусственные системы* — это системы, созданные человеком.

Кроме того, можно говорить о третьем классе систем — *смешанных системах*, куда относятся эргономические (машина — человек-оператор), автоматизированные, биотехнические, организационные и другие системы.

2. Классификация по объективности существования.

1) *Реальные (материальные или физические) системы* состоят из изделий, оборудования, машин и вообще из естественных и искусственных объектов.

2) *Абстрактные (символические) системы*, по сути, являются моделями реальных объектов - это языки, системы счисления, идеи, планы, гипотезы и понятия, алгоритмы и компьютерные программы, математические модели, системы наук.

Иногда выделяют *идеальные* или *концептуальные системы* - системы, которые выражают принципиальную идею или образцовую действительность - образцовый вариант имеющейся или проектируемой системы.

Также можно выделить *виртуальные системы* - не существующие в действительности модельные или мыслительные представления реальных объектов, явлений, процессов (могут быть как идеальными, так и реальными системами).

3. Действующие системы. Выделим из всего многообразия создаваемых систем действующие системы. Такие системы способны совершать операции, работы, процедуры, обеспечивать заданное течение технологических процессов, действуя по программам, задаваемым человеком. В действующих системах можно выделить следующие системы:

1) *Технические системы* представляют собой материальные системы, которые решают задачи по программам, составленным человеком; сам человек при этом не является элементом таких систем. Техническая система - это совокупность взаимосвязанных физических элементов. В качестве связей в таких системах выступают физические взаимодействия (механические, электромагнитные, гравитационные и др.). Примеры: автомобиль, холодильник, компьютер.

2) *Эргатические системы*. Если в системе присутствует человек, выполняющий определенные функции субъекта, то говорят о эргатической системе. Эргатическая система - это система, составным элементом которой является человек-оператор. Частным случаем эргатической системы будет человеко-машинная система - система, в которой человек-оператор или группа операторов взаимодействует с техническим устройством в процессе производства материальных ценностей, управления, обработки информации и т.д. Примеры: шофер за рулем автомобиля, рабочий, вытачивающий деталь на токарном станке

3) *Технологические системы*. Существуют два класса определения понятия "технология":

а) как некой абстрактной совокупности операций;

б) как некой совокупности операций с соответствующими аппаратно-техническими устройствами или инструментами.

Отсюда, по аналогии со структурой, можно говорить о формальной и материальной технологической системе.

Технологическая система (формальная) - это совокупность операций (процессов) в достижении некоторых целей (решений некоторых задач). Структура такой системы определяется набором методов, методик, рецептов, регламентов, правил и норм. Элементами формальной технологической системы будут операции (действия) или процессы. Ранее процесс был определен как последовательная смена состояний, здесь же мы будем рассматривать другое понимание процесса: как последовательной смены операций. Процесс - это последовательная смена операций (действий направленных на изменение состояния объекта. Связями в технологической системе поступают свойства обрабатываемых объектов или сигналы, передаваемые от операции к операции.

Технологическая система (материальная) - это совокупность реальных приборов, устройств, инструментов и материалов (техническое, обеспечение системы), реализующих операции (процессное обеспечение системы) и предопределяющих их качество и длительность. Пример. Формальная технологическая система производства борща - рецепт. Материальная технологическая система производства борща - совокупность ножей, кастрюль, кухонных приборов, реализующих рецепт. В абстрактной технологии мы говорим о том, что надо отварить мясо, но не оговариваем ни тип кастрюли, ни вид плиты (газовая или электрическая). В материальной технологии техническое обеспечение приготовления борща будет определять его качество и длительность тех или иных операций. Технологическая система более гибкая, чем техническая: минимальными преобразованиями ее можно переориентировать на производство других объектов, либо на получение других свойств последних.

4) *Экономическая система* - что система отношений (процессов), складывающихся в экономике. Развернем что определение. Экономическая система - это совокупность экономических отношений, возникающих в процессе производства, распределения, обмена и потребления

экономических продуктов и регламентируемых совокупностью соответствующих принципов, правил и законодательных норм.

5) *Социальная система.* Поскольку мы рассматриваем только создаваемые системы, то социальную систему будем рассматривать в следующем разрезе. Социальная система - это совокупность мероприятий, направленных на социальное развитие жизни людей. К таким мероприятиям относятся: улучшение социально-экономических и производственных условий труда, усиление его творческого характера, улучшение жизни работников, улучшение жилищных условий и т. п.

6) *Организационная система.* Взаимодействие вышеназванных систем обеспечивает организационная система (система организационного управления). Организационная система - это совокупность элементов, обеспечивающих координацию действий, нормальное функционирование и развитие основных функциональных элементов объекта. Элементы такой системы представляют собой органы управления, обладающие правом принимать управленческие решения - это руководители, подразделения или даже отдельные организации (например, министерства). Связи в организационной системе имеют информационную основу и определяются должностными инструкциями и другими нормативными документами, в которых прописаны права, обязанности ответственность органа управления.

7) *Система управления.* Управление рассматривается как действия или функция, обеспечивающие реализацию заданных целей. Систему, в которой реализуется функция управления, называют системой управления. Система управления содержит два главных элемента: управляемую подсистему (объект управления) и управляющую подсистему (осуществляющую функцию управления). Применительно к техническим системам управляющую подсистему называют системой регулирования, а к социально-экономическим — системой организационного управления. Разновидностью системы управления является эргатическая система - человеко-машинная система управления.

Пример. Рассмотрим работу некоторого магазина и попытаемся выделить в его работе вышеназванные системы. В магазине имеется система управления, состоящая из субъекта управления - руководства и объекта управления — всех остальных систем магазина. Управление реализуется системой организационного управления — организационной системой, состоящей из директора, его заместителей, начальников отделов и секций, связанных определенными отношениями подчиненности. В магазине функционирует экономическая система, включающая в себя такие экономические отношения, как производство (услуг и, возможно, товаров обмен (денег на товары и услуги), распределение (прибыли). Имеется социальная система, сформулированная в коллективном и/или трудовых договорах. Экономические отношения обмена реализуются в виде некоторых технологических систем (технология продажи товара, технология возврата денег). Технологические системы в свою очередь, строятся на базе технических систем (кассовые аппараты, сканеры штрих-кода, компьютеры, калькуляторы) Кассир, работающий на кассовом аппарате, представляет собой эргатическую систем.

4. Централизованные и децентрализованные системы.

Централизованной системой называется система, в которой некоторый элемент играет главную, доминирующую роль в функционировании системы. Такой главный элемент называется ведущей частью системы или ее центром. При этом небольшие изменения ведущей части вызывают значительные изменения всей системы: как желательные, так и нежелательные. К недостаткам централизованной системы можно отнести низкую скорость адаптации (приспособления к изменяющимся условиям окружающей среды), а также сложность управления из-за огромного потока информации подлежащей переработке в центральной части систем.

Децентрализованная система - это система, в которой нет главного элемента. Важнейшие подсистемы в такой системе имеют приблизительно одинаковую ценность и построены не вокруг центральной подсистемы, а соединены между собой последовательно или параллельно.

Примеры.

- Армейские структуры представляют собой ярко выраженные централизованные системы.

- Интернет является практически идеальной децентрализованной системой.

5. Классификация по размерности.

- 1) Система, имеющая один вход и один выход, называется *одномерной*.
- 2) Если входов или выходов больше одного - *многомерной*.

Нужно понимать условность одномерности системы — в реальности любой объект имеет бесчисленное число входов и выходов.

6. Классификация систем по однородности и разнообразию структурных элементов. Системы бывают гомогенные, или однородные, и гетерогенные, или разнородные, а также смешанного типа.

1) В *гомогенных системах* структурные элементы системы однородны, т. е. обладают одинаковыми свойствами. В связи с этим в гомогенных системах элементы взаимозаменяемы. Пример. Гомогенная компьютерная система в организации состоит из однотипных компьютеров с установленными на них одинаковыми операционными системами и прикладными программами. Это позволяет заменить вышедший из строя компьютер любым другим без дополнительной настройки и переучивания конечного пользователя.

2) *Гетерогенные системы* состоят из разнородных элементов, не обладающих свойством взаимозаменяемости.

7. Линейные и нелинейные системы.

Система называется *линейной*, если она описывается линейными уравнениями (алгебраическими, дифференциальными, интегральными и т. п.), в противном случае - *нелинейной*.

Большинство сложных систем являются нелинейными. В связи с этим для упрощения анализа систем довольно часто применяют процедуру линеаризации, при которой нелинейную систему описывают приближенно линейными уравнениями в некоторой (рабочей) области изменения входных переменных. Однако не всякую нелинейную систему можно линеаризировать, в частности, нельзя линеаризировать дискретные системы.

7. Дискретные и непрерывные системы.

1) *Дискретная система* - это система, содержащая хотя бы один элемент дискретного действия. Дискретный элемент - это элемент, выходная величина которого изменяется дискретно, т. е. скачками, даже при плавном изменении входных величин.

2) Система непрерывного действия (*непрерывная система*) состоит только из элементов непрерывного действия, т. е. элементов, выходы которых изменяются плавно при плавном изменении входных величин.

9. Каузальные и целенаправленные системы.

1) *Каузальные системы* - это системы, которым цель внутренне не присуща. Если такая система и имеет целевую функцию (например, автопилот), то эта функция задана извне пользователем.

2) *Целенаправленные системы* - это системы, способные к выбору своего поведения в зависимости от внутренне присущей цели. В целенаправленных системах цель формируется внутри системы.

10. Большие и сложные системы.

Достаточно часто термины «большая система» и «сложная система» используются как синонимы. В то же время существует точка зрения, что большие и сложные системы — это разные классы систем. При этом некоторые авторы связывают понятие «большая» с величиной системы, количеством элементов (часто относительно однородных), а понятие «сложная» - со сложностью отношений, алгоритмов или сложностью поведения. Существуют более убедительные обоснования различия понятий «большая система» и «сложная» «система».

Существуют и другие признаки классификации систем.

Резюме

1. При изучении любых объектов и процессов, в том числе и систем, большую помощь оказывает классификация - разделение совокупности объектов на классы по некоторым, наиболее существенным признакам.
2. В зависимости от происхождения системы могут быть естественными (системы, объективно существующие в живой и неживой природе и обществе) и искусственными (системы, созданные человеком).
3. По объективности существования все системы можно разбить на две большие группы: реальные (материальные или физические) и абстрактные (символические) системы.
4. Среди всего многообразия создаваемых систем особый интерес представляют действующие системы, к которым относятся технические, технологические, экономические, социальные и организационные.
5. По степени централизации выделяют централизованные системы (имеющие в своем составе элемент, играющий главную, доминирующую роль в функционировании системы) и децентрализованные (не имеющие такого элемента).
6. Различают системы одномерные (имеющие один вход и один выход) и многомерные (если входов или выходов больше одного).
7. Системы бывают гомогенные, или однородные, и гетерогенные или разнородные, а также смешанного типа.
8. Если система описывается линейными уравнениями, то она относится к классу линейных систем, в противном случае - нелинейных.
9. Система, не содержащая ни одного элемента дискретного действия (выходная величина которого изменяется скачками даже при плавном изменении входных величин), называется непрерывной, в противном случае - дискретной.
10. В зависимости от способности системы поставить себе цель различают каузальные системы (неспособные ставить себе цель) и целенаправленные (способные к выбору своего поведения в зависимости от внутренне присущей цели).
11. Различают большие, очень сложные, сложные и простые системы.
12. По предсказуемости значений выходных переменных системы при известных значениях входных различают детерминированные и стохастические системы.

ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

Закономерностью называют часто наблюдаемое, типичное свойство (связь или зависимость), присущее объектам и процессам, которое устанавливается опытом.

Для нас наибольший интерес представляет общесистемная закономерность.

Общесистемные закономерности - это закономерности, характеризующие принципиальные особенности построения, функционирования и развития сложных систем. Эти закономерности присущи любым системам, будь то экономическая, биологическая, общественная, техническая или другая система.

1. Закономерности взаимодействия части и целого

1.1. Эмерджентность

При объединении элементов в систему наблюдается явление эмерджентности.

Эмерджентность (от англ. emergence — возникновение, явление нового) — это возникновение в системе новых интегративных качеств, не свойственных ее компонентам. Чем проще система, чем из меньшего числа элементов и связей она состоит, тем меньше проявляет она системное качество, и чем сложнее система, тем более непохожим является ее системный эффект по сравнению со свойствами каждого элемента. Из данной закономерности следует важный практический вывод:

невозможно предсказать свойства системы в целом, разбирая и анализируя ее по частям. Кроме эмерджентных свойств, у системы сохраняются отдельные свойства, свойственные ее элементам.

1.2. Целостность

Если изменение в одном элементе системы вызывает изменения во всех других элементах и в системе в целом, то говорят, что система ведет себя как целостность или как некоторое связанное образование.

Целостность возникает благодаря связям в системе, которые осуществляют перенос (передачу) свойств каждого элемента системы ко всем остальным элементам. Когда осуществляется какое-либо изменение в одной части системы, его влияние распространяется в разные стороны, подобно кругам на воде от брошенного в нее камня; поэтому действия в пределах системы не могут быть ограничены только отдельной ее частью. Ярким примером является воздействие лекарств на организм: нет такого лекарства, которое, кроме положительного воздействия на больной орган, не имело бы побочных эффектов его применения для других частей организма (иногда положительных, но чаще отрицательных).

1.3. Аддитивность

Если изменения в системе представляют собой сумму изменений в ее отдельных частях, то такое поведение называется аддитивным. Свойство физической аддитивности проявляется у системы, как бы распавшейся на независимые элементы.

1.4. Синергизм

Синергизм (от греческого сотрудничество, содействие) проявляется в виде мультипликативного эффекта при однонаправленных действиях. Мультипликативность отличается от аддитивности тем, что отдельные эффекты не суммируются, а перемножаются.

Примеры:

1. Пусть система имеет два входа (x_1 и x_2) и один выход y , тогда аддитивный эффект описывается уравнением $y = a_1x_1 + a_2x_2$, а мультипликативный — уравнением $y = ax_1x_2$.
2. В медицине часто можно наблюдать явление, когда комбинированное действие лекарственных веществ на организм превышает действие, оказываемое каждым компонентом в отдельности.
3. В экономике доходы от совместного использования ресурсов превышают сумму доходов от использования тех же ресурсов по отдельности.

1.5. Прогрессирующая изоляция и прогрессирующая систематизация

Американский ученый А. Холл ввел две закономерности:

- прогрессирующая факторизация - стремление системы к состоянию со все более зависимыми элементами;
- прогрессирующая систематизация - стремление системы к уменьшению самостоятельности элементов, т. е. к большей целостности.

2. Закономерности иерархической упорядоченности систем

Иерархия - это соподчиненность, любой согласованный по подчиненности порядок объектов. В настоящее время, говоря об иерархии, имеют в виду любой согласованный по подчиненности порядок объектов, порядок подчинения низших по должности и чину лиц высшим в социальных организациях, при управлении предприятием, регионом, государством и т. п.

2.1. Коммуникативность

Любая система не изолирована от других систем, но связана множеством коммуникаций с окружающей средой, которая представляет собой сложное и неоднородное образование, содержащее:

- надсистему (систему более высокого порядка, задающую требования и ограничения рассматриваемой системе);
- элементы или подсистемы (нижележащие, подведомственные системы);
- системы одного уровня с рассматриваемой.

Такое сложное единство системы со средой названо закономерностью коммуникативности. В силу закономерности коммуникативности каждый уровень иерархической упорядоченности имеет сложные взаимоотношения с вышестоящим и нижележащим уровнями.

2.2. Иерархичность

Закономерность иерархичности заключается в том, что любую систему можно представить в виде иерархического образования. При этом на всех уровнях иерархии действует закономерность целостности. Более высокий иерархический уровень объединяет элементы нижестоящего и оказывает на них направляющее воздействие. В результате подчиненные члены иерархии приобретают новые свойства, отсутствовавшие у них в изолированном состоянии. А возникшее в результате объединения нижестоящих элементов новое целое приобретает способность осуществлять новые функции (проявляется закономерность эмерджентности), в чем и состоит цель образования иерархий. Использование иерархических представлений оказывается полезным в случае исследования систем и проблемных ситуаций с большой неопределенностью. При этом происходит как бы расчленение «большой» неопределенности на более «мелкие», лучше поддающиеся исследованию. Даже если эти мелкие неопределенности не удастся полностью раскрыть и объяснить, то все же иерархическое упорядочение частично снимает общую неопределенность и обеспечивает, по крайней мере, более эффективное управляющее решение.

Пример. Перед специалистом ставится задача оценить спрос на компьютеры в следующем году в городе N. На первый взгляд задача кажется очень трудной - слишком много неопределенностей. Однако разобьем задачу на подзадачи: оценить потребность в компьютерах различных секторов потребителей (коммерческие организации, госструктуры, студенты, школьники, другие частные лица). В отношении каждого из секторов задача уже не кажется такой безнадежной - даже не обладая полнотой информации, можно оценить потребность в компьютерах. Далее каждый из секторов можно разбить на подсектора и т. д.

4. Закономерности развития

4.1. Закономерность развития во времени – историчность

Из диалектики известно, что любая система не может быть неизменной, что она не только возникает, функционирует, развивается, но и погибает — любая система имеет свой жизненный цикл.

Жизненный цикл - это период времени от возникновения потребности в системе и ее становления до снижения эффективности функционирования и «смерти» или ликвидации системы.

4.2. Рост и развитие

Любая система со временем претерпевает количественные и качественные изменения. Для этих изменений вводятся понятия «рост» и «развитие». Важно различать эти понятия, поскольку рост и развитие далеко не одно и то же, и далее не обязательно одно связано с другим.

Рост - это увеличение в числе и размерах.

Развитие - это изменения процессов в системе во времени, выраженные в количественных, качественных и структурных преобразованиях от низшего (простого) к высшему (сложному).

Пример. Груда мусора может расти без развития. Человек развивается еще долго после того, как прекращается его рост.

4.3. Закономерность неравномерного развития и рассогласования темпов выполнения функций элементами системы

Чем сложнее система, тем более неравномерно развиваются ее составные части. При этом в процессе функционирования или развития системы ее элементы выполняют свои локальные функции в соответствии со своим темпом. Это закономерно приводит к рассогласованию темпов выполнения функций элементами, что создает угрозу целостности системы и ее способности выполнять свои функции, а также дезорганизации всей системы вплоть до ее остановки.

Пример. С развитием тоннажа грузовых судов быстро росла мощность двигателей, однако средства торможения развивались медленно. В результате возникло противоречие: все крупные

корабли и танкеры не могли -эффективно затормозить - от начала торможения до полной остановки они успевают пройти несколько миль.

4.4. Закономерность увеличения степени идеальности

Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности. Подразумевается, что идеальная система - это такая система, у которой вес, объем, ненадежность, потребление ресурсов стремятся к нулю, хотя при этом способность системы выполнять свои функции не уменьшается.

4.5. Закономерность внутрисистемной и межсистемной конвергенции

Конвергенция означает схождение, сближение, взаимовлияние, взаимопроникновение между системами или между разными элементами внутри одной системы.

Конвергенция возникает:

- при наличии общей среды обитания для двух систем;
- при открытости обеих систем, что позволяет факторам среды воздействовать на внутренние структуры систем;
- при отсутствии противостояния и борьбы между системами;
- в случае взаимного влияния систем, что ускоряет процесс взаимного обмена сходством.

4.6. Эквивиальность

Эквивиальность - это способность системы достигать определенного состояния, которое не зависит ни от времени, ни от ее начальных условий, а определяется исключительно ее параметрами.

Эта закономерность характеризует как бы предельные возможности системы, что важно учитывать при проектировании как организаций, так и информационных систем. Это одна из наименее исследованных закономерностей.

5. Другие общесистемные закономерности

5.1. Полисистемность

Любой объект окружающего мира принадлежит в качестве элемента одновременно многим системам. При этом между всеми системами, которым принадлежит общий элемент, существуют противоречия: каждая из этих систем стремится к своей, особой цели, используя любой свой элемент в качестве средства.

5.2. Противодействие системы внешнему возмущению

Французский физико-химик и металлург А.Л. Ле Шателье сформулировал следующий принцип: «Если существующее равновесие системы подвергается внешнему воздействию, изменяющему какое-либо из условий равновесия, то в ней возникают процессы, направленные так, чтобы противодействовать этому изменению».

5.3. Закономерность «наиболее слабых мест»

Устойчивость всей системы зависит от наиболее слабых элементов в системе. Структурная устойчивость (неразрушимость, приспособленность) системы определяется устойчивостью наиболее слабой подсистемы. Там, где относительное сопротивление будет меньше необходимого, произойдет сбой. На этой же закономерности основывается обеспечение устойчивого состояния организации. Если руководитель правильно осуществляет управление организацией, но в одном важном вопросе ослабляет внимание, то тем самым он может способствовать снижению устойчивости организации.

5.4. Закономерность «80/20»

Итальянский экономист Парето (Vilfredo Federico Damaso Pareto) в 1897 г. выдвинул ныне знаменитый «Принцип 80/20». Он установил, что 80% земли в Италии принадлежит лишь 20% ее жителей, а позднее доказал, что замеченное им правило применимо и в других областях. Например, в сельском хозяйстве 80% гороха собирается из 20% общего числа стручков. Впоследствии он сформулировал правило, называемое «Принцип Парето» или «Принцип 80/20». Исходя из этого принципа, не всегда работа должна быть выполнена как можно лучше, часто

вполне достаточно удовлетворительного результата. Принцип Парето означает, что 20% усилий дают 80% результата, а остальные 80 % усилий — лишь 20 % результата.

Резюме

1. В связи с тем, что пока не удалось установить единые общесистемные законы, то, говоря о свойствах систем, чаще всего ограничиваются закономерностями - часто наблюдаемыми, типичными свойствами, устанавливаемыми опытом. Наибольший интерес представляют общесистемные закономерности - закономерности, характеризующие принципиальные особенности систем любой природы.

2. Одной из фундаментальных общесистемных закономерностей является эмерджентность - возникновение в системе новых интегративных качеств, не свойственных ее компонентам.

3. К другим важным понятиям относится целостность, которая вбирает в себя и эмерджентность. Из целостности вытекают следующие закономерности:

а) изменение в одном элементе системы вызывает изменения во всех других элементах и в системе в целом, следствием чего является наличие побочных эффектов как положительных, так и отрицательных;

б) сумма свойств системы не равна сумме свойств отдельных элементов, поскольку при вхождении в систему элементы могут «терять» часть своих свойств и/или «приобретать» новые;

в) при этом свойства системы зависят от свойств составляющих ее элементов.

4. Противоположностью целостности выступает аддитивность. В этом случае изменения в системе представляют собой сумму изменений в ее отдельных частях и сумма свойств системы равна сумме свойств отдельных элементов.

5. Реальные системы редко находятся в крайних позициях: абсолютно целостная система или аддитивное образование. Любая развивающаяся система находится в некотором промежуточном положении, которое со временем смещается либо в сторону целостности - имеет место прогрессирующая систематизация, либо в сторону аддитивности - имеет место прогрессирующая факторизация (изоляция).

6. В основе системного подхода лежит признание изоморфизма систем различной природы (биологических, технических, социально-политических и др.), что позволяет, изучая одну из них, устанавливать свойства другой.

7. Любая система не изолирована от других систем. Она связана множеством коммуникаций с окружающей средой, представляющей собой сложное и неоднородное образование, в состав которого входят: надсистема (система более высокого порядка, задающая требования и ограничения рассматриваемой системе), элементы или подсистемы (нижележащее, подведомственные системы) и системы одного уровня с рассматриваемой.

8. Любую систему можно представить в виде иерархического образования. При этом на всех уровнях иерархии действует закономерность целостности: подчиненные члены иерархии приобретают новые свойства, отсутствовавшие у них в изолированном состоянии, а возникшее в результате объединения нижестоящих элементов новое целое приобретает способность осуществлять новые функции.

9. Использование иерархических представлений оказывается полезным в случае исследования систем и проблемных ситуаций с большой неопределенностью - происходит как бы расчленение «большой» неопределенности на более «мелкие», лучше поддающиеся исследованию.

10. Любая система не может быть неизменной: она не только возникает, функционирует, развивается, но и погибает. Другими словами, любая система имеет свой жизненный цикл, т. е. исторична.

11. Любая система со временем претерпевает количественные и качественные изменения. Для этих изменений вводятся понятия «рост» - увеличение в числе и размерах и «развитие» - изменения процессов в системе во времени, выраженные в количественных, качественных и структурных преобразованиях от низшего (простого) к высшему (сложному).

12. Чем сложнее система, тем более неравномерно развиваются ее составные части.
13. Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности.
14. При наличии общей среды обитания для двух систем и для элементов системы характерна конвергенция - схождение, сближение, взаимовлияние, взаимопроникновение между системами или между разными элементами внутри одной системы.
15. Для систем характерна эквифинальность - закономерность, характеризующая предельные возможности системы: система способна достигать определенного состояния, которое не зависит ни от времени, ни от ее начальных условий, а определяется исключительно ее параметрами.
16. Для систем характерна полисистемность - любой объект окружающего мира принадлежит в качестве элемента одновременно многим системам.
17. Если существующее равновесие системы подвергается внешнему воздействию, изменяющему какое-либо из условий равновесия, то в ней возникают процессы, направленные так, чтобы противодействовать этому изменению.
18. Устойчивость всей системы зависит от наиболее слабых элементов в системе.
19. Итальянский экономист Парето выдвинул «Принцип 80/20», из которого, в частности, следует, что 20 % усилий дают 80% результата, а остальные 80% усилий - лишь 20% результата. Дальнейшие улучшения не всегда оправданны.

ЦЕЛИ И ТРУДНОСТИ ЦЕЛЕПОЛАГАНИЯ

Любая деятельность является направленной. Системный анализ также представляет собой направленную деятельность по анализу, описанию, проектированию и управлению. В любой направленной деятельности можно выделить двух участников: субъекта и объект.

Активного участника направленной деятельности будем называть субъектом, а пассивного — объектом.

В зависимости от решаемых субъектом задач будем его называть:

- наблюдателем — субъект только наблюдает за объектом и не оказывает никаких воздействий на него;
- исследователем — субъект воздействует на объект с целью получения информации о нем;
- проектировщиком — субъект проектирует будущий объект;
- управляющим – субъект воздействует на объект с целью достижения заданных свойств.

В качестве субъекта чаще всего представляют человека, но иногда может выступать и техническое устройство. Объектом же может быть явление, предмет, устройство, проблема, предприятие и т. п.

1. Цели

1.1. Целенаправленная деятельность

Всякая деятельность (движение, изменение, развитие и т. п.) является целенаправленной — направлена на достижение определенной цели.

Примеры. Студент учится, чтобы получить профессию. Рабочий обрабатывает заготовку, чтобы получить деталь. Спортсмен тренируется, чтобы завоевать медали и чемпионские звания. Целевой характер имеют отдых, развлечения, прогулки, игры, физзарядка, чтение, коллекционирование и т. п.

Цель – это субъективный образ желаемого состояния объекта.

Причинной и движущей силой любой деятельности является наличие противоречия — своеобразной «разности потенциалов» между имеющимся и желаемым (целевым) состояниями объекта. Если пути устранения противоречия не являются очевидными, то противоречие становится проблемой.

1.2. Цели и проблемы

Цели тесно связаны с проблемами: с одной стороны, поставленная цель порождает проблему ее достижения, а с другой для решения проблемы ставится цель как путь ее решения. При этом проблемы могут иметь объективный или субъективный характер, а цели могут носить характер желания или направления деятельности.

Примем за аксиому, что высшая цель — сохранение функционирования и развития объекта. Это порождает потребность в обменных явлениях: в материальных, энергетических и информационных потоках подводимых ресурсов и отводимых потоках продуктов функционирования.

Потребность — это объективная необходимость во взаимодействии с окружающей средой для сохранения функционирования и развития объекта.

Следует различать удовлетворенную и неудовлетворенную потребности. Неудовлетворенная потребность порождает проблемную ситуацию — объективную проблему.

Объективная проблема — это разность между необходимым и существующим.

Пример. Для управления необходима информация, для жизни человека — воздух и т. п. Если всего этого хватает, то нет никаких проблем; они начинаются, если потребность не удовлетворена.

Решение объективной проблемы формируется в виде желания.

Желание — это субъективно осознанная потребность, соотнесенная с конкретным результатом ее удовлетворения.

Субъективность желания состоит в том, что, с одной стороны, мы можем желать только то, о чем знаем и понимаем (или нам кажется, что понимаем), с другой стороны, чтобы появилось желание, надо осознать, что потребность имеется.

Примеры.

1. Для управления имеется объективная потребность в информации, и когда ее не хватает (или кажется, что не хватает), возникает желание внедрить информационную систему. Если руководитель не понимает, что такое информационная система, он может пожелать принять на работу дополнительных сотрудников, которые бы собирали, передавали и обрабатывали информацию.

2. Мы желаем приобрести мобильный телефон, и принимаем это за потребность. Но это не объективная потребность, а только желание. Потребность у нас может быть, например, в оперативной связи, и удовлетворить ее можно и другими средствами.

Желание носит целевой характер, но эта цель — только цель-желание — без критического осмысления ее достижимости.

Цель-желание — субъективный образ состояния объекта (или конкретное средство), которое удовлетворило бы осознанную потребность.

Далее оценивается достижимость желания: если реализация желания не имеет известного (простого) решения, то возникает субъективная проблема (не желайте и не будет у вас проблем!).

Субъективная проблема — разность между желаемым и действительным, ликвидация которой не является очевидной.

Примеры.

1. Пусть появилось желание установить в организации информационную систему. При этом могут появиться проблемы: недостаточность финансовых средств, отсутствие требуемых помещений, отсутствие соответствующих квалифицированных кадров для ее внедрения и эксплуатации и, наконец, проблема выбора — на рынке имеется несколько систем, а нужна одна — какую выбрать?

2. Мы желаем приобрести мобильный телефон, и тут появляются проблемы: нет денег на его приобретение, нет телефонов с желаемыми функциями и т. п.

Из субъективной проблемной ситуации вытекает цель-намерение.

Цель-намеренье - субъективный образ несуществующего, но желаемого состояния объекта, которое решило бы возникшую проблему и на достижение которого будет направлена деятельность.

Таким образом, цель находится в непосредственной зависимости от потребности и желания - является их прямым следствием.

А что является источником потребности? Потребность определяется объектом. Если есть серьезная проблема удовлетворения потребности, то надо менять объект на другой или изменять существующий (последнее в экономике называется реорганизацией).

Пример. Если есть проблема с бензином для автомобиля, то ставим на него газовую установку или заменяем его электромобилем.

При исследовании объектов необходимо разделять потребности и желания. Потребности можно считать константой, если объект не предполагается изменять. Желания же могут корректироваться. Это может происходить при изменении потребностей, а также при получении субъектом целеполагания новой информации об объекте исследования. В связи с этим задача системного аналитика - помочь субъекту целеполагания, предоставив ему дополнительную информацию.

1.3. Цель и точка зрения

В системном анализе цель занимает центральное место, собственно сам системный анализ и начинается с формулирования целей. Однако, говоря о цели, нельзя упускать из виду, что выбор цели сугубо субъективен. Если ставится или имеется цель, то всегда существует субъект целеполагания, точка зрения которого отражается в ней. Дело в том, что выбранная цель направлена на удовлетворение конкретной жизненной потребности конкретного субъекта. При этом выбор цели всегда ограничен конкретными знаниями и пониманием субъекта - нельзя желать того, о чем не знаешь.

В связи с вышесказанным, при исследовании всегда необходимо определяться с тем, чья точка зрения на объект берется за основу. При системном анализе цель можно рассматривать с позиций субъекта и объекта исследования.

Цель с позиции субъекта определяет:

- цель анализа объекта — выявить наличие и место противоречий (проблемной ситуации), причин их возникновения и способов устранения;
- цель описания объекта - представить проблемную ситуацию в виде, удобном для анализа;
- цель проектирования - разрешить проблемную ситуацию с помощью нового объекта или реорганизации старого;
- цель управления — разрешить проблемную ситуацию путем удержания функционирования объекта в заданном состоянии или перевода его в новое состояние.

Цель с позиции объекта определяет цель его функционирования (существования), которая может быть заложена при его создании либо формироваться внутри него.

Примеры.

1. Если анализируется проблемная ситуация в некотором техническом устройстве, то вначале необходимо понять назначение этого устройства.
2. При анализе экономического или организационного объекта иногда выясняется, что фактическая цель его функционирования отличается от цели, с которой он создавался.

2. Формирование критериев

В общем случае цели имеют либо конкретную, либо расплывчатую формулировку. Поэтому различают два типа целей:

- цель-результат - конкретная, измеримая цель (рис. 1, а);
- цель-направление - идеальная, качественная цель (рис. 1, б).

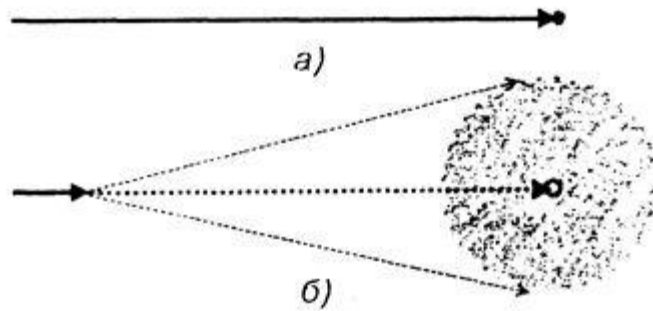


Рис. 1.

Пример. Увеличение выпуска продукции в два раза — цель-результат, а повышение образовательного уровня работников — цель-направление.

2.1. Критерии как модели целей

Для количественной оценки степени достижения цели используются критерии (особенно для идеальной цели). В этом смысле критерии можно рассматривать как количественные модели качественных целей.

Примеры.

1. Цель-результат: построить дачный домик. Если не ввести критерии, то построение любого сооружения от сарая до дворца можно считать достижением поставленной цели.

2. Цель-направление: повышение образовательного уровня сотрудников. Для ее конкретизации можно ввести такие критерии:

- процент сотрудников, имеющих высшее образование;
- количество сотрудников, имеющих сертификаты о дополнительном образовании.

2.2. Многокритериальность реальных задач

Многокритериальность реальных задач связана с тем, что одну цель редко удается выразить одним критерием, хотя к этому обычно стремятся. Конечно, возможны случаи, когда единственный критерий отвечает требованиям практики.

Пример. По международным стандартам одним из основных критериев, отражающих качество и уровень медицинского обслуживания, является младенческая смертность (смертность детей в возрасте до года).

Очень редко единственный критерий удачно отображает цель, поскольку критерий лишь приближенно (как и всякая модель) отображает цель, и адекватность одного критерия может оказаться недостаточной.

Пример. Формирование критериев для достаточно ясной цели: улучшить уборку мусора в большом городе. В результате анализа были отвергнуты как неадекватные следующие, на первый взгляд, подходящие критерии: расходы по уборке мусора в расчете на одну квартиру, число тонн убираемого мусора в расчете на один рабочий человеко-час, общий вес вывозимого мусора - эти критерии ничего не говорят о качестве работы. Более удачными были признаны такие критерии, как процент жилых кварталов без заболеваний, снижение числа пожаров из-за возгорания мусора, уменьшение числа укусов людей крысами, количество обоснованных жалоб жителей на скопление мусора. Впрочем, очевидно, что и эти критерии отражают только отдельные стороны качества уборки мусора в городе.

Всегда следует помнить о том, что дело не только и не столько в количестве критериев, сколько в том, чтобы они достаточно полно «покрывали» цель. Это означает, что критерии должны описывать по возможности все важные аспекты цели, но при этом желательно минимизировать число необходимых критериев.

3. Трудности целеполагания

3.1. Ограничения целеполагания

Решение любой реальной задачи сталкивается с ограничениями, которые можно разделить на две группы:

- объективные - законы природы и ресурсные ограничения;
- субъективные - ограниченность понимания действительности и система ценностей субъекта целеполагания.

Целеполагание также подвержено влиянию как внешних, так и внутренних факторов, а также времени.

3.2. Проблематика

Если для традиционных наук определение цели — начальный, отправной этап работы, то при работе со сложными объектами — это промежуточный результат, которому предшествует длительная, кропотливая и сложная работа по формулировке исходной проблемы. Дело в том, что проблемосодержащий объект не является изолированным — он связан с другими объектами, в различной степени причастными к данной проблеме, и входит как часть в некий мегаобъект. Кроме того, исследуемый объект обычно сам состоит из множества микрообъектов, имеющих свои потребности, желания, проблемы и цели. В связи с этим к любой реальной проблеме необходимо априори относиться не как к отдельно взятой, а как к «клубку» взаимосвязанных проблем в том смысле, что решение нашей проблемы чаще всего приведет к образованию совокупности проблем в окружающих систему объектах. Будем использовать для обозначения этой совокупности термин проблематика.

Проблематика - совокупность проблем, возникающих в соседних объектах при решении проблем исследуемого объекта.

Примеры.

1. Лечение больного органа порождает проблемы в соседних.
2. Решение проблемы одного члена семьи порождает проблемы у других.
3. Решение проблемы одной части организации порождает проблемы у других.

Таким образом, исследование всякой проблемы следует начинать с ее расширения до проблематики. Необходимо определить и рассмотреть проблемы, существенно связанные с исследуемой, без учета которых она не может быть решена.

3.3. Неопределенность целеполагания

Еще древними философами были замечены свойства любой человеческой деятельности: полученные результаты всегда отличаются от запланированных целей, т. е. цель всегда несет в себе элементы неопределенности. Причина этой неопределенности кроется в слабой изученности свойств окружающей действительности, неполноте информации о ней.

Опасность расхождения целей и результата возникает в том случае, если целевые результаты служат основой для планирования дальнейшей деятельности. В этом случае могут возникать серьезные проблемы.

Примеры.

1. Начинающий бизнесмен берет кредит в банке под залог своей квартиры, планируя через определенное время получить прибыль, достаточную для того, чтобы расплатиться за кредит и иметь деньги на развитие. Однако в случае недостижения цели, лишается и бизнеса и квартиры.
2. При газификации домов, когда вырыты траншеи и подведены трубы, жильцы ломают свои печи в надежде, что они больше не понадобятся. Но в силу разных причин (отсутствие некоторых устройств, рабочих перевели на выполнение другой срочной работы) к зиме у жильцов запланированного газа нет, как нет и альтернативного средства обогрева в виде печей.

3.4. Опасность подмены целей средствами

Часто субъект, цели которого должны быть выявлены, сам не может их четко осознать, даже если и дает им четкие формулировки. Дело в том, что любая цель обладает двойственностью, являясь

одновременно и целью, и средством для достижения вышестоящей цели. Достижение цели всегда базируется на некоторых средствах этого достижения, т. е. существует пара «средство - цель». Но цель, в свою очередь, может являться средством для достижения вышестоящей цели, и наоборот, средство достижения цели необходимо иметь, получить, (проектировать, создать), т. е. средство на некотором этапе само становится целью. Таким образом, мы имеем дело с теоретически бесконечной цепочкой. В связи с этим субъекту целеполагания бывает очень трудно разобраться в этой цепочке и выявить, что же является конечной целью.

3.5. Влияние ценностей на цели

Надо быть готовым к тому, что на выбор целей субъекта существенное влияние оказывает общая идеология, система ценностей, которой он придерживается.

3.6. Опасность смешения целей

Разновидностью влияния ценностей на цели является смешение целей. В этом случае узкопрофессиональные ценности преобладают над общественными. Обычно такая ситуация возникает, когда в решении проблем участвуют специалисты-профессионалы, навязывающие свое видение мира и тем самым подменяющие главные цели своими.

Примеры.

1. «Операция прошла успешно, но пациент умер», - это не дурная шутка, а действительно встречающееся среди хирургов высказывание.
2. Имеется большое количество рекламной продукции, отмеченной различными призами рекламных плакатов, но которая не оказала никакого влияния на сбыт рекламируемой продукции.

3.7. Множественность целей

Случаи, когда у субъекта имеется только одна цель, встречаются редко, чаще всего их несколько и важно не упустить какую-нибудь существенную из них. В частности, чем выше уровень управления, тем больше целей, даже если текстуально они объединены одной формулировкой — «глобальная цель».

Пример. Цель современного предприятия не может быть сведена к получению максимальной прибыли: она представляет собой сумму целей всех его работников, собственников, потребителей и, строго говоря, всех остальных субъектов общества, как-то связанных с ним.

3.8. Изменение целей со временем

Представление и формулировка цели зависят от стадии познания объекта и времени. Цели могут изменяться как по мере изменения и понимания объекта, так и по мере появления и понимания новых средств решения проблем.

4. Требования к цели

Исходя из вышеизложенного, можно сформулировать требования к цели. Правильно сформулированные цели должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- Конкретность — при определении цели необходима точность отражения ее содержания, объема и времени. Удовлетворение цели может принести только конкретный результат, полученный с помощью конкретных средств в конкретных условиях.
- Измеримость — цель должна быть представлена количественно или каким-либо другим способом для оценки степени ее достижения.
- Достижимость — цели должны быть реальными, не выходящими за рамки возможностей исполнителей.
- Согласованность — цели следует рассматривать не изолированно, а во взаимосвязи.
- Приемлемость - необходимо учитывать потребности, желания, традиции, сложившиеся в обществе ценности.
- Гибкость — возможность внесения корректировки по мере происходящих в среде изменений.

Резюме

1. Любая деятельность является целенаправленной.
2. Источник цели - потребность. При неудовлетворении потребности появляется желание, отсутствие очевидного пути достижения которого порождает проблему, и тогда появляется цель как нечто, что решит проблему.
3. Выбор цели сугубо субъективный. Если ставится или имеется цель, то всегда существует субъект целеполагания, точка зрения которого отражается в ней. Субъективность цели выражается, с одной стороны, знаниями и пониманием действительности того, кто ставит цель, а с другой цель направлена на удовлетворение его конкретной жизненной потребности.
4. Следует различать цели с позиции субъекта и объекта. Цель с позиции субъекта определяет цель анализа, описания, проектирования (создания или реорганизации) и управления. Цель с позиции объекта определяет цель его функционирования (существования), которая может быть заложена при его создании либо формироваться внутри него.
5. Цель может быть конкретной или размытой. В последнем случае необходимо вводить критерии для оценки степени достижения цели.
6. Целеполагание сталкивается с рядом проблем, связанных с объективными и субъективными ограничениями, изменением целей со временем, неопределенностью целеполагания, опасностями подмены целей средствами и смешением целей и др.
7. Прежде чем формулировать окончательную цель, необходимо провести исследование решаемой проблемы. В частности, следует расширить проблему до проблематики: определить и рассмотреть проблемы, существенно связанные с исследуемой, без учета которых она не может быть решена.
8. Правильно сформулированные цели должны быть конкретными, измеримыми, достижимыми, согласованными, приемлемыми и гибкими.

МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Исследуя объекты окружающего мира, мы вынуждены как-то отображать результаты исследования для того, чтобы, с одной стороны, представить их в виде, удобном для анализа, а с другой для их хранения и передачи в пространстве или времени. Проектируя, создавая что-то новое, мы первоначально формируем некоторый образ этого нового. Управляя чем-либо, мы, как правило, пытаемся анализировать, к каким последствиям приведет управление. Перечисленные задачи требуют фиксации (представления) информации об объекте в виде некоторого образа (словесного, графического и т. п.).

В связи с этим в познавательной и практической деятельности человека большую, если не ведущую, роль играют модели и моделирование. Особенно незаменимо моделирование при работе со сложными объектами (в частности, экономическими). Все это делает моделирование важнейшим инструментом системного анализа.

1. Моделирование

Модель — это упрощенное подобие объекта, которое воспроизводит интересующие нас свойства и характеристики объекта-оригинала или объекта проектирования.

Примеры. Моделью Земли служит глобус, а звездного неба — экран планетария. Чучело животного есть его модель, а фотография на паспорте или любой перечень паспортных данных — модель владельца паспорта.

Моделирование связано с выяснением или воспроизведением свойств какого-либо реального или создаваемого объекта, процесса или явления с помощью другого объекта, процесса или явления.

Моделирование — это построение, совершенствование, изучение и применение моделей реально существующих или проектируемых объектов (процессов и явлений).

Почему мы прибегаем к использованию моделей вместо попыток «прямого взаимодействия с реальным миром»? Можно назвать три основные причины.

Первая причина — сложность реальных объектов. Число факторов, которые относятся к решаемой проблеме, выходит за пределы человеческих возможностей. Поэтому одним из выходов (а часто единственным) в сложившейся ситуации является упрощение ситуации с помощью моделей, в результате чего уменьшается разнообразие этих факторов до уровня восприимчивости специалиста.

Вторая причина — необходимость проведения экспериментов. На практике встречается много ситуаций, когда экспериментальное исследование объектов ограничено высокой стоимостью или вообще невозможно (опасно, вредно, ограниченность науки и техники на современном этапе).

Третья причина — необходимость прогнозирования. Важное достоинство моделей состоит в том, что они позволяют «заглянуть в будущее», дать прогноз развития ситуации и определить возможные последствия принимаемых решений.

Среди других причин можно назвать следующие:

- исследуемый объект либо очень велик (модель Солнечной системы), либо очень мал (модель атома);
- процесс протекает очень быстро (модель двигателя внутреннего сгорания) или очень медленно (геологические модели);
- исследование объекта может привести к его разрушению (модель самолета, автомобиля).

1.1. Цели моделирования

Человек в своей деятельности обычно вынужден решать две задачи — экспертную и конструктивную.

В экспертной задаче на основании имеющейся информации описывается прошлое, настоящее и предсказывается будущее. Суть конструктивной задачи заключается в том, чтобы создать нечто с заданными свойствами.

Для решения экспертных задач применяют так называемые описательные модели, а для решения конструктивных — нормативные.

2. Классификация моделей

2.1. Функциональное назначение моделей

Можно выделить следующие функции, выполняемые моделями:

- исследовательская — применяется в научном познании;
- практическая — применяется в практической деятельности (проектировании, управлении и т. п.);
- тренинговая — используется для тренировки практических умений и навыков специалистов в различных областях;
- обучения — для формирования у обучаемых знаний, умений и навыков.

2.2. Формы представления моделей

Модели по форме бывают:

- физические — материальные объекты, имеющие сходство с оригиналом (модель самолета, которая исследуется в аэродинамической трубе; модель плотины);
- словесные (вербальные) — словесное описание чего-либо (внешность человека, принцип работы устройства, структура предприятия);
- графические — описание в виде графических изображений (схемы, карты, графики, диаграммы);
- знаковые — описание в виде символов и знаков (дорожные знаки, условные обозначения на схемах, математические соотношения). Разновидностью знаковых моделей являются математические модели.

3. Виды моделирования

Применительно к естественно-техническим, социально-экономическим и другим наукам принято различать следующие виды моделирования:

- концептуальное моделирование, при котором с помощью некоторых специальных знаков, символов, операций над ними или с помощью естественного или искусственного языков истолковывается основная мысль (концепция) относительно исследуемого объекта;
- интуитивное моделирование, которое сводится к мысленному эксперименту на основе практического опыта работников (широко применяется в экономике);
- физическое моделирование, при котором модель и моделируемый объект представляют собой реальные объекты или процессы единой или различной физической природы, причем между процессами в объекте-оригинале и в модели выполняются некоторые соотношения подобия, вытекающие из схожести физических явлений;
- структурно-функциональное моделирование, при котором моделями являются схемы, (блок-схемы), графики, чертежи, диаграммы, таблицы, рисунки, дополненные специальными правилами их объединения и преобразования;
- математическое (логико-математическое) моделирование, при котором моделирование, включая построение модели, осуществляется средствами математики и логики;
- имитационное (программное) моделирование, при котором логико-математическая модель исследуемого объекта представляет собой алгоритм функционирования объекта, реализованный в виде программного комплекса для компьютера. Развитием имитационного моделирования является компьютерное моделирование.

Перечисленные выше виды моделирования не являются взаимоисключающими и могут применяться при исследовании сложных объектов либо одновременно, либо в некоторой комбинации.

Резюме

1. Необходимость фиксации информации об объекте исследования или проектирования для хранения и передачи в пространстве или времени приводит к задаче моделирования.
2. Моделирование направлено на построение, совершенствование, изучение и применение моделей реально существующих или проектируемых объектов.
3. Модель представляет собой упрощенное подобие объекта, которое воспроизводит только интересующие нас свойства.
4. Необходимость моделирования связана со многими причинами, основные из которых: сложность изучаемых объектов, необходимость экспериментировать и прогнозировать, несоответствие пространственных и временных масштабов объекта и наших возможностей.
5. В практической деятельности применяются два основных вида моделей: описательные — для описания свойств реально существующих объектов и нормативные — в задачах проектирования новых объектов.
6. Описательные модели применяются для научных исследований, управления, прогнозирования и обучения.
7. При описательном моделировании, в силу объективных (ограниченной информационной проницаемости среды и ограниченной измерительной возможности) и субъективных (в силу целевой и психологической избирательности) ограничений, происходит лишь частичное отражение информации об объекте в модели. Исходя из этого, модель всегда проще оригинала и есть опасность, что в модели не отражены важные для целевой задачи свойства.
8. Психологическая избирательность связана с такими факторами, как избирательность, конструирование, искажение и обобщение.
9. Основные функции моделей: исследовательская, практическая, тренинговая и учебная. По форме модели бывают: физические, вербальные, графические и знаковые. При этом математические модели являются разновидностью знаковых.
10. Из основных видов моделирования, применяемых в естественно-технических, социально-экономических и других науках, различают: концептуальное, интуитивное, физическое, структурно-функциональное, логико-математическое и имитационное (программное). Особое место сегодня занимает компьютерное моделирование.

4. Методы моделирования систем

Постановка любой задачи заключается в том, чтобы по возможности перевести ее словесное, вербальное, описание в формальное. Вопросы формирования модели сложных объектов и доказательство их адекватности и являются основным предметом системного анализа. Существующие методы формирования моделей представляют собой некий спектр методов, дающих различную степень формализации. Проранжировав их по этому свойству, можно построить некую условную шкалу методов (см. рисунок ниже).



МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Метод — это прием или способ действия.

Методология (методика) — это совокупность методов, применяемых в какой-либо науке.

В отличие от классических наук, системный анализ находится в стадии развития и еще не имеет устоявшегося, общепризнанного «инструментария».

1. Обзор методик системного анализа

В качестве простейшего варианта методики системного анализа можно рассматривать такую последовательность:

- 1) постановка задачи;
- 2) структуризация системы;
- 3) построение модели;
- 4) исследование модели.

Из анализа и сопоставления разных методик можно сделать вывод о том, что в них в той или иной форме представлены такие этапы:

- выявление проблем и постановки целей;
- разработка вариантов и модели принятия решения;
- оценка альтернатив и поиска решения;
- реализация решения.

Кроме того, в некоторых методиках имеются этапы оценки эффективности решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волкова В.Н. Теория систем и системный анализ: учебник для вузов / А.Н Волкова, А.А. Денисов. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт т, 2010. – 679 с. – (Университеты России).
2. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ: Учеб. пособие. – К.: МАУП, 2003. – 368 с.
3. <http://e-educ.ru/tsisa.html>
4. Любая литература по теории систем (легко найти в Internet).