

Системный анализ и теория систем

ЛЕКЦИЯ 2



2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ «СИСТЕМА»

2.2. Принципы системного подхода

**2.3. КАК ПРАКТИЧЕСКИ ОБРАЗОВАТЬ
(ВЫДЕЛИТЬ) СИСТЕМУ**

2.4. С ЧЕГО НАЧИНАЕТСЯ СИСТЕМА?

2.5. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К «СИСТЕМЕ».

2.6. ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД

2.7. КРИТИКА ФУНКЦИОНАЛИЗМА И СТРУКТУРАЛИЗМА

2.8. ИНСТРУМЕНТАРИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНОГО ПОДХОДА

Системный анализ и теория систем



- **2.1. Определение понятия «система».**
- Решение вопроса о специфических признаках системного подхода, в отличие от любого другого типа научного исследования, предопределяется тем, что понимается под системой.
- Термин «система» употребляется во многих значениях, что приводит к опасности упустить основное содержание этого понятия. В нашем курсе мы часто будем пользоваться понятиями, терминами, поэтому необходимо дать их определение. *Понятие и термин – неотъемлемая часть любой науки*, поэтому, во-первых, у каждой науки свои представления о значении слов «точный», «строгий», во-вторых, каждая наука развивается, и в этом процессе происходит постоянное уточнение терминов и понятий, в-третьих, часто (в ИКТ очень часто) существуют разные, порой противоречивые определения терминов.
- *«Понятие – целостная совокупность суждений, т. е. мнений, в которых что-то утверждается в отличительных признаках исследуемого объекта, ядром которой являются суждения о наиболее общих и в то же время существенных признаках этого объекта»* - с.393 Кондаков Н.И. Логический словарь.- М.: Наука, 1971.-656с.

Системный анализ и теория систем



- *Термин* – это слово или словосочетание, являющееся точным названием строго определенного понятия науки, техники и др. Одним из главных качеств научного термина должна быть **устойчивая однозначность**.
- Для чёткости изложения пользуются символьными обозначениями:
- u_x - утверждение, определяющее некоторое понятие x
- t_x - термин, соответствующий этому понятию.
- Тогда возможно пользоваться терминологическим соотношением типа « t_x есть u_x ».
- Следует постоянно помнить, что каждое понятие выражается через другие термины, точное (математически точное) определение можно дать только в формальных теориях, поэтому предполагается, что изложение ведется на обыденном языке, которым слушатели владеют в достаточной степени.

Системный анализ и теория систем



- При научном восприятии и изложении научного произведения следует пользоваться следующими правилами:
 1. Основные понятия, утверждения (теории в целом) должны быть явно и ясно определены независимо от знания их реципиентов;
 2. При оценке истинности суждений пользоваться только определениями, которые дал проponent, не подменять их своими представлениями. (Пропонент (англ. *proponent* от лат. *propono* — «предлагать») — тот, кто поддерживает и аргументирует тезис в дебатах. Является антонимом оппонента).
- Явное определение не принимаются, если оно не согласуется с контекстом.
- Выбор подходящего определения опирается на специфику задачи, которая решается с помощью данного определения.

Системный анализ и теория систем



- **Под системой понимается:**
 - «Комплекс элементов, находящихся во взаимодействии» (Л. Берталанфи);
 - «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 объектах» (М. Месарович).

Системный анализ и теория систем



- Система — это структурно организованный объект, в котором выделяются состояния, переходы, подструктуры и взаимодействия частей. Системный подход даёт возможность анализировать многие сложные объекты с позиций единой общей методологии. [1]

Системный анализ и теория систем



- Правильно было бы сказать, что строгого, единого определения для понятия «система» в настоящее время нет. Однако, необходимость определения такого понятия очень велика, если мы пытаемся вникнуть в сущность системного подхода.
- 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 (БСЭ. Т. 39., с.158).*
- Система есть совокупность или множество связанных между собой элементов.
- Элементы системы могут представлять собой понятия, в этом случае мы имеем дело с понятийной системой (инструмент познания).

- **Пример.** Язык как средство общения. А как ещё можно рассматривать «язык»?

- Все языки - искусственные системы, отличающиеся друг от друга степенью формализации.
- Антонимы: искусственный -- естественный
- Объект создан с помощью сознательного действия человека
- Объект создан без помощи сознательного действия человека

Системный анализ и теория систем



- **Пример.** Созданное человеком в г. Красноярске водохранилище существенно изменило внешний климат, который считается естественным. Овечка Долли.
- *Научное разделение* с помощью физики делают Илья Пригожин и Ирина Стенгерс:
- *Искусственное может быть детерминированным и обратимым. Естественное же непременно содержит элементы случайности и необратимости.*
- **Язык** – это система, состоящая из двух частей: одна часть, не отчуждаемая (не видимая, не ощущаемая посторонними) принадлежит мышлению – это смысл (семантика); другая часть, отчуждаемая, передаваемая с помощью сигналов другим людям – это речь (синтаксис).
- Человек, воспринимающий речь, как бы приватизирует смысл, т.е. придает полученному сообщению свою семантику с помощью мышления.

Системный анализ и теория систем



- **Языки:**

- неформальные языки (естественные);
- формальные языки, предназначены для создания, описания и управления искусственными, в этой или иной степени формализованными системами.

- Элементами системы могут являться объекты (устройства) (ПК - клавиатура, мышь, монитор и т.д.). Элементами системы могут быть субъекты: игроки в футбольной команде, студенты в группе и т.д.
- Таким образом, **система** - это совокупность живых и/или неживых элементов либо тех и других вместе. Существует несколько десятков определений этого понятия. Их анализ показывает, что определение понятия *система* изменялось не только по форме, но и по содержанию.

Системный анализ и теория систем



- **<ЭТОТ СЛАЙД МОЖНО ПРОПУСТИТЬ>** Так Л. фон Берталанфи определяет систему, как «комплекс взаимодействующих компонентов или как совокупность элементов, находящихся в определенных отношениях друг с другом и со средой».
- В БСЭ система определяется переводом с греч. «состав », т. е. составленное, соединение из частей.
- I курс – куча кирпича, ножницы (если какого-то элемента или связи между элементами не хватает – винтика в ножницах, раствора в кладке кирпича- то система не может выполнять своей функции).
- **Система** – это полный, целостный набор элементов, взаимосвязанных между собой так, чтобы могла реализовываться функция системы.

Где здесь неточность?

Системный анализ и теория систем



- **<ЭТОТ СЛАЙД МОЖНО ПРОПУСТИТЬ>** Те кто занимались ФСА (функционально стоимостной анализ), МА (морфологический анализ) должны сразу уловить эту неточность, этот нюанс. Совокупность элементов, находящихся в отношениях связях между собой и образующих некоторое целостное единство. *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. Информациология – макромир, микромир.
- Резерфорд (цитата) «атомное ядро – вещество состоит в основном из ... пустоты»
- Масса атома сосредоточена в ядре ($R_{\text{протона}} \sim 10^{-13}$), размеры которого в $\sim 10^5$ раз меньше атома.
- \emptyset 1 км. - шарик 1,5 см. \emptyset
- Т. е. в атоме такое пространство, как от Земли до Солнца.

Системный анализ и теория систем



- 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 её функциональность, структуру, связи, внешнюю среду и пр.
- Как и любое фундаментальное понятие, система конкретизируется в процессе рассмотрения ее *основных свойств*. Можно выделить **четыре основных свойства**:
 1. система есть, прежде всего, совокупность элементов, которые при определенных условиях сами могут рассматриваться как системы;

Системный анализ и теория систем



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 её 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 отражают их полностью. Т. е. система не сводится к простой совокупности элементов, и, расчленяя систему на отдельные части, нельзя познать все свойства системы в целом.

Системный анализ и теория систем



- В самом общем случае понятие «система» характеризуется:
 - наличием множества элементов;
 - наличием связей между ними;
 - целостным характером данного устройства или процесса.
- В научной литературе имеется множество определений этого понятия. В философском теоретико-познавательном смысле система есть способ мышления как способ постановки и упорядочения проблем. В научно-исследовательском понимании система представляет собой общую методологию исследования процессов и явлений, отнесенных к какой-либо области человеческих знаний, в качестве объекта системного анализа. В проектом понимании система представляется как методология проектирования и создания комплексов методов и средств для достижения определенной цели. В наиболее узком, инженерном смысле система понимается как взаимосвязанный набор вещей (объектов) и способов их использования для решения определенных задач[5]. В Советском энциклопедическом словаре система определяется как множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство.

Системный анализ и теория систем



- Анализируя различные взаимно дополняющие понятия системы, следует отметить, что наиболее *полное определение должно включать и элементы, и связи, и свойства, и цель, и наблюдателя (исследователя), и его язык, с помощью которого отображается объект или процесс.* Однако есть системы, для которых наблюдатель, исследователь очевиден, и его не надо включать в определение системы, например для некоторых технических систем. Иногда не нужно в явном виде говорить о цели. Таким образом, при исследовании с целью проектирования, создания или совершенствования объектов техники нужно проанализировать ситуацию с помощью полного определения системы, а затем, выделив наиболее существенные компоненты, принять “рабочее” определение системы, которым будут пользоваться все лица, участвующие в принятии решения. Важно, чтобы в понятии “система” был отражен *подход и объект исследования как к системе.* Дело в том, что один и тот же объект на разных этапах его рассмотрения может быть представлен в различных аспектах, соответственно существуют и различные аспекты понятия “система”: теоретико-познавательный, методологический, научно-исследовательский, проектный, инженерный, конструкторский и т. д., -- вплоть до материального воплощения.

Системный анализ и теория систем



- **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 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 (рис.1) и известными только “входами” и “выходами” (в кибернетике и теории систем такое представление называют “чёрным ящиком”) или в виде графических структур с не до конца выявленными элементами и существенными связями, или в виде математического описания.

Системный анализ и теория систем



- Иногда утверждается, что «В настоящее время учёные пришли к выводу, что математика неэффективна при исследовании широких проблем с множеством неопределённостей, которые характерны для исследования и разработки техники как единого целого.» Это утверждение достаточно спорно, но положительно в том смысле, что вырабатывается концепция такого исследования, в котором упор делается преимущественно на разработку новых диалектических принципов научного мышления, логического анализа систем с учётом их взаимосвязей и противоречивых тенденций. При таком подходе на первый план выдвигаются не математические методы, а сама логика системного подхода, упорядочение процедуры принятия решений. И видимо, не случайно, что под системным подходом зачастую принимается некоторая совокупность системных принципов. Какие же это принципы?

Системный анализ и теория систем



● 2.2. Принципы системного подхода.

- *Принцип* – это обобщённые опытные данные, это закон явлений, найденный из наблюдений. Поэтому их истинность связана только с фактом, а не с какими-либо домыслами. Из принципов путём логико-математического рассуждения получают в применении к конкретным ТС бесчисленные следствия, охватывающие всю область явления и составляющие безукоризненную теорию. Теории такого рода необычайно прочны и незыблемы: они построены из самого добротного материала – верного опыта и тонкого рассуждения (Добровольский В. К. Экономико-математическое моделирование. Киев: Наук, думка, 1975).
- В формулировке принципов существует некоторый элемент условности, связанный с общим уровнем развития науки в данную историческую эпоху. Поэтому происходит постепенное уточнение принципов, но не их отмена или пересмотр.
- По своей структуре методы и принципы имеют общие черты и различия.
- *Метод* – относится не к фактической деятельности, а к возможным ее альтернативным способам. *Принцип* - это постоянно и последовательно применяемый метод.

Системный анализ и теория систем



- Следовательно, по мере того как метод теряет свою альтернативность, становится все больше и больше преобладающим вариантом или даже единственным вариантом действий, тем меньше он метод и тем больше он принцип (Методы управления социалистическим предприятием / Под ред. Г. Х. Попова. М.: Экономика, 1970). Принцип мы не выбираем, мы ему следуем постоянно.
- Известно, что принципы всеобщей связи и развития как основополагающие принципы диалектики в условиях подвергаются дальнейшему развитию и конкретизации в применении их к естествознанию и технике. Представляется, что для более плодотворного использования философских категорий, в том числе и принципов, необходимо, чтобы между ними и частными естественными и техническими знаниями (науками) находились связующие звенья. Одним из них и является *системный анализ*. Именно он и позволяет реализовать непосредственный контакт, стыковку философских положений и методов (принципов) конкретных наук.

Системный анализ и теория систем



- *Чем же определяется исключительная важность принципа как такового?*
- Приведем лишь два исторических высказывания.
- Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых факторов (Клод Гельвеции (1715 - 1771) – французский философ-материалист)
- В вопросе о системах нагромоздили столько ошибок лишь потому, что не вскрыли достоинств и недостатков этих принципов, на которых они покоятся (Этьен Бонно де Кондильяк (1715-1780) – французский философ-просветитель (Собрание сочинений: В 3 т. –М.: 1982.)).

Системный анализ и теория систем



- С математическим описанием сложных систем большие трудности, поэтому стала вырабатываться концепция такого системного анализа, в котором делается упор на разработку новых диалектических принципов научного мышления, логического анализа сложных объектов с учётом их взаимосвязей и противоречивых тенденций.
- Наиболее часто к *системным* причисляют следующие принципы:
 - конечной цели; измерения; эквифинальности; единства;
 - связности; модульного построения; регулярности;
 - иерархии; функциональности;
 - развития (историчности, открытости);
 - децентрализации;
 - неопределённости.Кроме того, существуют
 - принцип обратной связи,
 - многообразия; принцип нелинейностии десятки других.

Системный анализ и теория систем



- **Принцип конечной цели.**

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

1. для проведения СА необходимо, в первую очередь, *сформулировать цели исследования;*
2. *анализ следует вести на базе первоочередного уяснения основной цели (функции основного назначения) системы, что позволит определить её основные существенные свойства, показатели качества и критерии оценки;*
3. *при синтезе систем любая попытка изменения должна оцениваться относительно того, помогает или мешает она достижению конечной цели;*
4. *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 её как часть более общей и проводить оценку внешних характеристик исследуемой системы относительно целей и задач надсистемы.

Системный анализ и теория систем



- **Принцип эквифинальности.**
- 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 её с сохранением целостных представлений о системе.
-
- **Принцип связности.**
- Рассмотрение любой части совместно с её окружением подразумевает проведение процедуры выявления связей между элементами системы и выявление связей (учёт внешней среды). В соответствии с этим принципом систему, в первую очередь, следует рассматривать как часть (элемент, подсистему) другой системы, называемой надсистемой.

Системный анализ и теория систем



Принцип модульного построения.

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

Модульность в ПО – принцип модульности требует, чтобы каждый модуль в системе имел чётко определённую функциональность и набор интерфейсов и мог быть легко и без непредвиденных побочных эффектов соединён с другими модулями системы.

Принцип регулярности

Принцип регулярности требует соблюдения единообразия при проектировании отдельных модулей системы. Регулярность обеспечивает возможность повторного использования и простой замены элементов системы. Например, стандартные модули общего назначения, такие как блоки питания, могут использоваться многократно, во много раз снижая количество модулей, необходимых для разработки новой системы.

Системный анализ и теория систем



Принцип иерархии.

- Введение иерархии частей и их ранжирование упрощает порядок рассмотрения систем и, как следствие, разработку системы.
Иерархичность ПО – принцип иерархичности предполагает разделение системы на отдельные модули, а затем последующее разделение каждого такого модуля на фрагменты до уровня, позволяющего легко понять поведение каждого конкретного фрагмента.

Принцип функциональности.

- Совместное рассмотрение структуры и функций с приоритетом функций над структурой. Принцип утверждает, что любая структура тесно связана с функцией системы и её частей. При придании системе новых функции полезно пересматривать её структуру, а не пытаться втиснуть новую функцию в старую схему. Поскольку выполняемые функции составляют процессы, то целесообразно рассматривать отдельно: процессы, функции, структуры. пространстве и во времени.

Системный анализ и теория систем



- 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.
- С этой точки зрения структура есть множество ограничений на потоки в пространстве и во времени.

Системный анализ и теория систем



- **Принцип развития.**
- Предполагает *учёт изменяемости системы, её способности к развитию, адаптации, расширению, замене частей, накоплению информации, наращивание функциональности, усиление влияния и т. п.*
- Другая формулировка этого принципа: **Живуча только развивающаяся система.**
- В основу систематизированной системы требуется закладывать возможность модернизации (развития, наращивания, усовершенствования).
Можно утверждать, что *все системы живые* в том смысле, что они функционируют, развиваются (эволюционируют) и достигают заданной цели; система, которая не способна функционировать так, чтобы результаты удовлетворяли надсистему, т.е. система, которая не развивается, находится в состоянии покоя или «закрыта» (ни с кем не взаимодействует), не нужна надсистеме и либо погибает, либо модернизируется (например, в компании меняется руководство). Для больших систем и многофункциональных систем это достаточно сложный процесс, поскольку критериев развития может быть много.

Системный анализ и теория систем



- Что значит «система не развивается»? Это значит она находится в состоянии равновесия с окружающей средой. Даже если бы окружающая среда (надсистема) была стабильна, в системе должна была бы выполняться работа по поддержанию необходимого уровня жизнедеятельности в связи с неизбежными потерями вещества, энергии, информационными сбоями. Если же учесть, что окружающая среда всегда нестабильна, изменяется (безразлично — в лучшую или худшую сторону), то даже для того, чтобы сносно решать одну и ту же задачу, системе со временем надо совершенствоваться [2].



Принцип обратной связи — реакция системы на воздействие должна минимизировать отклонение системы от траектории к цели.

Это фундаментальный и универсальный системный принцип, лежащий в основе кибернетики. Можно утверждать, что систем без обратных связи не существует. Если их нет, то система, деградирует и гибнет. Обратная связь — результат функционирования системы (элемента системы) — влияет на поступающие на неё воздействия. Она бывает *положительной* (усиливает действие прямой связи) и *отрицательной* (ослабляет действие прямой связи); в обоих случаях задача обратной связи — вернуть систему на оптимальную траекторию к цели (коррекция траектории). Пример системы без обратной связи — командно-административная система управления.

Прикладное значение принципа — игнорирование обратной связи неизбежно ведёт систему к потере управляемости, отклонению от траектории и гибели (судьба тоталитарных режимов, экологические бедствия, многие семейные трагедии и т. п.).[2]

Системный анализ и теория систем



Принцип многообразия.

Чем многообразнее система, тем она устойчивее.

Действительно, многообразие структуры, свойств и характеристик системы обеспечивает широкие возможности по адаптации к меняющимся воздействиям, неисправностям подсистем, условиям среды и т. д. [2]

В бизнесе это выражается в том, что многие фирмы стремятся диверсифицировать свою деятельность. Резкое сокращение количества видов в живой природе говорит о больших проблемах в экологии планеты. Однако... всё хорошо в меру – многообразие системы должно быть оптимальным для данных условий.

Системный анализ и теория систем



- **Принцип нелинейности.**
- Реальные системы всегда нелинейны.
- Линейность — частный случай нелинейности. Реально, в природе и технических устройствах правилом скорее является нелинейность поведения. В системах нелинейность обозначает, что реакция системы или элемента на воздействие необязательно пропорциональна воздействию. Реальные системы могут быть более или менее линейными только на небольшом участке своей характеристики. Однако чаще всего приходится считать характеристики реальных систем сильно нелинейными. Учёт нелинейности особенно важен в системном анализе при построении моделей реальных систем. Сильно нелинейными являются социальные системы, главным образом из-за нелинейности такого их элемента как человек. [2]

Системный анализ и теория систем



Принцип децентрализации.

- Это сочетание в сложных системах централизованного управления.



Принцип неопределённости.

- Это учёт неопределённостей 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), даже отдельно взятая, при своем практическом осуществлении, даже отдельно взятая может дать определенный эффект. *Но эффект возрастает, если они применяются в комплексе.* Тогда эти идеи превращаются в определённую систему принятия решений и управления, позволяющую более эффективно руководить сложными программами.

Системный анализ и теория систем



- 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, её взаимосвязей с другими задачами и объектами, а также последствий принимаемых решений;
 - выявление и анализ альтернативных путей решения задачи в целом и её отдельных элементов (подзадач), сравнение альтернатив с помощью соответствующих критериев, выбор оптимального решения;
 - создание (или усовершенствование) структуры организации, призванной обеспечить выполнение принимаемой программы, с тем чтобы она с наибольшим эффектом обеспечивала реализацию принимаемых решений;
 - разработка и принятие конкретных программ финансирования и осуществления работ – как долговременных, рассчитанных на весь срок, необходимый для реализации поставленных перед собой целей (этот план может быть и ориентировочным, своего рода прогнозом), так и средне- и краткосрочных.

Системный анализ и теория систем



- **2.3. Как практически образовать (выделить) систему**
-
- *Во-первых*, исходя из намеченных функций данной системы, вычленив (провести границу) из внешней (более общей) среды, назвав и определив ограничения и связи её с внешней средой (окружением). Это – трудный и важный процесс, существенно влияющий на все последующие. Обратим внимание на многовариантность, неоднозначность выбора.
- *Во-вторых*, чётко определить функцию системы и в соответствии с ней проверить систему на полноту элементов, целостность, единство (все ли «винтики» и «детали» системы имеются) с позиции её функционирования, и, в конечном счёте - 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.

Системный анализ и теория систем



- *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).
- Здесь уместно отметить, в какое смешное и жалкое положение попадают некоторые деятели, которые стремятся (или делают вид, что стремятся) управлять системой, не зная законов её развития и существования внутри внешней среды.

Системный анализ и теория систем



- **2.4 С чего начинается система?**
- *Исследование потребности*
- *Философы учат, что всё 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.?*
- *Рост потребностей обуславливает производство все новых и новых технических средств. Этот рост определён жизнью, но он обусловлен и потребностью в творчестве, присущей человеку как разумному существу.*
- *Область деятельности, задача которой – исследование условий жизни человека и общества, называется **футурологией**. Трудно возразить против точки зрения, что основой футурологического планирования должны быть тщательно выверенные и социально оправданные потребности как существующие, так и потенциальные.*

Системный анализ и теория систем



- Потребности придают смысл нашим действиям. Неудовлетворение потребности вызывает напряжённое состояние, направленное на ликвидацию несоответствия.
- При создании техносферы установление потребностей выступает как концептуальная задача. Установление потребности ведёт к формированию технической задачи.
- Формирование должно включать описание совокупности условий, необходимых и достаточных для удовлетворения потребности.
-
- *Уяснение 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.

Системный анализ и теория систем



- 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 её 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. Её постановка должна допускать инициативу исполнителей. «Гораздо важнее выбрать «правильную» цель, чем «правильную» систему», – указал Холл, автор книги по системотехнике; выбрать не ту цель – значит решить не ту задачу; а выбрать не ту систему – значит просто выбрать неоптимальную систему.
- Достижение цели в сложных и конфликтных ситуациях затруднено. Вернейший и кратчайший путь – изыскание новой прогрессивной идеи. То, что новые идеи могут опровергнуть прежний опыт, ничего не меняет (почти по Р. Акоффу: «Когда заказан путь вперед, то лучший выход - задний ход»).

Системный анализ и теория систем



● 2.5. Системный подход к «системе».

- 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»:*
 - является ли набор элементов системы полным, т. е. достаточным для функционирования системы? Не ли лишних или недостающих элементов?
 - каковы связи между элементами? Достаточно ли их, нет ли лишних? Обеспечивают ли связи функционирование системы?
 - обладает ли система качеством (функциональными свойствами) не присущими ни одной из ее элементов в отдельности?
 - обеспечена ли взаимосвязь данной системы с внешней средой? Учтены ли все существенные внешние связи? Ограничения?
 - Что даст анализ данной системы с позиции подсистемы, т.е. сверху? Не нарушаются ли присущие подсистеме законы развития?
 - Что даст анализ данной системы с позиции возможных исходов (конечных результатов), т. е. взгляд снизу?
 - обладает ли данная система как часть материи всеми присущими ей свойствами (материальностью, объективностью, преобразованием материи из одного вида в другой и т. д.)?
 - Сохранены ли, не нарушены ли в системе законы материалистической диалектики? Может ли система развиваться, каковы движущие силы развития?

Системный анализ и теория систем



- **2.6 Функционально-структурный подход.**
- *Между функцией и структурой существует связь, как между содержанием и формой.* Это «типичная взаимосвязь диалектических противоположностей, преодоление которых является источником развития и познания систем». 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 диалектически взаимосвязаны, оказывают влияние друг на друга в процессе развития системы.* Применением функционально-структурного подхода является подготовка военного сражения полководцем: согласно цели (функции сражения) создается структура войск, их боевое, инженерное и материальное обеспечение.

Системный анализ и теория систем



- *Функционально-структурный подход базируется на взаимозависимости функции и структуры в процессе развития системы при определяющей роли функции системы по отношению к ее структуре.*
- Изменение этого положения ведет к извращениям, крайностям в виде «функционализма» и «структурализма».
- Концепция функционально-структурного подхода к анализу и синтезу антропогенных (созданных человеком) систем, их эволюции разработана в монографии Е.П. Балашова [7], и здесь мы используем ее основные положения.
- *Функционально-структурный подход, выражая сущность системного подхода, характеризуется следующими факторами [7]:*
- учетом диалектической взаимосвязи функции и структуры объектов при определяющей роли функции по отношению к структуре;
- целостным подходом к анализу (расчленению, декомпозиции) и синтезу (воссоединению целого из частей) многоуровневых систем, общностью этих двух сторон познания;
- учётом вещественных, энергетических и информационных связей между элементами системы и взаимосвязью системы со средой;

Системный анализ и теория систем



- рассмотрением систем в развитии;
- единством философского и специального знания, проявляющегося в совместном использовании общих законов материального мира и закономерностей развития антропогенных систем.
- На основе *функционально-структурного подхода можно сделать, следующие заключения [7]:*
- Структура системы определяется совокупностью реализуемых функций данной системы.
- Между реализуемыми функциями и структурой системы не существует взаимно-однозначного соответствия (т. е. может быть несколько систем с одинаковыми функциями, но с различной структурой).
- Функционально-структурная организация системы адаптируется к изменяющимся условиям её существования. Изменение условий существования системы (внешней среды) вызывает изменение её функций и ведёт соответственно к изменениям структуры.
- Процесс эволюции систем формирует различные типы систем, функционально-структурная организация которых в возрастающей мере соответствует потребностям и условиям существования этих систем. Это многоциклоый спиральный процесс.

Системный анализ и теория систем



● 2.7. Критика функционализма и структурализма

-
- Нарушение предпочтения функции по отношению к структуре ведет к извращениям и крайностям в виде «функционализма» либо «структурализма».
- *Функционализм - утверждает первичность функции системы по отношению к ее структуре.*
- Идеи функционализма в архитектуре пропагандировал Ле Карбюзье, выдвигая тезис: «форму определяет функция». Он создал здесь своеобразный «международный» стиль, т. е. повсеместное, независимое от условий среды, климата и национальных традиций возведение целесообразных сооружений. Аналогичная ситуация имеет место в отношении строительной-дорожной техники, предназначенной для эксплуатации в суровых природно-климатических районах Сибири и Севера.
- Современный пример – «Булава».

Системный анализ и теория систем



- **Структурализм** - утверждает первичность структуры по отношению к функции.
- Если сначала определить структуру, а затем назначить функцию этой структуры, то противоречия между формой и содержанием обостряются. К сожалению, такие ошибки носят устойчивый характер, особенно в сфере организации управления. Вне зависимости от функции копируются и тиражируются структуры строительных трестов и других подразделений строительной индустрии во всех климатических районах страны.
- *Структурализм* – своеобразное «прокрустово ложе», в которое пытаются втиснуть предмет, и если он оказывается длиннее – его укорачивают, а если короче – вытягивают.
- Как функционализм, так и структурализм, нетрудно заметить, идут вразрез с системным
- подходом. Например, КИС может требовать перестройки структуры компании под себя.
- Такие недостатки, как «функционализм», «структурализм» выдвигают настоятельную необходимость разработки и использования функционально-структурного подхода, базирующегося на взаимозависимости функции и структуры в процессе развития систем.

Системный анализ и теория систем



- **2.8. Инструментарий функционально-структурного подхода**
- *Дерево функций системы* представляет собой декомпозицию ее функций и служит основой для формирования системы. Выделяются «функциональные модули». В структуре им соответствуют определенные «конструктивные модули».
- При формировании дерева функций системы необходимо располагать полнотой информации о её функциях (основных и дополнительных). Ни на одном уровне иерархии системы нельзя забывать ни об одной функции (в том числе психофизические, эргономические, экологические и др.). Надо выделить основную функцию и функции уровней.
- *Дерево противоречий системы* – отражает противоречия отдельных уровней функционально-структурной её организации. На каждом уровне существуют противоречия между функциями и структурной организацией, как противоречия между содержанием и формой, между состоянием определенного качества и сложностью структуры. Многоуровневая иерархическая система противоречий и есть дерево противоречий системы.
- Функциональные модули сложной системы формируют её концепцию в соответствии с деревом функций и деревом противоречий системы.

Системный анализ и теория систем



- **Конструктивные модули** – определяют и организуют морфологическую структуру системы на основе её функциональных модулей («морфология» - в переводе с греческого означает «форма» и «...логия»).
- Связь между функциональными и конструктивными модулями проявляется, как между функцией и структурой. Иными словами – система с определёнными функциональными модулями может быть реализована неоднозначно с помощью различных конструктивных модулей.
-
- **Алгоритм функционально-структурного подхода**
- В монографии [7] были выделены основные фазы эволюционного синтеза системы, сформулированные применительно к области интересов автора – электронным системам. Но, по сути, этот алгоритм применим к многим другим областям техники, в том числе и для активного поиска конструкторских решений.

Системный анализ и теория систем



- *Алгоритм сводится к последовательности операций:*
- 1. Анализ систем-прототипов включает: выяснение основных и дополнительных функций; построение обобщенного дерева функций; выявление базовых структур; анализ принципов технической реализации.
- 2. Исследование дерева противоречий системы включает: анализ «узких мест» систем-прототипов; выявление ограничивающих факторов; выявление основного противоречия системы; построение дерева противоречий системы, анализ дерева противоречий системы.
- 3. Формирование концепций системы включает: влияние способов преодоления противоречий системы; поиск альтернатив технической реализации системы; разработку технического задания на систему; определение совокупности показателей качества системы.
- 4. Формирование дерева функций системы включает: определение множества основных и дополнительных функций; определение числа уровней декомпозиции и декомпозицию функций системы; выявление набора типовых операторов; отображение функций предыдущего уровня на множество операторов; трансформацию дерева функций.

Системный анализ и теория систем



- 5. Формирование функциональной структуры системы включает: анализ методов аппаратной и программной реализации; разработку алгоритмов функционирования системы; анализ связей операторами различных уровней; построение временных диаграмм активности операторов соответствующего уровня; определение загрузки ресурсов подсистемы; эквивалентные преобразования операторов;
- 6. Выделение структур; выделение типовых функциональных подсистем.
- 7. Формирование морфологической структуры системы на основе конструктивных модулей включает: выбор технических средств для реализации системы; формирование таблиц соответствия функциональных модулей; формирование таблиц соответствия конструктивных модулей; обоснование разработки оригинальных технических средств; преобразование элементов (подсистем) функциональной структуры; покрытие функциональных подсистем конструктивными модулями; формирование конструктивных модулей высокого уровня; формирование альтернативных вариантов системы; анализ достоинств функционирования системы.
- 8. Оценка показателей качества и выбор окончательного варианта системы включает: выбор стратегии сравнительного анализа вариантов системы; выбор методики оценки показателей качества системы; анализ показателей качества системы; формирование Документации на систему. К этому необходимо добавить, что если полученные результаты неудовлетворительны, то необходим возврат к повторению этого алгоритма на новом витке развития (активного поиска).

Системный анализ и теория систем



- Вдумчивый конструктор, читая данный алгоритм, обратит внимание не только на важность и ответственность постановки проблемы и её поисковой формулировки, т. е. на работу, предшествующую использованию данного алгоритма, но и на этап формирования концепции системы как на коренной момент алгоритма. Нужно подчеркнуть следующее. В концепцию *создаваемой системы желательно закладывать такие прогрессивные идеи, которые обеспечивали бы повышение её эффективности в несколько раз*, т. е. создать запас, резерв возможностей. Тогда при решении последующих вопросов низкого уровня можно «пожертвовать» несколькими процентами из этого резерва эффективности, чтобы быстрее и с меньшими затратами осуществить практическую доводку и внедрение системы.
- Так вот, при формировании концепции системы на функциональном уровне надо заботиться о том, чтобы не потерять многообразные возможности структурной организации, т. е. здесь чётко должны реализовываться черты функционально-структурного подхода (одна и та же функция может быть реализована различными структурами).

Системный анализ и теория систем



- Алгоритм функционально-структурного подхода направлен на выявление (вскрытие) и преодоление *противоречий разных уровней*:
 1. Основное противоречие системы связано с постановкой проблемы. Оно вскрывается на основе анализа систем-прототипов и потребности, составляет основу дерева противоречий системы и далее просматривается от этапа формирования системы до оценки конечного результата. Если основное противоречие преодолено, то и проблема решена. Но относиться к этому надо диалектически, помня о том, что преодоление одних противоречий порождает другие, т. е. при решении одних проблем возникают другие, и опытный исследователь должен их видеть, предусмотреть и оценить заранее. Одним из примеров такого рода в строительной механике может служить противоречие между используемой моделью (расчетной схемой) и реальной системой. Это противоречие – неисчерпаемый источник развития механики.
 2. Противоречия структурного уровня проектирования (структурного синтеза системы) – это противоречие между функциональной полнотой и требованиями минимизации системы.
 3. Требования минимальной структуры – это стремление к системе из минимального числа элементов органической номенклатуры. Здесь возникает новое противоречие, связанное с проблемами унификации и типизации элементов, на которые расчленяется система.

Системный анализ и теория систем



4. Требования минимальной структуры – это стремление к системе из минимального числа элементов органической номенклатуры. Здесь возникает новое противоречие, связанное с проблемами унификации и типизации элементов, на которые расчленяется система. Какие и сколько элементов целесообразно унифицировать, чтобы из них синтезировать систему. В этой задаче необходимо учесть многие требования и ограничения технологии изготовления конструктивных элементов, удобству их транспортирования и монтажа, надёжности в процессе эксплуатации. Иными словами, мы всегда стремимся к тому, чтобы система была наиболее простой, но при этом наиболее полно удовлетворяла наши потребности.

5. Противоречия этапа логического проектирования связаны, с одной стороны, с непрерывным расширением функциональных возможностей системы (с эволюцией функций) и, с другой стороны, с числом элементов и количеством их типов, составляющих логическую структуру системы (с эволюцией технологии).

6. Основное противоречие этапа технического проектирования связано с функциональными возможностями разрабатываемых элементов и сложностью их структуры. Что выгоднее: синтезировать систему из большого числа простых элементов или небольшого числа сложных. Примером преодоления данного противоречия является разработка сборных сталежелезобетонных конструкций из унифицированных элементов для серии пролётов.

Системный анализ и теория систем



7. Основные противоречия этапа конструктивно-технологического проектирования возникают между функциональными возможностями блоков (конструктивных модулей) системы и конструктивно-технологическими ограничениями их реализации.

Системный анализ и теория систем



● Резюме.



1. В настоящее время строгого, единого определения для понятия «система» нет. *«Система - объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе»* – это нормативное понятие, которым возможно пользоваться в первом приближении.

2. *Системный подход (системный анализ)* позволяет реализовать непосредственный контакт, стыковку философских положений и методов (принципов) конкретных наук. Поэтому, когда математика неэффективна при анализе сложных систем, в ход вступает *системный подход*, под которым зачастую понимается *некоторая совокупность системных принципов*.

● Для того чтобы образовать систему следует:

- Разграничить её с внешней средой, исходя из функций системы, ограничений и связей с внешней средой;
- определить функцию системы и в соответствии с ней проверить систему на целостность;
- выявить структуру системы (функция может реализовываться различными структурами);
- установить внутренние законы, по которым система существует и развивается, и их связь с законами функционирования системного окружения (среды и подсистемы).

Системный анализ и теория систем



- Возможно практически проверить *является ли рассматриваемая система системой с точки зрения системного подхода. Для этого необходимо ответить на вопросы, последовательно раскрывающие функционирование и закономерности рассматриваемой системы.*
- *Единство и борьба противоположностей* (один из основных законов диалектики) *реализуется в системах взаимосвязью функций и структуры.* Функционально-структурный подход базируется на взаимозависимости функций и структуры в процессе развития системы при определяющей роли функции системы по отношению к её структуре.
-

Системный анализ и теория систем



● **Контрольные вопросы.**



1. Что вы понимаете под «понятием», «термином», «системой»?
2. Укажите правила восприятия научного произведения.
3. Укажите основные свойства системы.
4. Перечислите и дайте определение принципов системного подхода.
5. Охарактеризуйте каждый из рассмотренных в лекции системных принципов.
6. Выберите систему из той предметной области, которая наиболее Вам интересна (Пример: система «лизинг» из инновационного менеджмента, система «реклама» из маркетинга.). Образуйте систему в соответствии с практическими рекомендациями, данными в главе.
7. В чём выражен системный подход к «системе»?
8. Раскройте понятие «функционально-структурный подход».
9. Что такое «функционализм»?
10. Что такое «структурализм»?

Системный анализ и теория систем



● Литература.

- 1. А. В. Анисимов. Компьютерная лингвистика для всех: Мифы. Алгоритмы. Язык.
- 2. Ермак В. Д. Системы. Системные принципы. Системный подход.
<http://socionicasys.org/biblioteka/statji/sistemnij-podhod>