

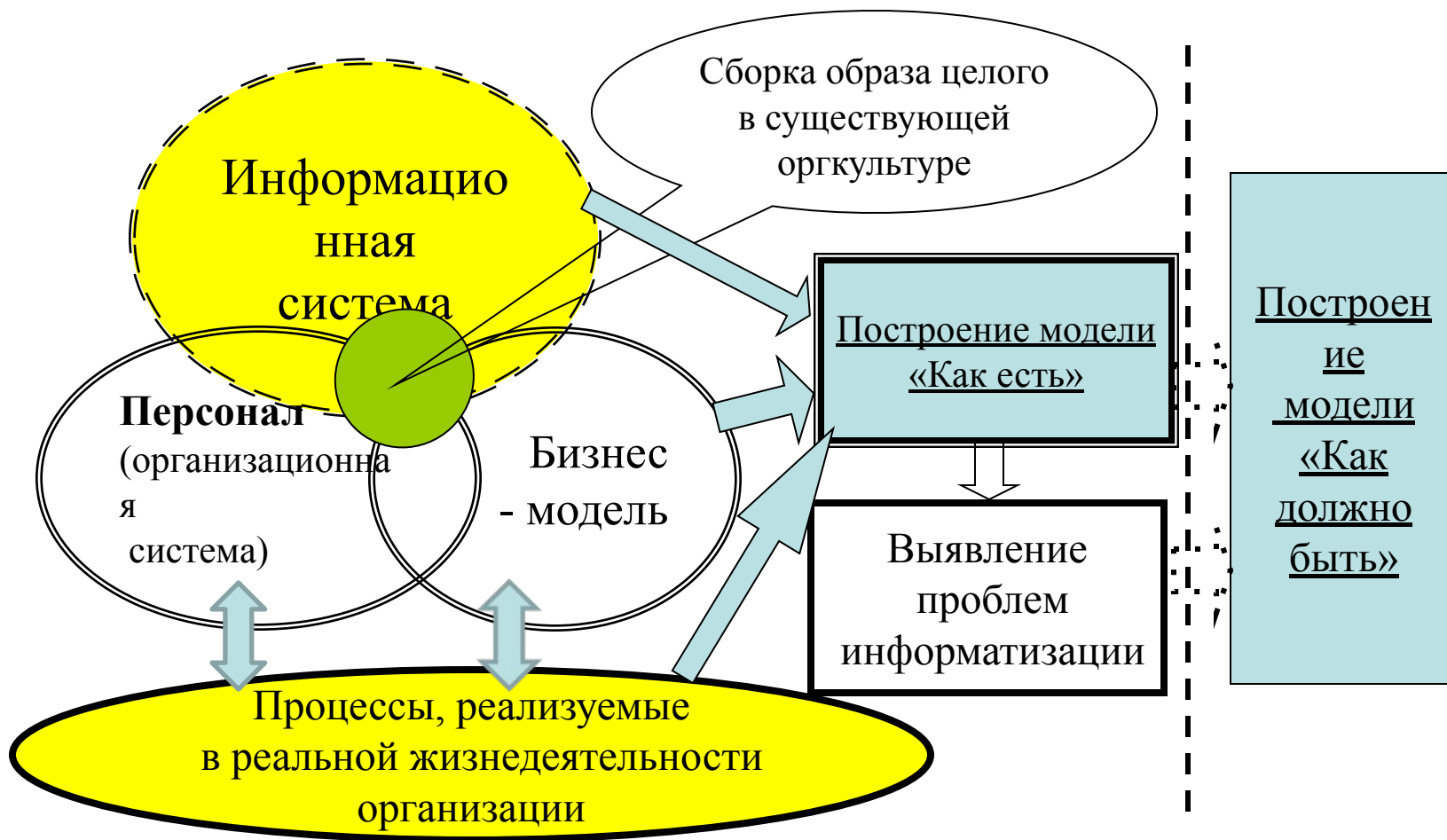
Основы теории систем

Зачем ИТ-специалисту теория систем?

Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются:

1. Вычислительные машины, комплексы, системы и сети.
2. Автоматизированные системы обработки информации и управления.
3. Системы автоматизированного проектирования и информационной поддержки жизненного цикла промышленных изделий.
4. Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем (программы, программные комплексы и системы).
5. Математическое, информационное, техническое, лингвистическое. Программное, эргономическое, организационное и правовое обеспечение перечисленных систем.

Актуализация в рамках существующей организации проблемы создания или развития автоматизированной информационной системы



Компетенции (роли) специалиста в области ИТ

- Роль руководителя команды, осуществляющей проектирование ИС.
- Роль аналитика (анализ информации для формирования требований в АИС).
- Роль эксперта (организация экспертизы).
- Роль инженера (получение проектных данных, обеспечивающих пользователям выполнение рабочих заданий и трансформация их в проектные решения).
- Роль проектировщика (проектирование системы с учетом человеческого фактора и стандартов).
- Роль специалиста по полевым методам (работа непосредственно с реальными или потенциальными пользователями).
- Роль технического писателя: разработка проектной документации (руководств, стандартов проектирования и т.д.); разработка пользовательской документации (руководств пользователя, глоссариев, учебных пособий и т.д.).
- Роль тестировщика (организация юзабилити-тестирования и трансформация результатов в проектные решения).
- Роль дизайнера пользовательского интерфейса (разработка концептуальных и детальных прототипов Пользовательского Интерфейса, стиля и элементов дизайна).
- Роль специалиста по обучению пользователей (разработка учебного курса, организация процесса обучения)

Какова же реальность?

1. Специалисты в области ИТ (разработке АИС) в процессе обучения получают определенное представление о деятельности персонала организации. Это представление зачастую фрагментарно, поверхностно и основывается на использовании механистического или кибернетического взгляда на понимание природы деятельности человека.
2. Работая в организациях, занятых разработкой и внедрением информационных технологий, они, в лучшем случае, осваивают небольшой набор знаний об организационном поведении, практически не затрагивая методологические знания, касающиеся исследования организаций как специфического рода объектов.
3. Для любой организации определяющим фактором её существования или разрушения являются **знания сотрудников** и способность их получения.
 - Знания сотрудников, в отличие от физического труда, – это специфический ресурс, которым обладает человек. Физический труд может со временем быть полностью автоматизирован.
 - Знание сотрудников – это способность применять информацию в конкретной сфере деятельности – управленческой, коммуникационной и т.д.
 - Знания сотрудников эффективны только в той мере, в какой они вносят вклад в жизнедеятельность организации как внутри, так и за ее пределами.
 - Любое знание неизбежно устаревает. Оно должно постоянно обновляться, иногда усваиваться заново.

Приступая к изучению предметной области, необходимо стремится взглянуть на нее с разных точек зрения, подойти с различных позиций, попытаться схватить суть целого, понять организацию знаний об исследуемой реальности.

Пример отсутствия системного понимания реальности

«Развитое станкостроение и сегодня признается экспертами одним из важнейших показателей высокого экономического статуса государства».

1991 год. СССР. 3 место в мировом рейтинге стран по выпуску станков. Это важнейшая отрасль, работающая на экспорт. В ФРГ эксплуатировались около 36 тыс. советских станков. На выставке в Париже представлены 49 новых станков, которые все были куплены.

Ежегодный выпуск 28 тыс. станков с Числовым Программным Управлением (ЧПУ); 5.5 тыс. обрабатывающих центров и гибких производственных модулей; 73 тыс. металлорежущих станков; 45 тыс. единиц кузнечно-прессового оборудования.

1992 год. Е.Т.Гайдар (премьер-министр). Ответ на представленный ему министром (еще Советским) план сохранения станкостроения «Ваши станки – дерьмо, никому не нужны; что надо – будем покупать за границей».

2010 год. Россия. Полностью уничтожены 42 станкостроительных предприятия.

Основные производственные фонды в машиностроении морально и физически устарели. 2/3 оборудования отработало по два срока (т.е. 200% износа).

Россия импортирует станков в три раза больше, чем производит сама (из Китая 80% из Таиланда 5-7%).

Произведено: станки с ЧПУ – чуть более 100 штук; 2 тыс. металлорежущих станков; 1.9 тыс. единиц кузнечно-прессового оборудования.

Пример

Пороки в традиционном принятии решений

По статистике в практике управления реализуется не более 60% от принятых решений.

Среди причин невыполнения принятых решений:

- около 40 % составляют непредвиденные явления, которые не попали в зону внимания при принятии решений.
- 33 % решений имели порок самого решения, который не позволял его выполнять.
- 27% решений не выполнялись из-за исполнительской дисциплины, что тоже вытекает из пороков самого решения.

А. Пригожин в своей книге «Дезорганизация» приводит следующий перечень (в порядке убывания) пороков в традиционном принятии решений :

1. Случаи отсутствия материалов, документов и других необходимых условий выполнения решений, возможность и необходимость которых можно было предвидеть (38%).
2. Задания, содержащиеся в решениях, оказались непродуманными с точки зрения их производственной, технологической, экономической и прочих целесообразностей. (15%)
3. В решениях отсутствовало предвидение необходимости конкретных условий выполнения определенных действий и операций. (13 %)
4. Задания давались исполнителям «не по адресу». (10 %)
5. Решения не учитывали фактор времени и загруженность исполнителей и поэтому отодвигались на неопределенное время. (8 %)
6. Решения содержали множество неопределенных заданий и работ (типа «принять меры», «усилить», «обратить внимание» и пр.) (8%)
7. Решения были ориентированы на нереальные сроки (7%)

Какой вывод следует сделать из этого?

Вывод:

Всякое действительно сложное явление требует разностороннего, многопланового описания, рассмотрения с различных точек зрения. Только совместное (агрегированное) описание в терминах нескольких качественно различающихся языков позволяет охарактеризовать явление с достаточной полнотой.

В реальной жизни не бывает проблем чисто физических, химических, экономических, общественных или даже системных — эти термины обозначают не саму проблему, а выбранную точку зрения на нее

Тема 1

1. Работа с понятиями
2. Схематичное представление картины мира (порядка)
3. Понятие системы
4. Предмет курса

При установлении порядка появились имена. Поскольку возникли имена, нужно знать предел их употребления. Знание предела позволяет избавиться от опасности.

Лао Цзы

Схема определения понятий



Явление, реальность, объект - то, что обозначается термином (словом) при попытках что-либо объяснить.

Феномен - термин, *используемый в процессе научного исследования* для обозначения данности, объективности, наличия чего-либо.

Понятие - *некая абстракция*, имеющая для своего содержания объективную основу в виде общих характерных свойств у конкретных реально существующих объектов данного класса.

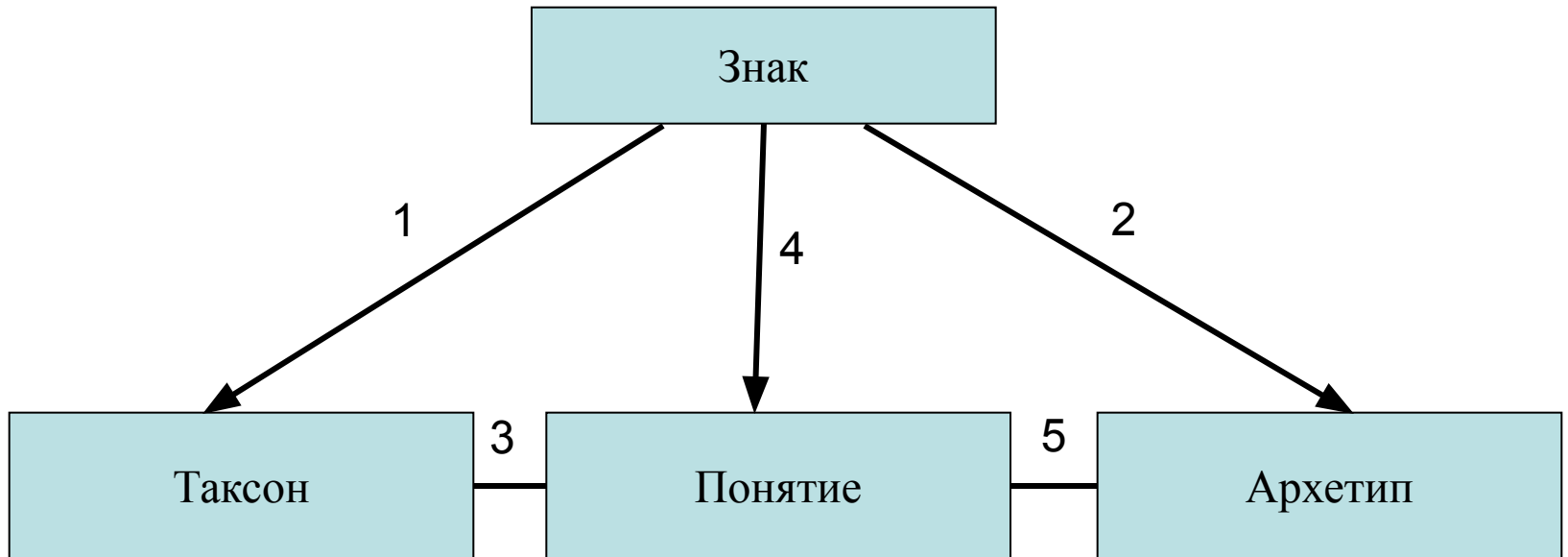
Определение - краткая по форме, но целостная характеристика понятия, в сжатом виде выражающая его содержание. Определения одного и того же понятия могут опираться на разные признаки явления, следовательно определений одного и того же понятия объективно может быть много.

Термин - словесное обозначение понятия, его символ. О терминах не спорят (спорят об определяемых явлениях), о терминах договариваются.

Принцип научного исследования:

Интуитивное толкование терминов недопустимо

Характеристика понятия



Знаковые системы

Таксон – это естественное множество или совокупность предметов одинаковой природы.

Архетип – это идея (план) строения всех объектов таксона (некоторое множество характерных частей, образующее целостную структуру).

На схеме:

- 1 – знак указывает класс обозначаемых объектов (денотатов), которые образуют таксон.
- 2 – смысл знака выражается архетипом таксона.
- 3 – таксон характеризует совокупность предметов одинаковой природы.
- 4 – знак является именем понятия.
- 5 – архетип характеризует содержание понятия.

Знак — материально-идеальная сущность, посредством которой узнается что-то новое, лежащее за пределами его внешней формы.

Знаковая система — совокупность знаков, образующих единство на основании внутренних отношений между ними и используемых в определенной сфере человеческой деятельности

Знаковые отношения:

- вещь, выступающая в качестве знака;
- указание на нечто другое;
- интерпретация (толкование).

Классификация знаков в семиотике:

Иконические знаки - знаки-образы, внешний вид которых отражает облик обозначаемых ими вещей. Как правило, они создаются искусственно, хотя изредка могут использоваться естественные объекты, если они похожи на предмет, который им хотят обозначить. Так, в музыке имитируются гром, морские волны и т.п.; в этом случае знаки схожи с обозначаемыми предметами по материалу. Художественные образы, созданные писателями, художниками или скульпторами, очень точно описывают людей, животных или события, хотя они в большей или меньшей степени условны.

Конвенциональные (условные) знаки - искусственно созданные знаки, которым люди договорились приписывать определенное значение.

Могут быть совсем не похожи предмет, который обозначают (хотя это и не исключено). Например: школьный звонок, красный крест на машине «скорой помощи», «зебра» на пешеходном переходе и др.

Существует три основных вида конвенциональных знаков — *сигналы, индексы и символы.*

Сигналы - знаки извещения или предупреждения (например цвета светофора).

Индексы - условные обозначения предметов или ситуаций, имеющие компактный вид и применяемые для того, чтобы выделить эти предметы и ситуации из ряда других. Иногда (но необязательно) их стараются подбирать так, чтобы их внешний вид подсказывал, что они обозначают, например показания приборов, условные значки в схемах, на графиках и т.д.

Символы — знаки, не только указывающие на некоторый объект, но и несущие в себе добавочный смысл. Значения символов указывают на значимость, ценность этих явлений как для отдельного человека (индивидуальные символы), так для малых и больших групп людей, народов, государства, человечества в целом, в отличие от любых других знаков, значения которых относятся либо к предметам физического мира, либо к явлениям психической и духовной жизни (понятия, представления, чувства и т.п.). Примерами символов являются государственные гербы, флаги, гимны - символические знаки достоинства государств.

Символы имеют не только конвенциональный, но и иконический характер. Означающая сторона символа всегда каким-то образом связана с тем, что она обозначает, имеет с ним какое-то сходство, иногда очень опосредованное, ассоциативное.

Например, весы могут быть символом справедливости, так как содержат идею равновесия.

В зависимости от характера ценностного значения выделяют различные виды символов:

- исторические (Бородинское поле как символ славы русского оружия);
- религиозные (крест, иконы);
- мифологические (Гея — Земля, Кронос — время и т.д.);
- идеологические и пропагандистские (программы, конституции, лозунги);
- нравственные (белый цвет — чистота);
- художественные (произведения искусства).

Виды знаковых систем

Первичные — образованные предметами, явлениями, свойствами окружающей действительности. / *Вторичные* — отражение внешней действительности посредством человеческого сознания.

Искусственные / Естественные.

Детерминированные (элементы взаимодействуют строго определенным и однозначным образом) / *Вероятностные* (нежесткий порядок следования элементов).

Одномерные (составлены однородными элементами) / *Многомерные* (неоднородными).

Динамические (подвижные) / *Статические* (неподвижные).

Язык — вторичная естественная вероятностная многомерная динамическая знаковая система.

Свойства языкового знака

1. Обладает *относительно условной связью* с реальными вещами и со свойствами этих вещей. Звуковая сторона знака *относительно условно связана* со смысловой.
2. Способен вступать в линейные отношения в составе более сложного знака.
3. Способен вступать в линейные, пространственные и временные отношения в составе речевой цепи.
4. Связан с другими знаками отношениями одновременности в сознании носителя языка.
5. Обладает устойчивостью в силу традиции, необходимой обществу.
6. Изменчив во времени в силу изменения условий его применения.
7. Звуковая и смысловая стороны языка в их изменении относительно независимы друг от друга. Один знак языка обязательно связан или соотнесен с другими знаками.
8. Знаковая система языка встроена в систему сознания и через него связана и соотнесена с системой социальной жизни людей.
9. Языковые знаки функционируют и развиваются в пределах свойств своей системы и под давлением связей с системами сознания и социальной жизни людей.

Основные типы ресурсов в природе и в обществе.

Вещество. Вещество выступает как отражение постоянства материи в природе, как мера однородности материи. Понятие материи, вещества: проявление вещественности осязаемой природы.

Пространство. Мера протяженности материи (события), распределения ее (его) в окружающей среде. Понятие пространства: проявление неоднородности материи, т.е. наличия обособленных объектов, их размеров и расстояния между ними.

Время. Мера обратимости (необратимости) материи, событий. Время неразрывно связано с изменениями действительности. Понятия движения и времени: проявление происходящих изменений в мире.

Энергия. Энергия выступает как отражение изменчивости материи, переходов из одного вида в другой, как мера необратимости материи. Понятие сил, полей, энергии: выяснение того, что в мире всё взаимосвязано, взаимодействует и взаимозависит между собой.

Информация. Информация выступает как отражение порядка, структурированности материи, как мера порядка, самоорганизации материи (и социума). Сейчас этим понятием мы зачастую обозначаем некоторые сообщения.

Организация (или организованность) выступает как форма ресурсов в социуме, группе, которая определяет его структуру, включая институты человеческого общества, его надстройки, применяется как мера упорядоченности ресурсов. Организация системы определяется причинно-следственными связями в материи и социуме. Понятие структуры, организации и сложности: выяснение того, что через связи между объектами происходит обмен различными ресурсами (веществом, энергией и информацией.)

Человек. Выступает как носитель интеллекта высшего уровня и рассматривается как мера разума, интеллекта и целенаправленного действия, мера социального начала, высшей формы отражения материи (сознания).



Понятие системы: выяснение того, что совокупность структурно связанных объектов (как целое!) обладает качественно новыми (синтетическими) свойствами, которых нет ни у одной из частей.

Пример.

Рассмотрим простую задачу – пойти на занятия в университет.

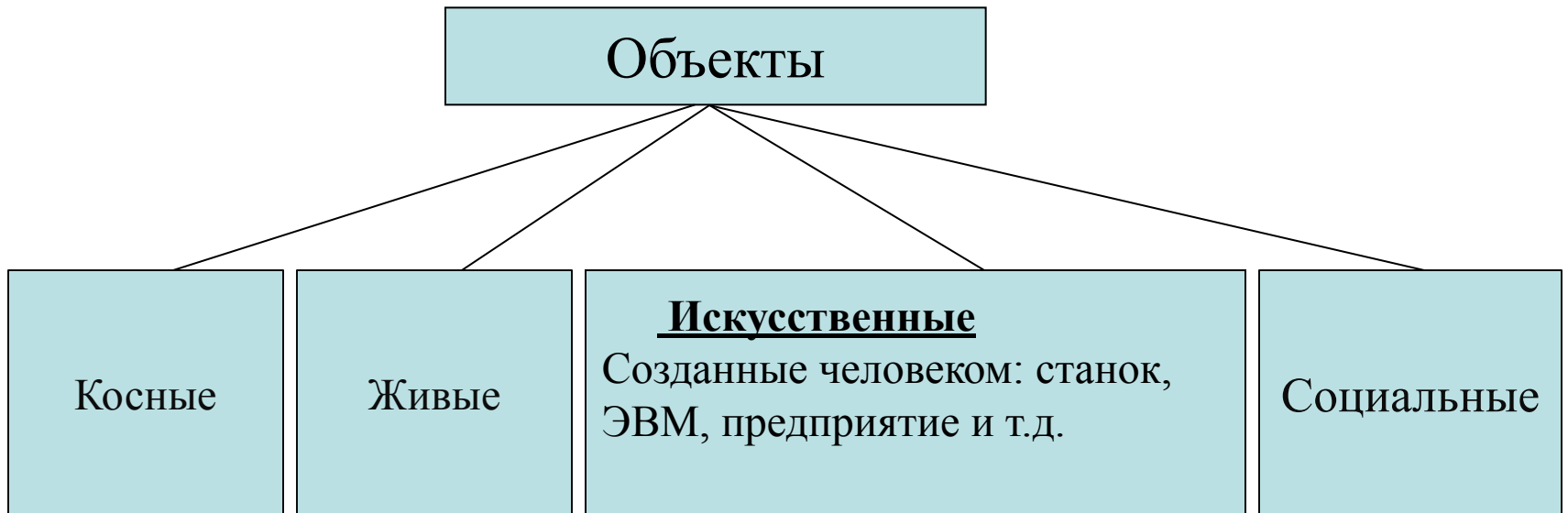
Эта задача имеет все аспекты:

- материальный, физический аспект - необходимо переместить некоторую массу, например, учебников и тетрадей на нужное расстояние;
- энергетический аспект - необходимо иметь и затратить конкретное количество энергии на перемещение;
- информационный аспект - необходима информация о маршруте движения, месторасположении корпуса и аудитории вуза. Информацию нужно обрабатывать по пути своего движения;
- человеческий аспект - перемещение, например, передвижение в автобусе невозможно без человека - без водителя автобуса;
- организационный аспект - необходимо наличие транспортной инфраструктуры: маршруты, остановки и т.д.;
- пространственный аспект - перемещение на определенное расстояние;
- временной аспект - на данное перемещение будет затрачено время (за которое произойдут соответствующие необратимые изменения в среде, в отношениях, в связях).

Объекты исследования

Объект – часть мира, выделенная как единое целое в определенном отрезке времени.

Разделение объектов по их природе

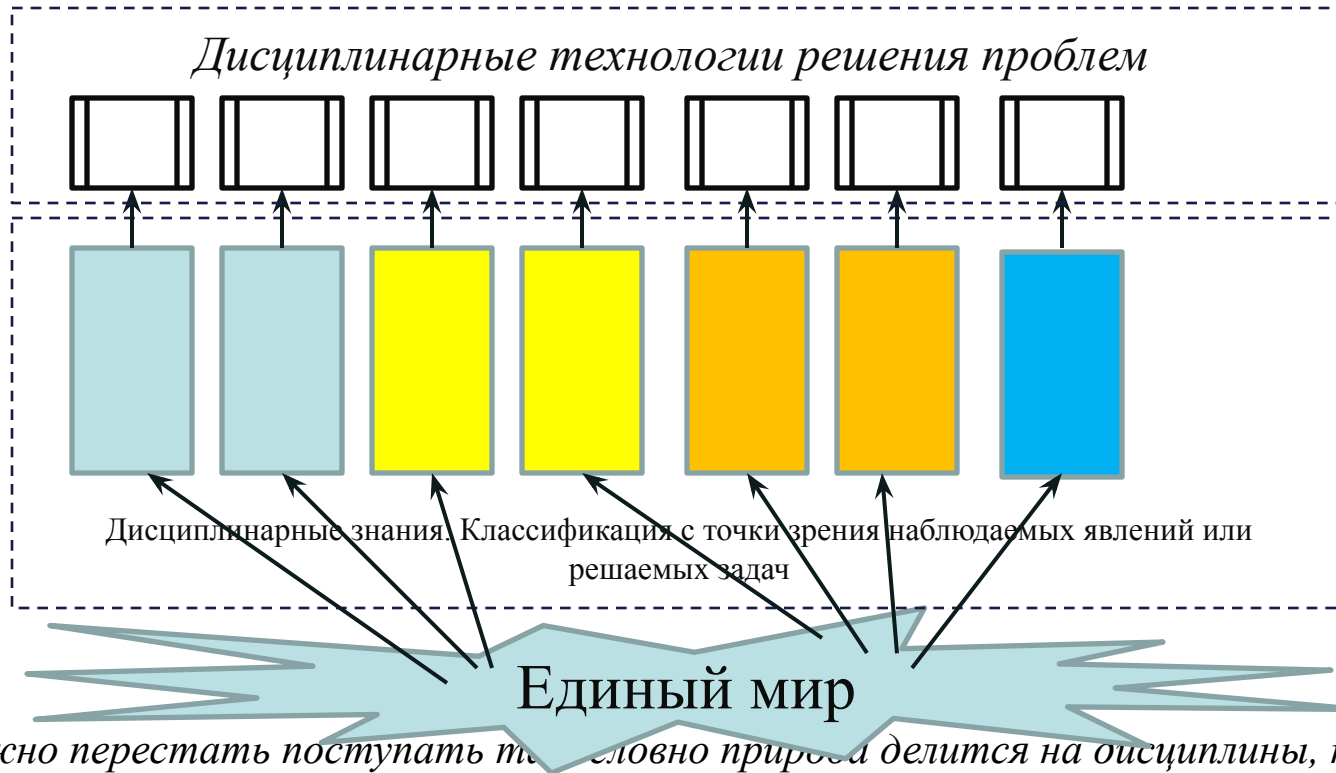


Свойства объектов исследования (познания)

	Уникальные свойства	Типические свойства
Стабильные	Необходимо исследовать	Есть научные знания
Переменные		

Дополнительные знания, получаемые в результате системного анализа решения проблем при взаимодействии с конкретным объектом

Традиционный подход к познанию реальности при решении проблем



*Нужно перестать поступать так, словно природа делится на дисциплины, как в университетах. **Р.Акофф***

*Мир по большей части не делится на системы, подсистемы, среду и т.д. Мы сами его так подразделяем, исходя из разных соображений, обычно сводящихся к одному: для удобства. **Дж.Гоген, Ф. Варела***

Понятие позиции исследователя

Необходима осторожность в обращении с основополагающими понятиями (терминами) теорий (научных дисциплин), которые используются и в обыденной речи и в рамках теории:

1. Существуют научные школы, которые характеризуются позицией исследователей при анализе определенного класса объектов и предметов исследования (объект и предмет в науке разделяются). Позиции определяются используемыми ими методологическими принципами и методами исследования при исследовании конкретных феноменов (объектов, явлений).
2. Одни и те же термины могут обозначать разные явления или разные взгляды на явление в научных школах.
3. Может оказаться, что при использовании научных терминов исследователь наделяет их обыденным смысловым содержанием или же они строго не определены.

(Например: знания, организация, информация, данные и т.д.)

Понятие системы

Термин «система» используется в столь многочисленных смыслах и значениях, что велика опасность упустить существенное содержание этого понятия

Под системой в литературе понимается :

- комплекс элементов, находящихся во взаимодействии. (Л. Берталанфи),
- нечто такое, что может изменяться с течением времени», «любая совокупность переменных..., свойственных реальной машине. (Росс Эшби У);
- множество элементов с отношениями между ними и между их атрибутами. (Холл А., Фейджин Р);
- совокупность элементов, организованных таким образом, что изменение, исключение или введение нового элемента закономерно отражаются на остальных элементах. (Топоров В. Н.);
- совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой определенным образом и образующих некоторое целостное единство (Философский словарь).

Понятие системы (продолжение)

- взаимосвязь самых различных элементов. Все, состоящее из связанных друг с другом частей. (Бир Ст.);
- формальная взаимосвязь между наблюдаемыми признаками и свойствами (Месарович М., Такахара Я.);
- отображение входов и состояний объекта в выходах объекта. (Месарович М.);
- объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе (БСЭ. Т. 39. С. 158).

Обратите внимание на следующие определения!

- *специальный способ организации знаний о реальности, специально рассчитанный на наиболее эффективное использование этих знаний для осуществления некоторого целенаправленного взаимодействия с реальностью (Емельянов, Наппельбаум).*
- *способ организации знания о реальности, при котором декларативная, процедурная и культурная составляющие, а также целостные представления о ней внутренне согласованы между собой (Емельянов, Наппельбаум).*

Понятие системы (продолжение)

- *целостность, определяемая некоторой организующей общностью этого целого. Существует два пути проявления целостности в объекте, делающие объект системным: внутренний и внешний. (Шрейдер, Шаров с. 68).*

Суть внутреннего способа проявления целостности:

- исходная целостность мыслится как нерасчлененная, а присущая ей организация позволяет выделять в ней естественные компоненты, которые сами могут рассматриваться как подсистемы;
- при этом, система это не модель и даже не множество, но может быть представлена как модель, базовым множеством которой является множество компонентов, возникающих в данном членении.
- базовое множество не строится из заранее заданных элементов, а, наоборот, его элементы (компоненты) формируются в процессе описания (исследования) системы.

Суть внешнего проявления целостности:

- целостность системы мыслится как возможность естественного объединения в классы заранее имеющихся объектов.
- общность объектов состоит в наличии у них единой природы, позволяющей естественным образом сопоставлять между собой эти объекты и образовывать из них естественные классы.

Любая попытка обобщить все или только все основные значения термина «система» с неизбежностью приводят к тому, что под системой начинают понимать все что угодно.

Выход?

СИСТЕМНОСТЬ (как всеобщее свойство материи)

СИСТЕМНОСТЬ Практической деятельности

- Целенаправленность деятельности
- Алгоритмичность деятельности
- Системность результатов деятельности

СИСТЕМНОСТЬ Познавательной деятельности

- Анализ и синтез
- Диалектика как метод
- Системность результатов познания

СИСТЕМНОСТЬ Среды, окружающей человека

- Естественная системность природы
- Системность человеческого общества
- Системность взаимодействия человека со средой

Системность можно рассматривать как форму существования материи. Известные формы существования (время, пространство, движение, структурированность) представляют собой частные проявления, аспекты системности мира.

Следует помнить, что системные исследования это научное направление находящееся в становлении и непрерывном развитии.

Предмет курса (Подход 1)

Изучение множества систем знаний, полученных (накопленных) при попытках определить «единство в сложном»:

- «Тектология» А.Богданова
- «Системное мировоззрение» Л.Берталанфи
- «Системная идеология» М.Месаровича
- «Системный подход» Р.Акоффа
- «Сложные или большие системы» У.Рос Эшби
- «Кибернетика» Н Винера
- «Теория сложных систем» Н.П.Бусленко
- «Системология» В.Глушкова
- «Активные системы» В.Н.Буркова и т.д.

Предмет курса (Подход 1)

Основные дисциплины системных исследований:

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



Системология, системный подход и теория систем чаще пользуются философскими понятиями и качественными представлениями.

Системный анализ использует примерно в одинаковых пропорциях философско-методологические представления (теоретический СА) и формализованные методы и модели специальных дисциплин (прикладной СА). Исследование операций, системотехника, кибернетика имеют развитый формальный аппарат, но не имеют средств качественного анализа и постановки сложных задач с большой неопределенностью и с активными элементами.

Предмет курса (Подход 2)

Суть его в том, чтобы сначала качественно определить "границы поля" (предмет дисциплины), т.е. разобраться с основными системными понятиями и их применением на практике.

Это позволит:

1. Понимать общность в системных исследованиях объектов различной природы: косной, живой, искусственной, социальной.
2. Понимать различие и общность в исследовании технических, эргатических (человеко-машинных) и организационных систем.

Для ИТ-специалиста важно:

1. Определить место системных исследований в его профессиональной деятельности.
2. Понимать место накопленных дисциплинарных знаний (о методах и языках моделирования систем) при исследовании систем различных классов.
3. Выделить набор системных принципов ("системных клише") для дальнейшего практического применения при решении конкретных проблем.

ИТ-специалист должен понимать природу интеллектуальной организации, то есть уметь осуществлять *«сборку модели контекста при проектировании информационной системы»*.

Для этого он должен:

1. Владеть базовыми системными понятиями (реальность, проблема, система, модель, моделирование, управление) для правильного использования их при взаимодействии с объектами реальности различной природы и с субъектами организаций.
2. Уметь представлять отдельные аспекты реальности и разворачивать описание объекта вглубь (с целью познания природы объекта) на основе системного подхода. Глубина описания ограничивается целью (или целями) проведения конкретного исследования, конкретным исследователем в конкретных условиях.
3. Использовать концептуальные знания и детальные (операциональные) модели, которые осваиваются в рамках множества других дисциплин (учебных курсов), на различных уровнях системного описания реальности.
4. Уметь исследовать объект с разных точек зрения, подойти с различных позиций, попытаться ухватить суть целого. Объект системного исследования должен быть рассмотрен в нескольких функциональных пространствах, которые следует согласовать между собой в некотором "надпространстве", обладающем большей общностью.

Тема 2

Моделирование – инфраструктура взаимодействия человека с реальностью

1. Представление цикла познания субъектом реальности
2. Модель системы типа «Чёрный ящик»
3. Схема системы «моделирование»
4. Модель - упрощенное целевое отображение оригинала
5. Типы моделей
6. Модель состава системы
7. Модель структуры системы
8. Базовые топологии структур.
9. Модель и метод «чёрного ящика».
10. Структурная схема системы.
11. Понятие и классификация связей.
12. Методы моделирования систем.
13. Понятие и классификация знаний.

14. Аналитические и синтетические свойства системы.
15. Основные синтетические свойства:
 - эмерджентность;
 - ингерентность;
 - целесообразность и т.д.
16. Процесс «сборки». Явление редукционизма.
17. Физикализм, как разновидность редукционизма. Принципы физикалистского описания объектов:
 - принцип локального эксперимента;
 - принцип Родена.
18. Проблема механизма сборки.
19. Системный подход. Принципы.
20. Специфика объектов системного анализа.

Представление цикла познания субъектом реальности

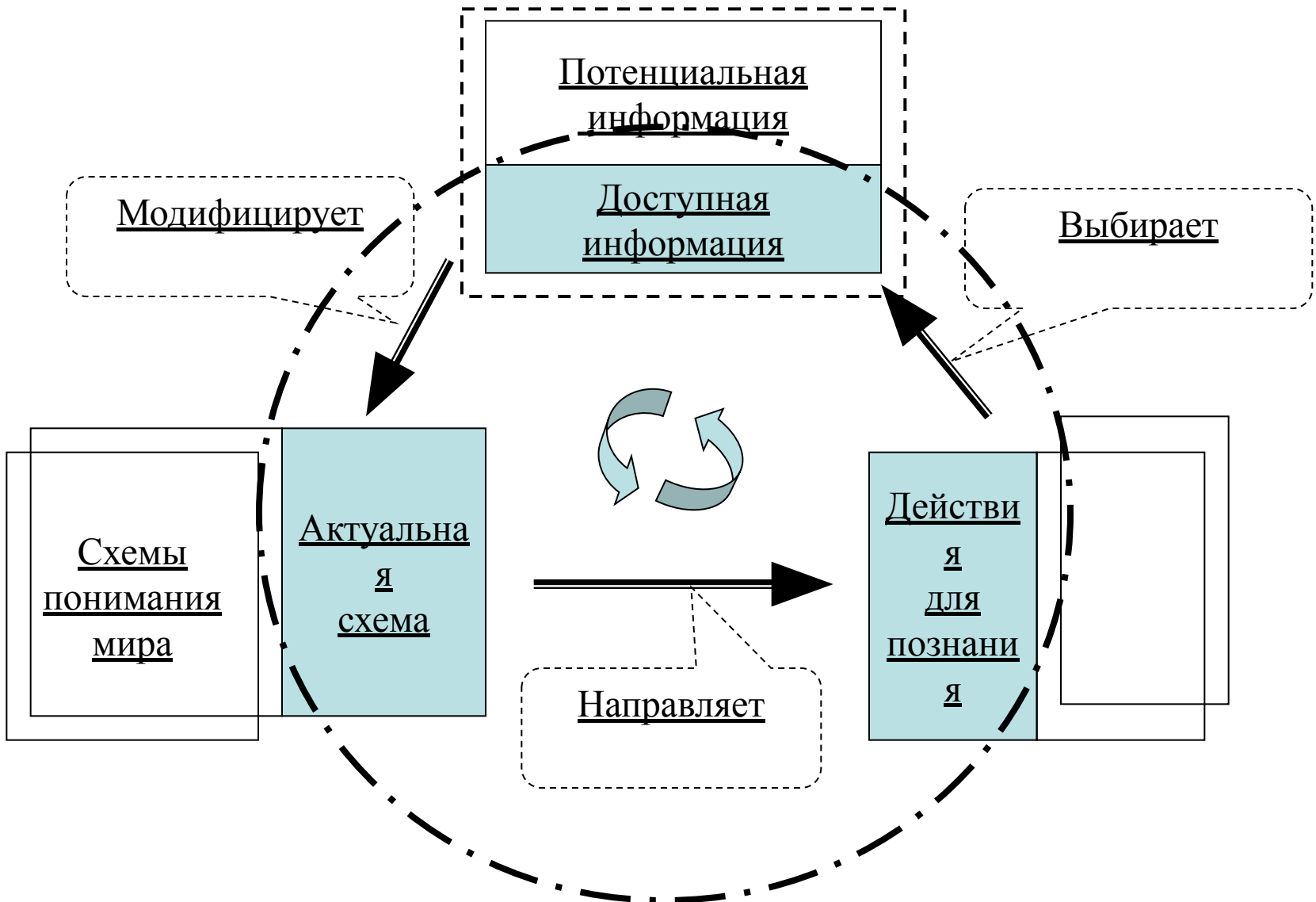
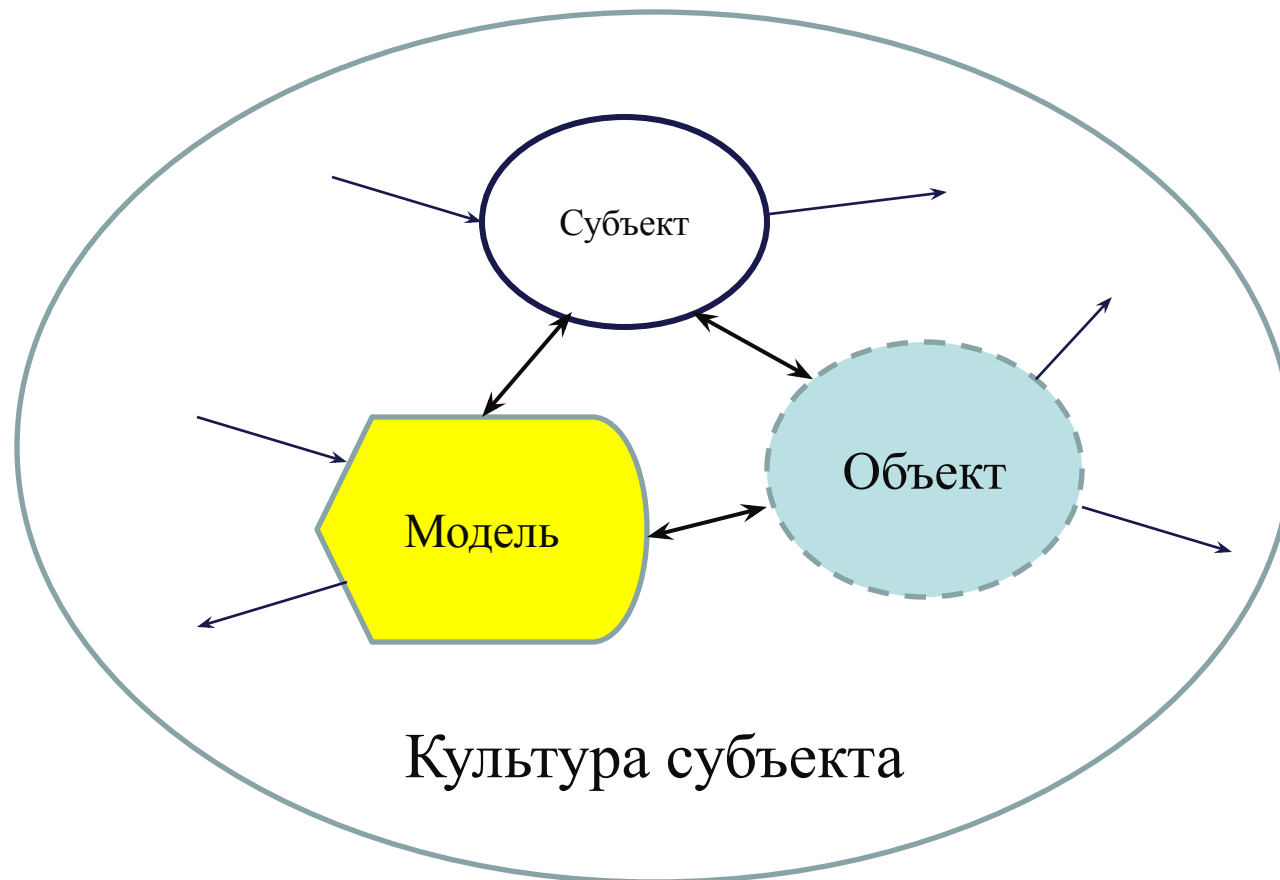


Схема системы «моделирование»



Модель - упрощенное целевое отображение оригинала

1. Моделировать приходится многообразные аспекты окружающей нас реальности, которая бесконечна во всех своих проявлениях.
2. Моделировать приходится каждый объект внимания субъекта, а объекты все разные. Объект необходимо выделить из среды, т.е. задать (установить) его границы.
3. Моделировать объект необходимо для определенной цели. Для разных целей требуются разные модели одного и того же объекта.
4. Разной может потребоваться степень подробности описания внутреннего разнообразия объекта.
5. Разным может быть необходимый уровень детализации внешних связей объекта.
6. Моделирующим субъектом может быть как отдельная личность так и любая группа людей, занятых совместной деятельностью.
7. Принципиально невозможно построить модель, пригодную для всех случаев жизни.

Вопрос: Как действующим субъектам ставить и достигать цели в такой ситуации?

Ответ на вопрос:

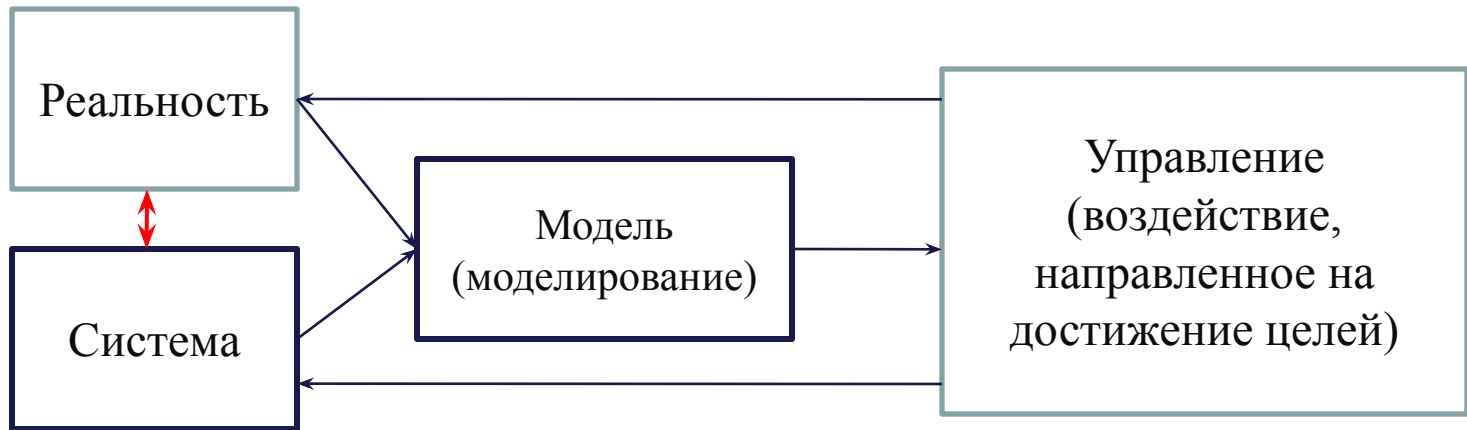
Мы вынуждены действовать, основываясь на конечном объеме информации о бесконечной реальности. Нужные для деятельности сведения (с точки зрения субъекта) мы упаковываем в модели.

Таким образом, модель по своей сути есть:

- целевое (*предназначено для достижения субъектом определенной цели*);
- мысленное или реальное (*вещественное*);
- упрощенное (*приблизительное, огрубленное*);
- имеющее как истинное, так и ложное содержание;
- значимое лишь в контексте культуры субъекта;
- имеющее определенную степень адекватности, отображение оригинала

Выводы

1. Понятие модели характеризует приблизительное, конечное отображение бесконечной реальности.
2. Понятие системы, как и любая модель, также характеризует приблизительное, конечное отображение бесконечной реальности.
3. При построении модели любой системы мы включаем в модель только описания тех из бесчисленных компонент реальности (системы), которые считаем существенными и которые нам известны.
4. Важно для себя определиться с комплексом понятий:



5. Познать - это значит суметь понять закономерности тех или иных явлений, процессов, т.е. создать модель изучаемого явления. Термин "модель" ведет свое происхождение от латинского *modulus* (мера, мерило, образец, норма).

6. Но термин "модель« - в широком понимании - используется в прямо противоположных смыслах. Им обозначают:

а) образ (в том числе мысленный) интересующего исследователя объекта. Модель, по своей сути, отражает выявленную организацию объекта (системность объекта).

б) прообраз некоторого объекта или системы объектов. Модель, по своей сути, отражает то, что используется для организации реальности (план, проект будущей или возможной организации реальности и т.д.).

7. Мы в дальнейшем используем понимание термина "модель", принятое в моделировании. **Моделирование** – это исследование объектов познания не непосредственно, а косвенным путем, при помощи анализа некоторых других вспомогательных объектов, называемых моделями.

8.1. **Модель** — это такой материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе познания (изучения) замещает объект-оригинал, сохраняя важные для данного исследования типичные его черты.

8.2. Объект «А» является моделью «В», если «А» отвечает на вопросы относительно «В» с заданной точностью.

Уровни моделирования в познании

Познание является многоэтапным процессом извлечения информации из первичных данных, получаемых в процессе прямого взаимодействия с изучаемым феноменом (явлением, объектом, процессом). На каждом этапе из исходных данных извлекаются те сведения, которые необходимы для определенной цели. Эти сведения «упаковываются» в подходящую для этой цели модель.

В этом смысле:

1. Образование, по сути, есть обучение моделированию.
2. Процесс познания - это иерархическая система актуализации информации, в которой знания на каждом следующем уровне иерархии являются интегральным результатом актуализации знаний на предыдущем уровне.
3. То, чему можно обучиться, разделяется на пять существенно неравноценных классов: данные, информация, знание, понимание, мудрость [Акофф Р., Гринберг Д. Преобразование образования. – Томск, Изд-во ТГУ, 2009].
4. На каждом уровне происходит построение следующей новой модели, последовательное углубление переработки исходной эмпирической информации (данных).

«Пирамида» познания (Р. Акоффа)

Мудрость.

Зачем? Мораль, эстетика. Этика, идеология

Понимание.

Почему? Объяснение связей.

Знание

Как? Обнаружение связей. Модель структуры.

Информация

Что? Кто? Когда? Где? Классификация. Модель состава.

Данные

Опыт Наблюдение Эксперимент Измерение

- **Данные** - синтаксические сигналы, образы, актуализируемые с помощью некоторого источника данных. Они рассматриваются безотносительно к их семантическому смыслу.
- **Данные** – это результаты экспериментов, наблюдений или измерений, получаемые в результате взаимодействия исследователя с определенным явлением реальности.

Результаты фиксируются в виде некоторой модели (таблицы измерений «объект - свойство», протокола эксперимента и т.д.). В полученных данных содержится **всё**, что удалось узнать об исследуемой сущности. Но для этого необходимо преобразовать данные в нужные модели познаваемой сущности.

Понятие информации

Понятие информации - одно из ключевых понятий в системном анализе, информатике, кибернетике, и др. В то же время, это понятие - плохо формализуемое, из-за его всеобщности, объемности, расплывчатости. и трактуется как:

- любая сущность, которая вызывает изменения в некоторой информационно-логической (инфологической - состоящей из сообщений, данных, знаний, абстракций, структурных схем и т.д.) модели, представляющей систему [системный анализ];
- сообщения, полученные системой от внешнего мира в процессе адаптивного управления, приспособления [теория управления, кибернетика];
- отражение меры хаоса в системе [термодинамика];
- связи и отношения, устраняющие неопределенность в системе [теория информации];
- вероятность выбора в системе [теория вероятностей];
- отражение и передача разнообразия в системе [физиология, биокибернетика];
- отражение материи, атрибут сознания системы [философия].
- *некоторая последовательность сведений, знаний, которые актуализируемы (получаемы, передаваемы, преобразуемы, сжимаемы, регистрируемы) с помощью некоторых знаков символьного, образного, жестового, звукового, сенсомоторного типа.*
- *данные, рассматриваемые с учетом некоторой их семантической сущности.*

Информация [с мировоззренческой точки зрения] - отражение реального мира, т.е. приращение, развитие, актуализация знаний, возникающие в процессе целеполагающей интеллектуальной деятельности человека.

Никакая информация, никакое знание и понимание не появляются сразу: появлению их предшествует этап накопления, систематизации опытных данных, мнений, взглядов, их осмысление и переосмысление.

Знание - продукт определенного системного процесса.

Мы будем использовать системное понимание категории информации, используя различные определения по мере надобности.

Основные свойства информации (сообщений):

- полнота (содержит все необходимое для понимания информации);
- актуальность (необходимость) и значимость (сведений);
- ясность (выразительность сообщений на языке интерпретатора);
- адекватность, точность, корректность интерпретации, приема и передачи;
- интерпретируемость и понятность интерпретатору информации;
- достоверность (отображаемого сообщениям);
- избирательность;
- адресность;
- конфиденциальность;
- информативность и значимость (отображаемых сообщений);
- массовость (применимость ко всем проявлениям);
- кодируемость и экономичность кодирования и актуализации сообщений;
- сжимаемость и компактность;
- защищенность и помехоустойчивость;
- доступность (интерпретатору, приемнику);
- ценность (предполагает достаточный уровень потребителя).

Знание – состояние сведений о познаваемой сущности, отражающих существенные связи между частями системы.

Знание – зависимости, отражающие выявленные закономерности.

Знание - информация, обеспечивающая достижение некоторой цели.

Информация приводится в это состояние в процессе ответа на вопрос «Как?». В результате порождаются статические модели структуры и динамические модели, отражающие процессы, происходящие на связях.

Понимание. Уровень познания сущности явления, объясняющий почему выявленные закономерности именно таковы. То есть должна быть построена модель функционирования системы. Здесь возможны три типа объяснений:

1. Указание ролей познаваемой сущности во внешней среде.
2. Указание причин рассматриваемого явления.
3. Построение теории – комплексной модели, позволяющих отвечать на любые вопросы об исследуемом явлении.

Замечания к методу моделирования

1. Зачастую упускается из виду, что в качестве объектов познания выступают модели.
2. Любая научная дисциплина имеет дело только с приближенным, "модельным" описанием. При описании могут использоваться разные языки и символы. Так в зависимости от языка особо выделяют класс математических моделей.
3. Использование моделей всегда связано с заданием некоторых правил действия над изучаемыми объектами, которые отражают причинно-следственные связи. Когда подобная система правил оказывается достаточно развитой, считают, что в рамках данной модели возникла *теория*.
4. В науке обычно не изучается объект, данный только в непосредственном наблюдении. Так или иначе присутствует теоретическая концепция этого объекта, и он рассматривается как представитель класса объектов.
5. Для более четкого понимания сути исследовательской деятельности необходимо выделять две стороны такой деятельности: анализ и синтез.
 - **Анализ** - изучение конкретных фактов (явлений), проникновение вглубь явления, вскрытие его структуры и т.д.
 - **Синтез** - стремление объединить различные факты, создать теории, позволяющие объединить различные факты, увидеть развитие явления, его связи с другими явлениями, учесть взаимную обусловленность (взаимовлияние) и т.д.

Моделирование и математика

Математика:

- С одной стороны - занимается построением абстрактных количественных моделей реальных объектов различной природы.
- С другой – занимается изучением абстрактных моделей.

Аналогия: многоэтажное здание:

Первый этаж – математические модели реальных явлений и процессов. Здесь разнесение объектов по своим «комнатам», «обживаемых» отдельными науками.

Второй этаж – изучаются абстрактные модели и создаются теории. Возникает специальный язык, на котором происходит обмен информацией исследователей (математиков) и на котором они фиксируют результаты.

Третий этаж – это исследование новых понятий и теорий второго этажа с целью установления связей между ними и т.д.

ЗАМЕЧАНИЕ: Разбиение верхних этажей математики на «комнаты» отнюдь не соответствует разбиению нижнего. Оно осуществляется на основе общности моделей и методов, применяемых для исследования. Д.Гильберт считал, что «понятия математики должны быть связаны только требованиями быть непротиворечивыми и соответствовать понятиям, введенным ранее посредством точных определений».

Постулаты естественно-научного подхода

1. Теория об объекте, имеющаяся у исследователя, не является продуктом деятельности самого объекта.
2. Объект не зависит от факта существования теории, отражающей этот объект.

На их основе сформирована субъект-объектная парадигма, используемая в теории управления при описании деятельности субъектов различного уровня (индивидов, групп, сообществ). Ключевые понятия: субъект управления; объект управления.

Но каковы пределы использования этой парадигмы при описании объектов реальности?

В рамках системного подхода сформулирована и используется для определенного класса объектов в системном анализе субъект-субъектная парадигма.

Типы моделей систем

Типов моделей систем всего три:

1. Модель состава системы – отражает перечень существенных частей системы;
2. Модель структуры системы – отражает перечень существенных связей между частями системы;
3. Модель «чёрного ящика» – отражает перечень существенных связей системы с окружающей средой.

Замечания:

2. Кажущаяся простота моделей системы обманчива - она связана с отображением бесконечной реальности на конечную конструкцию модели.
3. Проблема обеспечения адекватности, т.е. достаточной полноты и необходимой точности отображаемой в модели информации о реальности.
4. Оценить, что является существенным, а что - нет, может только субъект, создающий модель. Оценивание – это субъективная операция, «объективных оценок» не бывает.

Классификации и классификаторы

***Классификацией** называется распределение некоторой совокупности объектов на классы по наиболее существенным признакам.*

Признак или их совокупность, по которым объекты объединяются в классы, являются основанием классификации.

Количество признаков - линейные и матричные классификаторы.

Класс - совокупность объектов, обладающих некоторыми признаками общности.

Требования к построению классификации:

- в одной и той же классификации необходимо применять одно и то же основание;
- объем элементов классифицируемой совокупности должен равняться объему элементов всех образованных классов;
- члены классификации (образованные классы) должны взаимно исключать друг друга, т. е. должны быть непересекающимися;
- подразделение на классы (для многоступенчатых классификаций) должно быть непрерывным, т. е. при переходах с одного уровня иерархии на другой необходимо следующим классом для исследования брать ближайший по иерархической структуре системы.

1. Важно понять, что классификация - это только модель реальности, поэтому к ней надо так и относиться, не требуя от нее абсолютной полноты.
2. Необходимо подчеркнуть относительность любых классификаций.
3. Сама классификация выступает в качестве инструмента системного анализа. С ее помощью структурируется объект (проблема) исследования, а построенная классификация является моделью этого объекта.

Модель системы типа «чёрный ящик»

«Черный ящик» - система, о внутренней организации поведения которой сведений нет, но существует возможность воспринимать воздействия на ее входы и воспринимать воздействия ее выходов.



Процессы $Y(t)$ на выходах системы называют функциями системы
Процессы $X(t)$ на входах системы называют стимулами.

Метод «черного ящика»

Метод «черного ящика» заключается в следующем:

1. Изучение системы не как совокупности взаимодействующих элементов, а как целого (неделимого), взаимодействующего со средой на своих входах и выходах. Схема «стимул – реакция» (причина - следствие).
2. Осуществление предварительного наблюдения взаимодействия системы со средой, установление множеств входных и выходных воздействий.
3. Выявление существенных взаимодействий со средой.
4. Окончательный выбор входов и выходов для исследования с учетом имеющихся средств воздействия на систему и средств наблюдения за ее поведением (выходами).
5. Воздействие на входы системы и регистрация ее выходов. В процессе изучения наблюдатель и «черный ящик» образуют систему с обратной связью. Первичные результаты исследования представляют собой множество пар: <состояние входа; состояние выхода>.
6. Установление зависимости между входом и выходом системы. Установление такой зависимости – однозначной или вероятностной – возможно только в том случае, если система в своем поведении обнаруживает ограничение разнообразия.

Метод «черного ящика» применим в ситуациях, когда:

1. Конструкция системы не интересует наблюдателя. Ему важно понимать только поведение системы. Например: при отсутствии инструкции к TV, наблюдатель определяет назначение того или иного регулятора по тому воздействию, которое он оказывает на функционирование телевизора. В этом случае телевизор – «черный ящик»; изменение положения регуляторов – входные воздействия; звук, изображение – выходы.
2. Недоступны внутренние процессы системы для исследования. Например: изучение деятельности мозга; изучение новых лекарственных средств; изучение деятельности человека (доступно наблюдению только внешнее её проявление - поведение).
3. Все элементы и связи в принципе доступны, но либо многочисленны и сложны, что приводит к огромным затратам, либо изучение недопустимо по каким-либо соображениям. Например: проверка на готовность к эксплуатации АТС (проводится путем «прозванивания», а не непосредственной проверкой всех блоков, схем и т.п.), проверка действия прибора, разбирать который в полевых условиях запрещено.

Ошибки при построении модели «черного ящика»

Ошибка первого рода: связь признается существенной и включается в модель, но в реальности роль данной связи для достижения цели несущественна.

Ошибка второго рода: связь признана несущественной и не включена в модель, а в реальности без её учета цель не может быть достигнута вообще или в нужной мере.

Ошибка третьего рода: в модель могут быть включены только известные субъекту связи, т.е. существуют ситуации, когда реальные существенные связи неизвестны. Отсутствие таких существенных связей делает модель ошибочной.

Ошибка четвертого рода: в модели ошибочно решение о различении связей по направленности, то есть в их отнесении к входам или выходам.

Выводы:

1. На этом этапе построения модели объекта выделяют и описывают элементы его внешней среды. Множество элементов внешней среды $\{V_p\}$ определяется на противопоставлении объекта (системы) и окружения.

2. Система рассматривается в соответствии с определенной целью в определенном временном периоде, а среда рассматривается как множество элементов, имеющих взаимосвязи с системой через ее конечные продукты (выходы) и ресурсы (входы). $S \subseteq X \times Y$

3. Ресурсы бывают вещественные, энергетические, информационные, финансовые, трудовые. Продукты: вещественные, услуги, интеллектуальные.

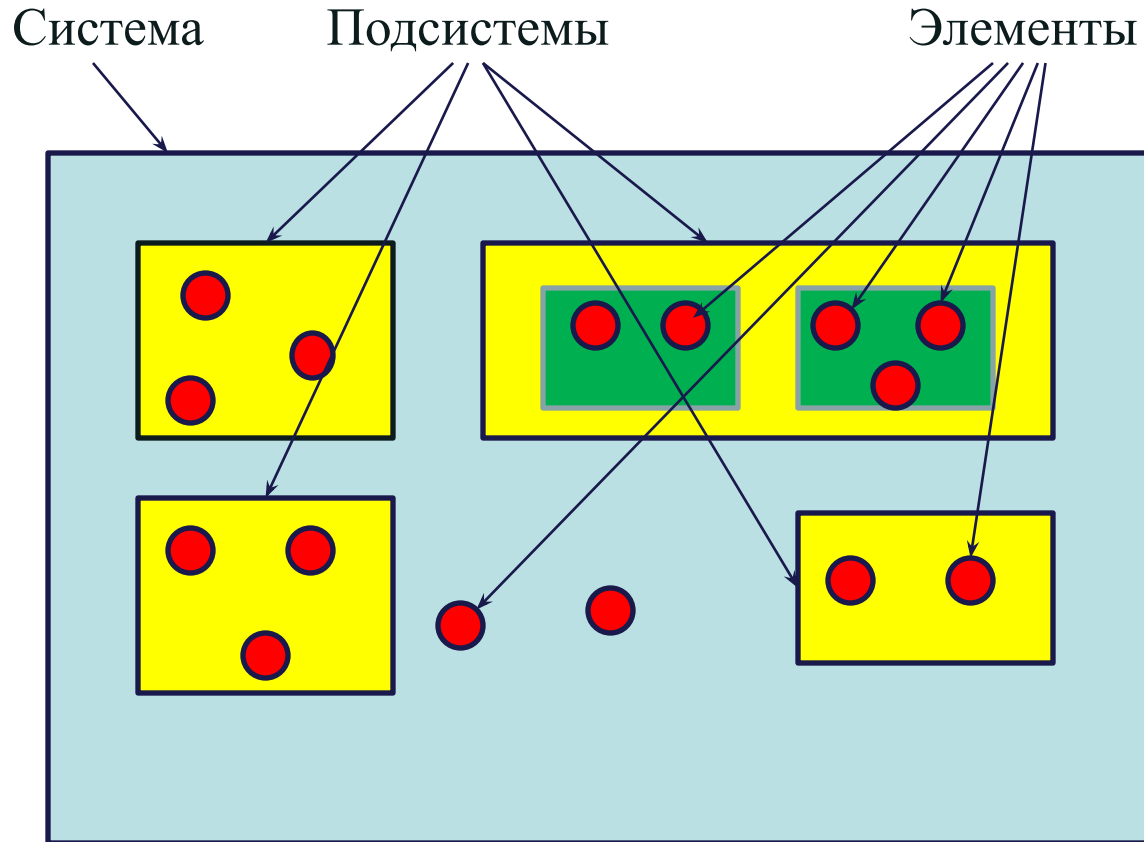
Например. Для организации каждый элемент внешней среды может быть описан с точки зрения:

- адресно-справочной информации об объекте;
- производственной, экономической и иной информации о характере взаимодействия.

4. На этом уровне описания системы информационная модель объекта может быть представлена в виде совокупности двух множеств показателей:

- описывающих конечные продукты объекта;
- описывающих ресурсы, поступающие на объект.

Модель состава системы



Декомпозиция

Декомпозиция – процесс формального разбиения системы на составляющие элементы (целого на части).

Модель декомпозиции – набор формальных элементов, обеспечивающих однозначное разбиение целого на части.

Используются в основном два вида моделей декомпозиции:

- 1. Модель «состава»**, предназначенная для определения формального набора элементов системы.
- 2. Модель «жизненного цикла»**, обеспечивающая выделение упорядоченной совокупности элементов, описывающих эволюционное изменение состояния системы.

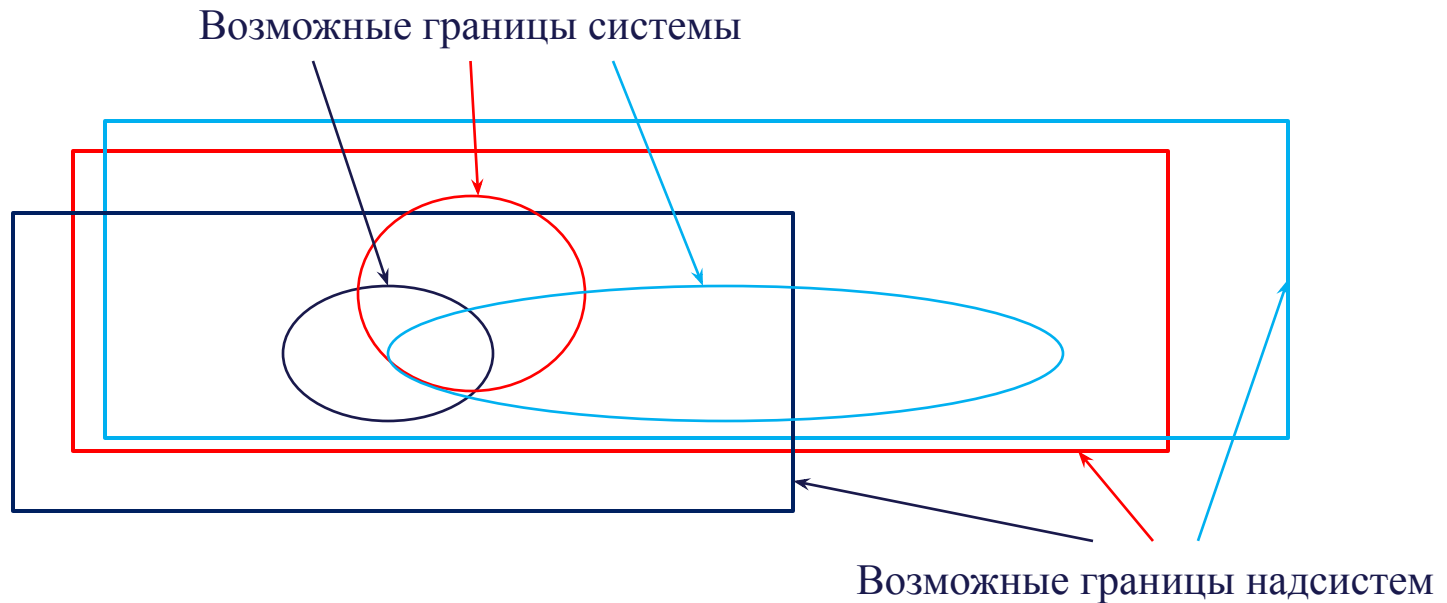
Пример применения моделей декомпозиции

(при исследовании организаций)

Объект декомпозиции	Модель декомпозиции	Элементы объекта декомпозиции
Система в целом	«состав»	<Множество конечных продуктов> <Множество ресурсов>
Объект управления	«жизненный цикл»	<Маркетинг, исследования, подготовка, производство, испытание, реализация и т.д.>
Система управления	«жизненный цикл»	<Планирование реализация, контроль, корректировка (регулирование)>
Обработка информации	«жизненный цикл»	<Регистрация, сбор, передача, обработка, хранение, защита, уничтожение>
Конечные продукты и ресурсы	«состав»	<материальные, энергетические, финансовые, информационные, трудовые > или <вещественные, услуги, интеллектуальные>
Элементы социально-экономической системы	«состав»	<Объект, субъект, средства, процесс деятельности>

Трудности построения модели состава

1. Внутренний состав системы зависит от того, как проведены внешние границы системы. Для их задания необходимо определить исследуемую систему, как элемент некоторой большей системы (надсистемы, метасистемы). Надсистему, в зависимости от определения её границ, можно делить по-разному на части, т.е. по-разному определять границы исследуемой системы.



2. Целое можно делить на части по-разному и на разное число частей, что приводит к разным моделям состава одной системы.
3. Деление крупных частей на более мелкие делается до тех пор, пока не определятся простейшие части системы – её элементы (неделимые при данном рассмотрении части). Но понятие элементарности – оценочное, относительное, субъективное, условное.
4. В зависимости от условий задачи, опираясь на имеющиеся данные эмпирического знания, субъекты могут представить один и тот же объект в качестве самых различных систем. При этом:
 - число способов системного представления объекта не имеет ограничений;
 - представляя объект как систему, мы получаем возможность подойти к структуре объекта.

Понятие структуры

Следующий шаг в познании объекта, как системы, заключается в поисках закономерностей системных отношений целостного объекта.

Понятие структуры - многозначное понятие, которое содержит в себе различные смысловые уровни. Невозможно даже перечислить все значения понятия структуры, в которых оно выступает у разных авторов.

Переход от системы целостных свойств к структуре может быть осуществлен при условии, если найдены элементы и их устойчивые отношения, что и позволяет объяснить эти свойства.

Структурный анализ системы начинается с выявления определенного состава системы, с детального исследования частей, с открытия их неделимости в определенном **отношении**. *Это отношение при дальнейшем анализе рассматриваемой системы предстает как структурное отношение.*

Выявляя первоначально части системы, исследуя ее состав, мы затем уточняем это знание состава и переходим к поискам элементов системы. Представление объекта как системы - это так или иначе расчленение объекта, выявление, например, его пространственно ограниченных частей или нахождение других форм расчленения объекта, а затем констатация существования отношений этих частей в целостной картине объекта.

Представляя объект как систему, мы даем *предварительную картину составных частей объекта в их взаимных отношениях*. Система в этом случае понимается как некоторая совокупность отношений частей.

Часто структура понимается как некоторая внешняя картина явления или объекта исследования. Такого рода картина объекта позволяет лишь описать объект, но сама по себе не дает еще его объяснения. Тем не менее, в картине явления или объекта исследования, составленной по определенному принципу, с самого начала может усматриваться некоторая целостность.

- *Структурный анализ идет от понятия части к понятию элемента*

В процессе исследования объект первоначально представляется как некоторая система, а затем выявляется закономерная картина устойчивых отношений элементов в заданной системе.

Может оказаться, что часть и элемент - это один и тот же объект и их различие определяется лишь уровнем исследования.

Таким образом, структура как понятие, работающее в научном познании, может рассматриваться как неизменная сторона системы.

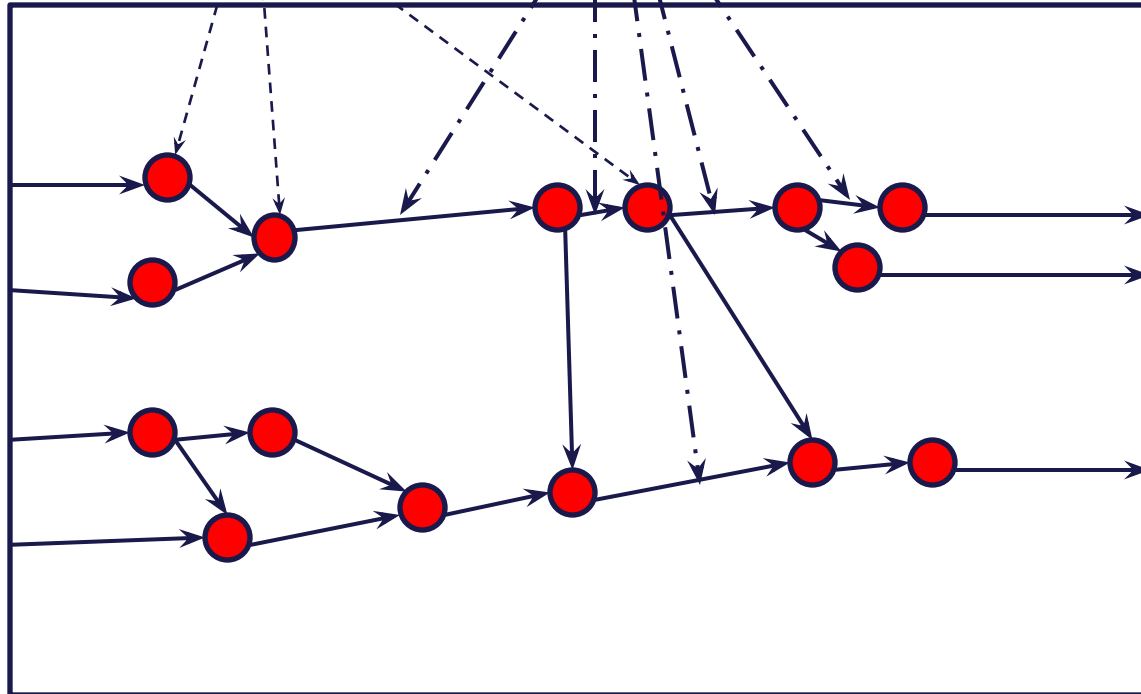
Выявляя структуру объекта, мы:

- 1) Прежде всего, рассматриваем объект как систему, усматриваем в нем некоторый комплекс частей.
- 2) Затем выявляем (доказываем) элементность этих частей, и уже эта элементность частей дает структурную характеристику системы.

Модель структуры системы

Элементы

СВЯЗИ $z_{ij}(t)$, $Z(t) = \{z_{ij}(t)\}$



Структура системы представляется связной совокупностью входов и выходов её элементов. В этом случае каждый элемент представляется моделью «маленького чёрного ящика». Поэтому при описании возможны ошибки четырех типов в определении существенных связей.

Модели состава и структуры неразделимо связаны, так как модель структуры – это связи между элементами.

Во многих случаях требуется описание системы, содержащее информацию из всех трех моделей – «черного ящика», состава, структуры. Такая модель называется структурной схемой системы.

Модели являются статическими, если в них отображаются особенности состояния системы в некоторый фиксированный момент времени.

Если цели исследователя связаны с процессами, происходящими внутри и вне системы, то необходимы модели, отображающие эти процессы. Для этого используют динамические модели.

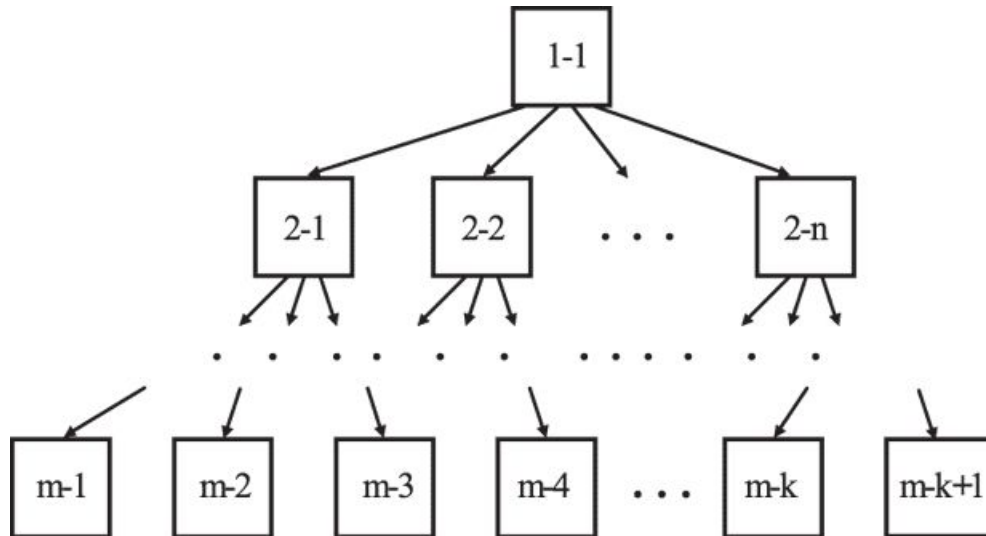
Изменения внутри системы являются следствием (сочетанием):

- функционирования элементов (изменения внутренних переменных $Z(t)$);
- изменением состава элементов;
- изменением структуры системы

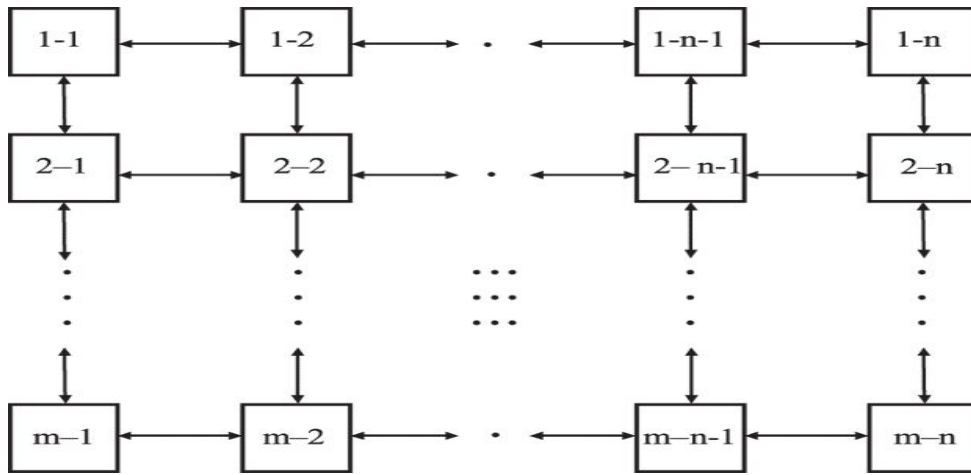
Базовые топологии структур



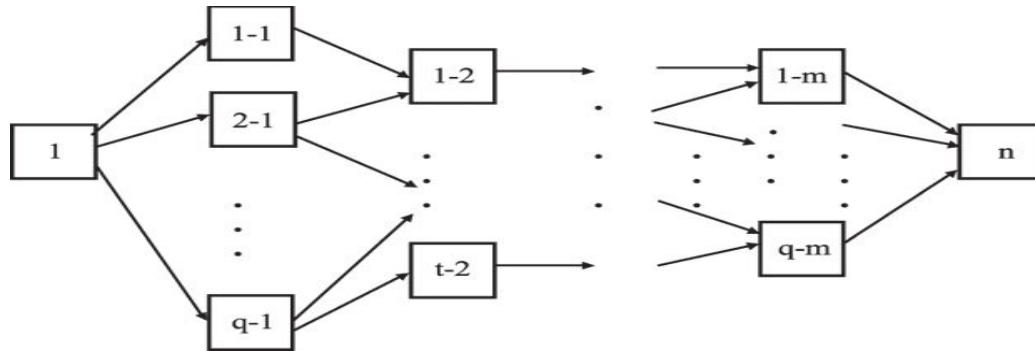
Структура линейного типа



Структура иерархического типа

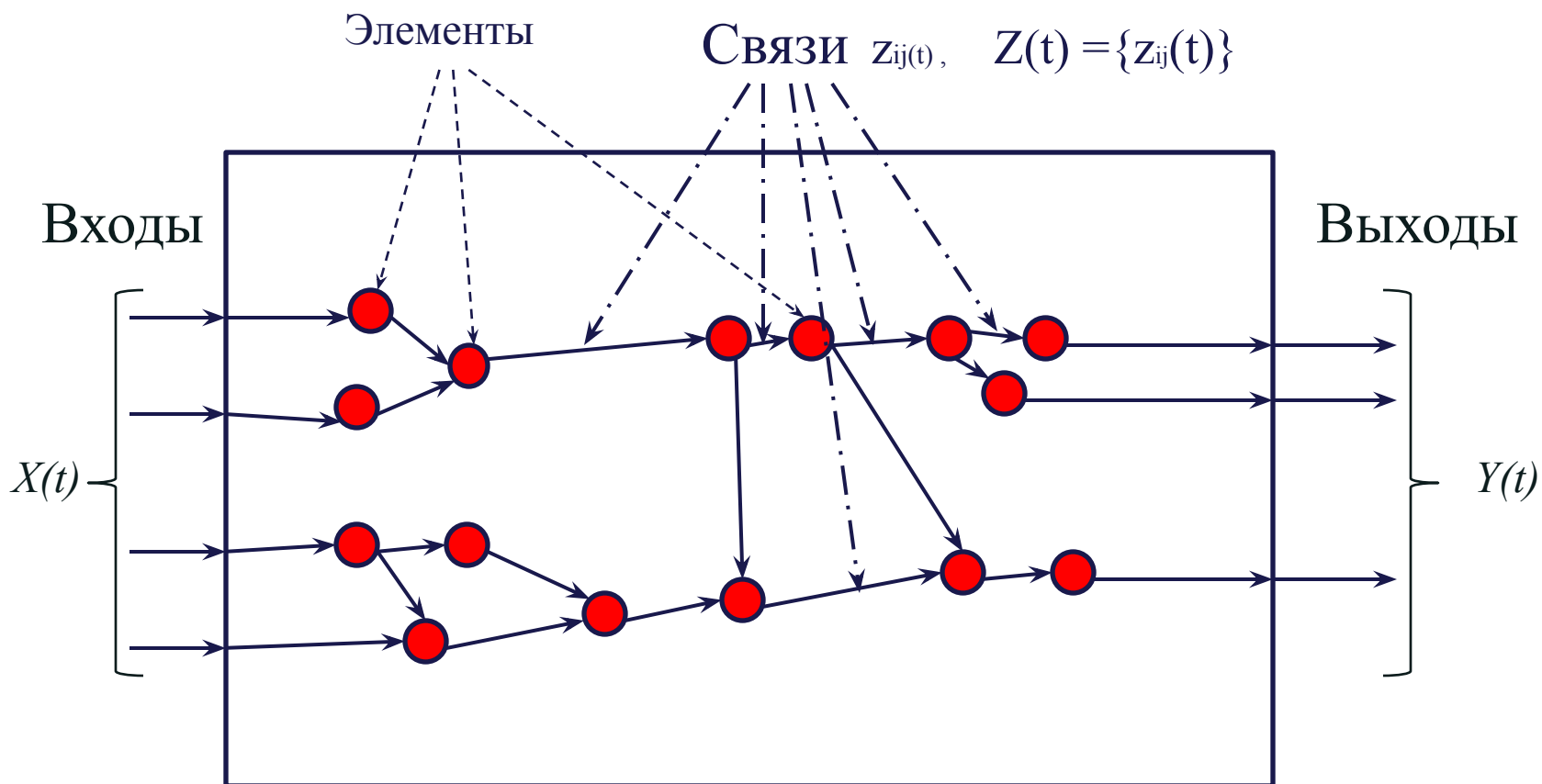


Структура матричного типа



Структура сетевого типа

Структурная схема системы



Понятие связи

Основные значения, в которых употребляется понятие связи в научной литературе.

Пример 1. Вариант классификации связей.

1. *Связи взаимодействия* (координации), среди которых различают:

- *связи свойства* (например, связи типа $pV = \text{const}$)
- *связи объектов* (например, связи между отдельными блоками ЭВМ).
- *связи между отдельными людьми, а также между человеческими коллективами или социальными системами. Это особый вид связей взаимодействия, специфика которых в том, что они опосредуются целями, которые преследует каждая из сторон взаимодействия.*

Связи взаимодействия представляют наиболее широкий класс связей, так или иначе выступающий во всех иных типах связей.

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

3. *Связи преобразования*, среди которых можно различить:

- *связи преобразования, реализуемые через определенный объект, обеспечивающий это преобразование (например, химические катализаторы),*
- *связи преобразования, реализуемые путем непосредственного взаимодействия двух или более объектов, в процессе которого и благодаря которому эти объекты порознь или совместно переходят из одного состояния в другое.*

4. *Связи строения* (их зачастую называют, структурными). Природу этих связей можно показать на примере химических связей.

5. *Связи функционирования*. Обеспечивают реальную жизнедеятельность объекта или его работу. Многообразие функций в объектах различного рода определяет и многообразие видов связей функционирования.

Общим для всех этих видов является то, что объекты, объединяемые связью, совместно осуществляют определенную функцию.

6. *Связи развития.* Их необходимо отличать от функциональных связей состояний, так как развитие существенно отличается от простой смены состояний.

В функционировании есть определенная последовательность состояний, которая выражает основное содержание всего процесса. Функционирование есть движение, связанное лишь с перераспределением элементов, функций и связей в объекте; при этом каждое последующее состояние либо непосредственно определено предыдущим, либо так или иначе «переформировано» всем строением объекта и не выходит за рамки его истории.

Развитие также описывается как смена состояний развивающегося объекта, но основное содержание процесса составляют при этом достаточно существенные изменения в строении объекта и в формах его жизни. Развитие - такая смена состояний, в основе которой лежит невозможность сохранения существующих форм функционирования. Здесь объект как бы оказывается вынужденным выйти на иной уровень функционирования, прежде недоступный и невозможный для него, а условием такого выхода является изменение организации объекта.

Объективно существует множественность путей и направлений развития, поэтому развивающийся объект как бы сам творит свою историю.

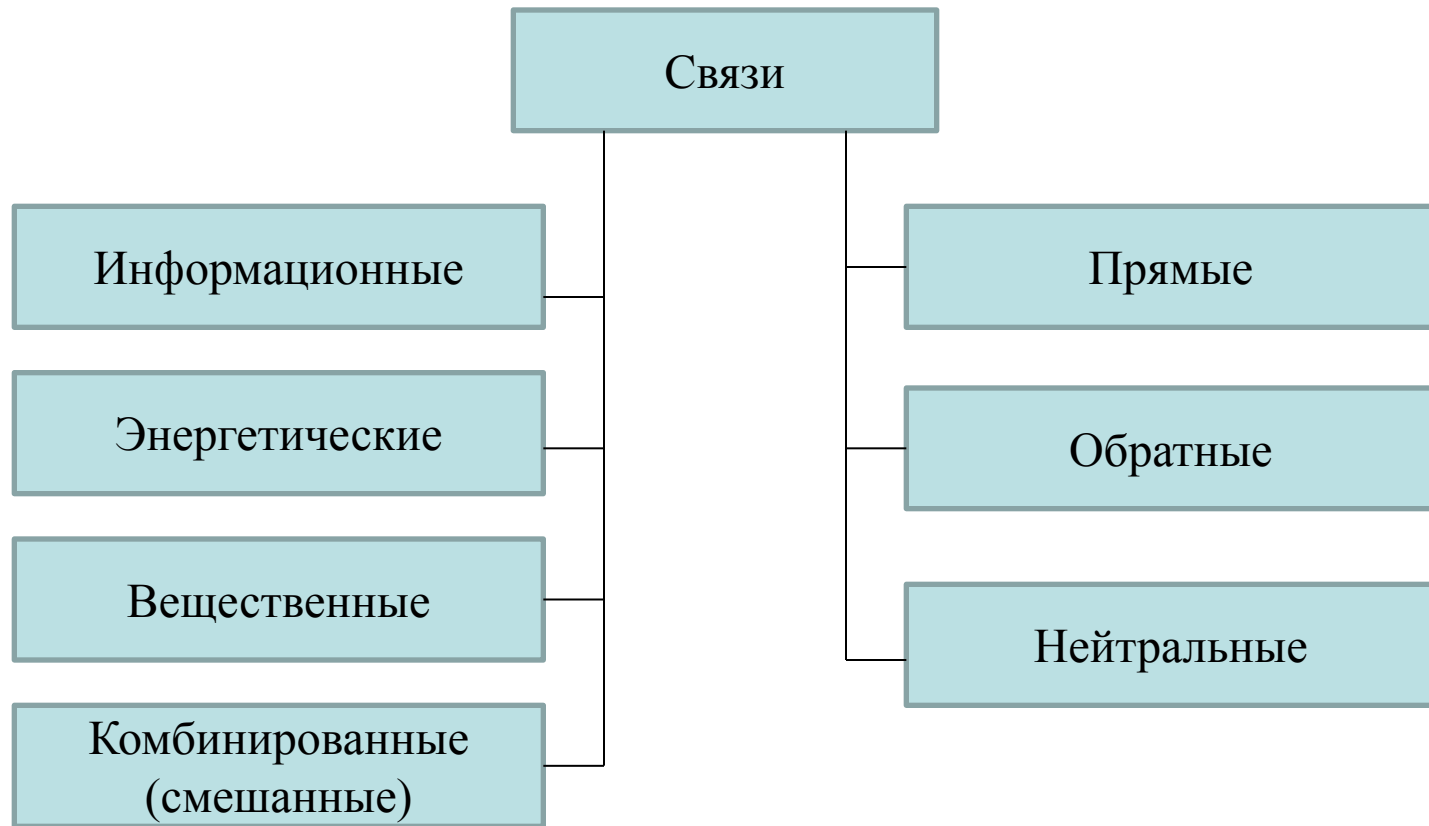
7. *Связи управления.* В зависимости от их конкретного вида, они могут образовывать разновидность либо функциональных связей, либо связей развития. Эти связи принадлежат к числу самых важных в системном исследовании.

Синергетическая связь в ОТС определяется как связь, которая при совместных действиях элементов системы обеспечивает увеличение их общего эффекта до значения, большего, чем сумма эффектов этих элементов, действующих независимо. Следовательно, это усиливающая связь элементов системы. Именно из синергетических связей вытекают интегративные (эмерджентные) свойства, т. е. свойства целостной системы, которые не присущи составляющим ее элементам, рассматриваемым вне системы.

Вывод:

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

Пример 2. Вариант классификации связей (Дружинин В.В., Конторов Д.С.).



Прямые связи предназначены для передачи вещества, энергии, информации или комбинаций от одного элемента к другому в соответствии с последовательностью выполняемых функций.

Обратные связи (ОС) в основном имеют функцию управления. Наиболее распространены информационные ОС.

ОС предполагает некоторое преобразование компонента, поступающего по прямой связи, и передачу информации о результате преобразования обратно, т.е. в направлении, противоположном функциональной последовательности (и прямой связи) к одному из предыдущих элементов системы.

Системы, способные адаптироваться или целенаправленно влиять на окружающую среду, должны иметь ОС.

Нейтральные связи не связаны с функциональной деятельностью системы, непредсказуемы или случайны.

Понятие состояния 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.

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.

Состояние входов системы представляется вектором значений входных параметров: $X = (x_1, \dots, x_n)$ и фактически является отражением состояния окружающей среды.

Внутреннее состояние системы представляется вектором значений ее внутренних параметров (параметров состояния): $Z = (z_1, \dots, z_v)$ и зависит от состояния входов X и начального состояния Z_0 : $Z = F_1(X, Z_0)$.

Пример. Параметры состояния: температура двигателя автомобиля, изношенность оборудования и т.д.

Внутреннее состояние практически ненаблюдаемо, но его можно оценить по состоянию выходов (значениям выходных переменных) системы $Y = (y_1 \dots y_m)$ благодаря зависимости $Y = F_2(Z)$.

В качестве координат, отражающих состояние системы, могут выступать не только сами выходные переменные, но и характеристики их изменения - скорость, ускорение и т. д.

Таким образом, внутреннее состояние системы S в момент времени t может характеризоваться множеством значений ее выходных координат и их производных в этот момент времени:

Заметим, что выходные переменные не полностью, неоднозначно и несвоевременно отражают состояние системы. Например:

1. У больного повышенная температура ($y > 37$ °C), но это характерно для различных внутренних состояний.
2. У предприятия низкая прибыль, но это может быть при разных состояниях организации.

Процесс

Если система способна переходить из одного состояния в другое (например: $S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3 \dots$), то говорят, что она обладает поведением - в ней происходит процесс.

В случае непрерывной смены состояний, процесс P можно описать функцией времени:

$P=S(t)$, а в дискретном случае — множеством: $P = \{St_1 St_2 \dots\}$,

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.

Дискретный процесс сам может рассматриваться как система, состоящая из совокупности состояний, связанных последовательностью их смены.

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, т.е. динамическими будем называть такие системы, в которых происходят какие бы то ни было изменения со временем.

Имеется еще одно уточняющее определение: система, переход которой из одного состояния в другое совершается не мгновенно, а в результате некоторого процесса, называется динамической.

Примеры представления объекта как динамической системы:

1. Панельный дом — система из множества взаимосвязанных панелей — статическая система.
2. Производство на любом предприятии — это динамическая система.
3. Река - это динамическая система.

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.

1. *Функция как общепhilософское понятие.* Общее понятие функции включает в себя понятия «предназначение» (целевое назначение) и «способность» (служить каким-то целям).
2. *Функция — внешнее проявление свойств объекта.*

Примеры.

1. Ручка двери имеет функцию помочь ее открыть.
2. Налоговая служба имеет функцию сбора налогов.
3. Функция информационной системы — обеспечение информацией лица, принимающего решения.
4. Функция ветра в городе — рассеивать примеси в воздушной среде города.

Система может быть одно- или многофункциональной. В зависимости от степени воздействия на внешнюю среду и характера взаимодействия с другими системами, функции можно распределить по возрастающим рангам:

1. пассивное существование, материал для других систем (подставка для ног);
2. обслуживание системы более высокого порядка (система, осуществляющая ремонт оборудования);
3. противостояние другим системам, среде (охранная система, система защиты);
4. поглощение (экспансия) других систем и среды (уничтожение вредителей растений, осушение болот);
5. преобразование других систем и среды (компьютерный вирус).

3. Функция в математике. Функция — это одно из основных понятий математики, выражающее зависимость одних переменных величин от других. Формально функцию можно определить так: Элемент множества E_y произвольной природы называется функцией элемента x , определенной на множестве E_x произвольной природы, если каждому элементу x из множества E_x соответствует единственный элемент $y \in E_y$. Элемент x называется независимой переменной, или аргументом. Функция может задаваться: аналитическим выражением, словесным определением, таблицей, графиком и т. д.

4. Функция как кибернетическое понятие. Философское определение отвечает на вопрос: «Что может делать система?». Этот вопрос правомерен как для статических, так и для динамических систем. Однако для динамических систем важен ответ на вопрос: «Как она это делает?». В этом случае, говоря о функции системы, будем иметь в виду следующее:

5. 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.

В управлении системами используется понятие «черный ящик». «Черный ящик» является кибернетической моделью или 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 «освещение» «ящика» — превращение черного в серый, а серого — в белый.

Условно можно считать, что функция F состоит из структуры St и параметров : $F = \{St, A\}$, что в какой-то мере отражает соответственно структуру системы (состав и взаимосвязь элементов) и ее внутренние параметры (свойства элементов и связей).

5. Функционирование системы

Функционирование рассматривается как процесс реализации системой своих функций. С кибернетической точки зрения:

- Функционирование системы — это процесс переработки входной информации в выходную.
- Математически функционирование можно записать так: $Y(t) = F(X(t))$.

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 (St) и/или параметров (A).

Иногда стационарность системы рассматривают в узком смысле, когда обращают внимание на изменение только внутренних параметров (коэффициентов функции системы).

Стационарной называют систему, все внутренние параметры которой не изменяются во времени.

Нестационарная система — это система с переменными внутренними параметрами.

Важное дополнение определения системы

Во всех действиях субъекта обязательно используется информация об объекте, на который направлено действие, и об окружающей его среде. Эта информация содержится в соответствующих моделях любой системы - чёрного ящика ,состава, структуры.

В познавательных процессах внимание сосредотачивается в основном на *аналитическом* рассмотрении системы, т.е. на том, как система устроена, и как она работает. Поэтому в науке преобладают:

1. Для системы - модели состава и структуры в их статическом и динамическом вариантах.
2. Модели чёрного ящика, - представляющие связи системы с окружающей средой, и связи каждого элемента системы.

Особенности системы, отражаемые этими моделями, будем называть её *аналитическими свойствами*.

В процессах управления требуются прежде всего сведения о возможностях воздействия на управляемую систему и о её реакции на управляющие воздействия, т.е. необходима информация о взаимодействиях системы с окружающей средой, о «свойствах» системы как целого.

Такая информация получается в результате *синтетического* рассмотрения системы, при котором на первый план выходят:

1. Модель «чёрного ящика для системы» (которая и используется во всех типах управления)
2. Модели состава и структуры метасистемы (актуальной окружающей среды), которые необходимы для построения модели «чёрного ящика для системы».

В результате выявляются, - в дополнение к аналитическим свойствам системы, - её *синтетические свойства*, которые существенно расширяют наши представления о природе систем.

Основные синтетические свойства.

Эмерджентность

Самой характерной особенностью любой системы является то, что её существенные свойства не присущи ни одной из её частей.

Эмерджентные свойства (от англ, *emergence* – появление) – это качественно особые свойства системы, не сводящиеся к простой совокупности свойств частей, и не выводящиеся из свойств частей. Эти свойства появляются, возникают в результате объединения частей в одно целое - систему.

Эмерджентные свойства системы определяются не свойствами частей, а тем, как взаимодействуют части между собой, т. е структурой системы.

В силу эмерджентности, *с системой нельзя обращаться чисто аналитически*, разделяя её на части, и рассматривая части по отдельности. При изъятии или замены части целого происходит два важных события:

1. То, что останется после изъятия части, это *другая* система. У неё другой состав, а значит, - и другая структура, а, следовательно, и другие эмерджентные свойства. Как изменится система после этого, - вопрос существенности роли этой части для рассматриваемого свойства системы.
2. Часть, изъятая из системы, - это совсем *не то*, чем она являлась в системе. Связи изымаемой части с другими частями системы разрываются, и в новой среде устанавливаются другие связи. Это означает утрату старых и приобретение новых свойств.

Эмерджентность является причиной того, что самое подробное рассмотрение отдельных частей системы не может дать исчерпывающего объяснения целого.

Целостность

Более общей закономерностью, чем эмерджентность, является 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.

Предельным случаем целостности является абсолютная целостная система. Благодаря абсолютно жестким связям такая система может находиться только в одном состоянии. Абсолютно жесткие связи предполагают передачу свойств от элемента к элементу без потерь (с максимально возможным коэффициентом передачи: $k = 1$). Тогда воздействие на любой элемент системы тождественно отразится во всех элементах и в системе в целом.

В реальных системах связи между элементами не являются абсолютно жесткими ($k < 1$), из-за чего система может находиться в нескольких состояниях. В этом случае воздействие на элемент системы отразится во всех элементах и в системе в целом, но с неким «затуханием». Следствием целостности является наличие побочных эффектов как положительных, так и отрицательных.

К важным аспектам целостности следует отнести соотношение свойств системы с суммой свойств составляющих ее элементов: свойства системы Q не являются простой суммой свойств составляющих ее элементов (частей) q_i :

Объединенные в систему элементы:

- как правило, утрачивают часть своих свойств (утрачивают способность проявлять часть своих свойств), присущих им вне системы (Q^-), т.е. система как бы подавляет ряд свойств элементов;
- с другой стороны, элементы, попав в систему, получают возможность проявить свои потенциальные свойства, которые не могли быть проявлены вне системы, то есть они как бы приобретают новые свойства (Q^+):

Например:

Человек с хорошими вокальными данными, попав на работу в бухгалтерию, «теряет» это свойство. Человек, живший и работавший вне коллектива, не имел возможности проявить свои менеджерские свойства, а «проявил» их, только попав в коллектив.

Из рассмотренного не следует, что свойства системы вообще не зависят от свойств элементов. На самом деле это не так: свойства системы зависят от свойств составляющих ее элементов:

Аддитивность

Свойство характеризует поведение объекта, состоящего из совокупности частей, не связанных между собой.

Здесь изменение в каждой части зависит только от самой этой части. Такое свойство называют физической аддитивностью, суммативностью, независимостью, обособленностью.

Если изменения в системе представляют собой сумму изменений в ее отдельных частях, то такое поведение называется обособленным, или физически суммативным.

Свойство физической аддитивности проявляется у системы, как бы распавшейся на независимые элементы: тогда становится справедливым равенство:

$$Q_s = \sum_{i=1}^n q_i$$

В этом крайнем случае, когда ни о какой системе говорить уже нельзя, мы получаем некоторую вырожденную систему.

Синергизм

Синергизм (от греческого сотрудничество, содействие), применительно к организационным системам, проявляется в том, что для любой организации существует такой набор элементов, при котором ее потенциал всегда будет либо существенно больше простой суммы потенциалов входящих в нее элементов, либо существенно меньше.

Чем обусловлено это свойство организационных систем? Наличие и состояние материальных и нематериальных ресурсов (элементов), влияют на основные параметры организации – например, производительность, психологический климат, перспективы развития и т.д. Значения потенциалов этих элементов определяют потенциал организации (системы) в целом. Потенциал организации - это возможность производства объема продуктов (материальных, интеллектуальных, услуг). Он может меняться двумя способами при изменении состава элементов организации:

- пропорционально потенциалу привлекаемых (дополнительных) ресурсов (аддитивность);
- скачкообразно, т.е. существенно больше или меньше потенциала дополнительных ресурсов (синергия).

Синергия в теории управления – это процесс существенного усиления или ослабления потенциала системы. Задача руководителя организации заключается в том, чтобы найти такой набор элементов организуемой системы и ее связей с внешней средой, при которых синергия носила бы созидательный характер.

Прогрессирующая изоляция и прогрессирующая систематизация

Абсолютная целостность и абсолютная аддитивность – это абстракция. Реальные системы находятся в промежуточной точке на оси «целостность – аддитивность». Так как реальные системы изменяются во времени, то их состояние в конкретный момент времени можно охарактеризовать *тенденцией* к изменению состояния в сторону целостности или аддитивности.

Для оценки этих *тенденций* американский ученый А. Холл ввел две сопряженные закономерности, которые он назвал:

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

Прогрессирующая изоляция (факторизация) – это процесс, при котором изменения в системе приводят к постепенному переходу от целостности к суммативности. Различают два типа прогрессирующей изоляции:

1. Распад системы на независимые части с потерей общесистемных свойств.
2. Изменения в направлении возрастающего деления на подсистемы с увеличением их самостоятельности или в направлении возрастающей дифференциации функций.

Примеры:

1. Эмбриональное развитие, при котором зародыш проходит путь от целостности до такого состояния, когда он ведет себя как совокупности частей, независимо развивающихся в специальные органы.
2. Развитие архитектуры автоматизированных систем управления в направлении создания сервисо-ориентированной архитектуры (SOA).

Прогрессирующая систематизация - это процесс, при котором изменение системы идет в сторону целостности.

Прогрессирующая систематизация может состоять в усилении ранее существовавших связей между частями системы, появлении и развитии новых связей между ранее не связанными между собой элементами или подсистемами, добавлении в систему новых элементов.

Прогрессирующая изоляция и прогрессирующая систематизация не являются взаимоисключающими явлениями - они могут проходить в системе одновременно или протекать последовательно, сменяя друг друга.

Изоморфизм и изофункционализм

Изоморфизм - это сходство объектов по форме или строению. Системы, рассматриваемые отвлеченно от природы составляющих их элементов, являются изоморфными друг другу, если каждому элементу одной системы соответствует лишь один элемент второй и каждой связи в первой системе соответствует связь в другой и наоборот.

Если системы рассматривать в их динамике, то понятие изоморфизма расширяют до изофункционализма и с его помощью сопоставляют сходные процессы (физические, химические, производственные, экономические, социальные, биологические и др.) .

Общесистемная закономерность: системы, находящиеся между собой в состоянии изоморфизма и изофункционализма, имеют сходные системные свойства. *Пример: Периодическая система Менделеева.*

Возможность моделировать сложные системы любой природы с помощью средств вычислительной техники с соответствующим программным обеспечением позволяет считать такой программно-технический комплекс изоморфным и изофункциональным любой системе.

Ингерентность (от английского термина "*inherent*", означающего «присущий чему-то, являющийся неотъемлемой частью этого»)

Важной особенностью системы является эффективность, качество выполнения ею определённой функции. Одну и ту же функцию, в одной и той же среде, система может осуществлять с разной результативностью. Кроме индивидуальных свойств системы, её результативность существенно зависит от *степени согласованности, совместимости системы со средой*.

Ингерентность - аспект отношений системы с окружающей средой:

1. Эмерджентность характеризует потенциал функционирования системы, её *внутреннюю целостность*,
2. Ингерентность характеризует реализуемость этого потенциала в конкретных внешних условиях, т.е. *внешнюю целостность системы с окружающей средой*. Потенциал системы тем полнее реализуется во внешней среде, чем более совместима она с этой средой.

3. Степень ингерентности может быть разной, что приводит к разной эффективности реализации потенциала системы. В природных системах это становится механизмом естественного отбора: выживают более ингерентные системы, не ингерентные - погибают. В искусственных системах ингерентность является предметом особой заботы их создателей.
4. Ингерентность - это качество, характеризующее отношение системы с окружающей средой *по конкретной функции*. Система может быть ингерентной по одной функции и не ингерентной по другой

Целесообразность

1. Когда человек не может достичь цели, используя лишь свои собственные природные возможности, он использует подходящие свойства других объектов, превращая их в орудия труда. Если не находится готовых объектов, обладающих нужным свойством, человек специально компоует из доступных объектов новый искусственный объект – систему, эмерджентная функция которой позволит реализовать цель.
2. Одно из определений системы так и гласит: *система есть средство достижения цели.*
3. Поэтому логично отнести *целесообразность* к числу фундаментальных общесистемных свойств.
4. Определённая трудность возникает в связи с тем, что искусственные системы создаются человеком для реализации его *субъективных* целей, а к возникновению явно целесообразно устроенных естественных систем человек отношения не имеет. Эта трудность разрешается введением понятия *объективных* целей.
5. Отличие между субъективными и объективными целями состоит в том, что субъективная цель является продуктом человеческого сознания, образом (*моделью!*) желаемого будущего состояния реальности, а объективная цель - это реально достигаемое в будущем состояние в результате развития хода событий в соответствии с законами природы.
6. Такое различие объясняет, почему не любая субъективная цель достижима: реализуемы только те субъективные цели, которые не противоречат законам природы.

Методы моделирования систем

Постановка любой задачи заключается в том, чтобы перевести ее словесное, *вербальное* описание в *формальное*.

1. Для относительно простых задач такой переход легко осуществляется человеком. В этом случае полученная формальная модель (математическая зависимость между величинами в виде формулы, уравнения, системы уравнений) опирается на фундаментальный закон или подтверждается экспериментом, чем доказывается ее адекватность отображаемой ситуации. Модель рекомендуется для решения задач соответствующего класса задач.
2. При усложнении задач получение модели и доказательство ее адекватности не может быть легко осуществлено человеком. Эксперимент становится дорогим, опасным или практическим нереализуемым. Задачи переходят в класс задач *принятия решений*. Постановка задач, формирование модели, т. е. перевод вербального описания в формальное, становятся важной составной частью процесса принятия решения.

3. Для сложных развивающихся систем перевод вербального описания в формальное, осмысление, интерпретация модели и получаемых результатов становятся неотъемлемой частью практически каждого этапа жизнедеятельности самой системы.

Чтобы выделить и попытаться охарактеризовать подход к моделированию процессов принятия решений в таких системах, говорят о наличии в ней:

- «механизма моделирования»;
- «механизма принятия решений»;
- «хозяйственного механизма»;
- «механизма проектирования и развития предприятия» и т.п.

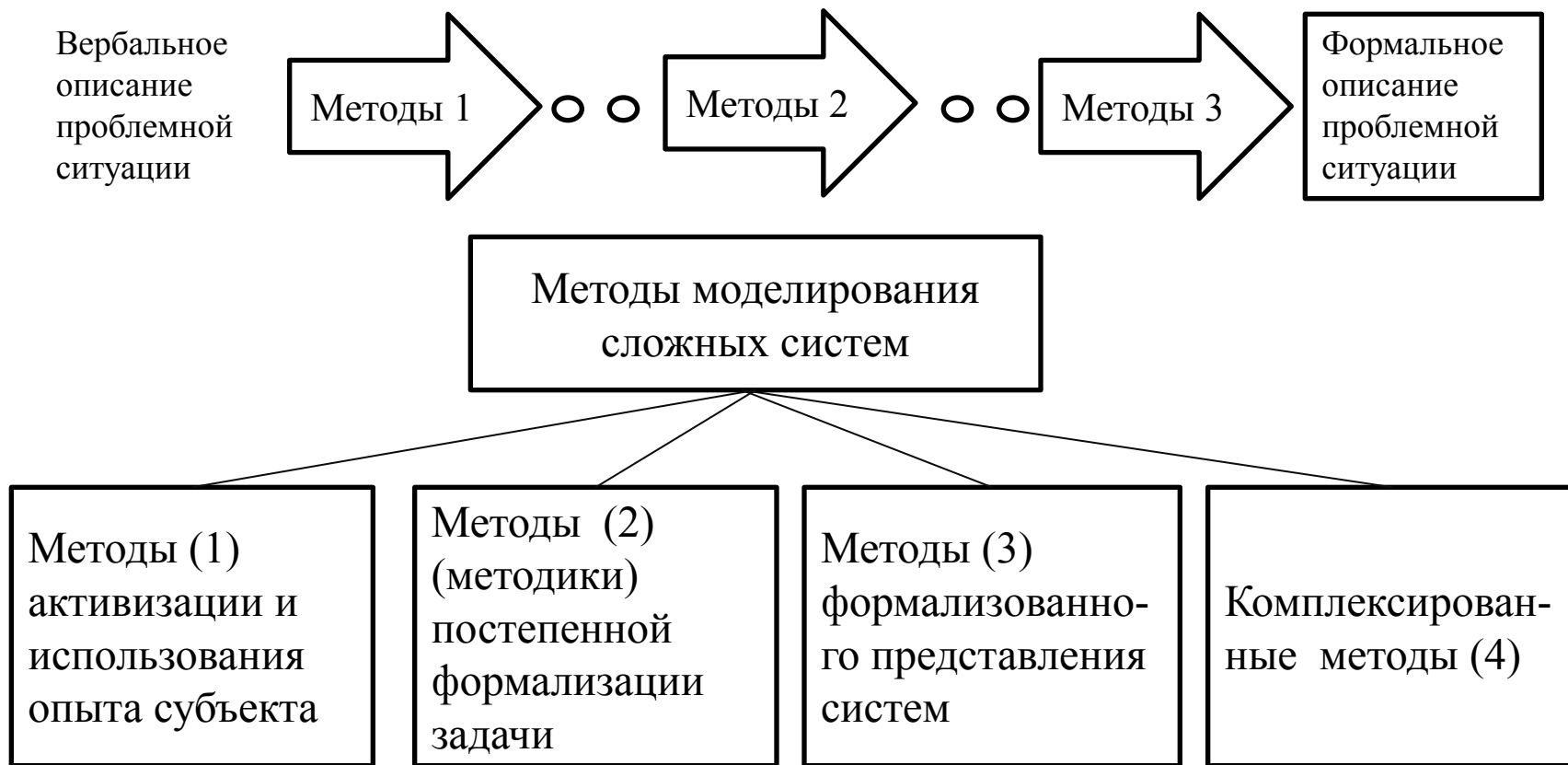
Вопросы:

- как формировать модели такого рода "механизмов"?
- как доказывать адекватность моделей?

Решение этих вопросов - основной предмет системного анализа.

Решение проблемы перевода вербального описания в формальное

Для решения проблемы перевода вербального описания в формальное в различных областях деятельности используются специальные приемы и методы.



Методы моделирования систем

Методы (1) активизации и использования опыта ЛПР	Методы (2) (методики) постепенной формализации задачи	Методы (3) формализованного представления систем	Комплексирован ные методы (4)
Мозговой штурм Коллективная генерация идей Построение сценариев Диаграммы причина-результат Дерево целей/проблем Морфологический подход и т.д.	Имитационное динамическое моделирование Структурное, функциональное и структурно- функциональное моделирование Структурно- лингвистическое моделирование.	Аналитические Статистические Теоретико- множественные Логические Лингвистические Семиотические Графические <i>(Классификация Ф. Е. Темникова)</i>	Комбинаторика Топология Графо- семиотические моделирование Ситуационное моделирование Нечеткие множества Нечеткие формализации

Процесс «сборки». Явление редукционизма.

Редукционизм в любых дисциплинах означает попытку объяснения исследуемого феномена, свойствами, более простых явлений, характерных «более низкому» уровню организации материи.

- Редукционизм опирается на следующий тезис: свойства целого объяснимы через свойства составляющих его элементов (Клир Дж.).
- Редукционизм - это стремление свести объяснение сложного явления к объяснению более простого явления, считая «простое явление» моделью объясняемого явления.
- Редукционизм необходимо понимать как некоторый своеобразный метод мышления, поэтому феномен редукционизма заслуживает четкого понимания.
- Редукционизм пронизывает в определенной степени все науки. Эта особенность мышления во многом прививается человеку в процессе обучения.
- Редукционизм, как способ сведения анализа сложного явления к анализу явлений более простых, не является универсальным средством познания.

Нельзя без доказательства считать, что любые сложные явления могут быть познаны с помощью их расчленения на отдельные частные исследования или исследования их отдельных составляющих.

Редукционизм и сознание (разум)

Редукционизм способен углубиться в физическую структуру тела вплоть до молекулярного и атомарного уровня.

При этом он не найдет никаких физических источников нашего творческого потенциала, желаний и мечтаний, нашей непохожести друг на друга и способности хранить воспоминания, а также много других вещей, являющихся составляющими нашей истории.

Как нам требуется единая теория в физике, так же нужна единая теория о том, что есть человек.

Никакая модель мозга не в состоянии предсказать, какой выбор сделаю я или вы. Непредсказуемость опровергает все формы детерминизма и разрушает любые физические объяснения человеческой природы, потому что физические системы управляются фиксированными процессами.

Физикализм как разновидность редукционизма. Принципы физикалистского описания объектов

Эти принципы наиболее удачно и отчетливо были сформулированы Н. Н. Моисеевым. Речь идет о следующих принципах:

1. Принцип Родена. Физическое описание отсекает все невозможные (запрещенные физическими законами) состояния. (Аналогия с принципом ваяния в камне: достаточно отсечь все ненужное, и останется прекрасная статуя).

2. Принцип локального эксперимента - достаточно знать результаты «чистых» экспериментов, определяющих локальные зависимости, а все остальное может дать дедукция.

Н. Н. Моисеев показал, что физикалистский принцип Родена нарушается уже при описании некоторых физических ситуаций, когда возникают бифуркации. При достижении точки бифуркации поведение физической системы становится принципиально не предсказуемым, т. е. приобретает некоторые черты сложной системы. Для сложных систем этот принцип становится принципиально неприменимым.

Аспект разума, который нельзя непосредственно связать с мозгом, - его способность к наблюдению. Ни одна из составляющих нашего мозга – протеины, калий, натрий, вода - не способна к наблюдению, а мы способны. Вопрос: Каким образом совокупность всех этих веществ обрела такую способность?

Ограниченность обыденного повседневного сознания (состояния бодрствования) вызвана следующим:

- мы перегружены телесными ощущениями, информацией, поступающей от органов чувств, и программами, заложенными в нас в процессе воспитания;
- мы скованы рамками мозга и его физических ограничений;
- мы загнаны в глубокую колею привычных моделей восприятия – воспринимаем мир сегодня в точности так, как воспринимали его вчера;
- нас одолевают сомнения относительно собственных истинных целей и предназначения;
- нас преследуют страхи и скрытые воспоминания из прошлого;
- мы не в состоянии видеть, что лежит за границей жизни и смерти.

Принцип Родена, как физикалистский норматив, характерный для «классической науки», описывает исследуемые ситуации в модальности «долженствования». Другими словами: поведение системы детерминируется запретом невозможных (исходя из всеобщих законов) состояний и переходов.

Согласно нормативам системного подхода, описание объектов ведется в основном в модальности «возможности». Выбор одного из «разрешенных» состояний не предписывается с необходимостью, так как поведение системы во многом определяется целями, вырабатываемыми в самой системе.

Принцип локального эксперимента также отвергается системным подходом при исследовании сложных систем. Знание отдельных регулятивных механизмов сложной системы не дает оснований для суждения о принципах работы целого. Нормативы системного описания явлений как бы заранее рассчитаны на неполноту имеющегося знания.

Проблема механизма сборки

Академик Н.Н.Моисеев считает, что существует некоторая общая проблема, актуальная для любых уровней организации материи, которая препятствует такому же, как в физике, распространению редукционизма в других науках - это «проблема сборки».

Суть «проблемы сборки» в том, что при объединении элементов, то есть при переходе к макроуровню, происходит образование новой структуры, обладающей своими специфическими качествами.

Проблема сборки заключается в определении свойств системы на основе информации о свойствах ее элементов.

Процессы сборки и изучение тех или иных свойств системы (целого) зависят от свойств ее элементов. Они представляются сложными даже в мире неживой природы.

Утверждение: «целое больше суммы составляющих его частей».

Надо понимать, сколь сложны эти процессы в организациях - группах людей, занятых совместной целенаправленной деятельностью.

Пример: Проблема механизма сборки

Анализируя организации как системы (целое образуют люди, машины, технологии и т.д.):

- мы сталкиваемся с необходимостью рассматривать само объединение как некоторый непрерывный процесс организации, т.е. формирования системы, учитывать его историю, неопределенность и наследственность;
- мы вынуждены признать принципиальную ограниченность описания процесса в рамках какой-то конкретной дисциплины, то есть признать существующую многодисциплинарность организации знаний о такого рода объектах;
- мы признаем, что редукционизм при объяснении поведения целого просто не имеет смысла.
- мы понимаем, что процесс «сборки» осуществляют люди, и ключевым процессом становится процесс мышления.***

ВЫВОДЫ: Системный подход

В рамках этого подхода принципиально:

1. Постулирование первичности целого.
2. Центр тяжести исследования лежит в схватывании особой сущности "целого, мыслимого как многое", в выделении особых целостных свойств, позволяющих считать некоторую структуру системой.
3. Целое "предшествует" своим компонентам, но оно представляется собранием компонентов (частей). При этом представление не вполне детерминировано свойствами системы (свойствами целого) - оно может зависеть от наблюдателя, выбирающего удобный способ представления. Представление системы - это ее членение на подсистемы (компоненты).
4. Подлинной реальностью является целое. Элементы (части, компоненты), вычлняемые при представлении целого, как многого - эпифеномены этой реальности. (Эпифеномен - придаток к феномену, побочное явление, феномен, являющийся следствием из основного).

5. Каждое представление этой системы - это выделение элементов и задание отношений между элементами, т.е. построение модели.

6. Система сама по себе не модель и даже не множество, но может быть представлена как модель, в которой базовым множеством элементов является множество компонентов.

7. Представления системы, позволяют схематизировать и представить (формализовать) определенные свойства этого целого. Но при этом для получения максимально возможной полноты сведений необходимо одну и ту же систему (реальность) изучать на всех целесообразных для данного случая уровнях абстрагирования.

Описание системы - это построение модели, отображающей определенную группу свойств системы. *Применимость конкретного описания системы необходимо доказывать каждый раз, когда система попадает в новые условия.*

Специфика объектов системного анализа

Это объекты:

- которые либо просто невозможно, либо слишком трудно исследовать методами традиционных научных дисциплин;
- практическая важность которых в современных исторических условиях привела к необходимости поиска (создания) новых научных подходов;
- специфической чертой которых является сложность (конкретизируя понятие сложности, мы тем самым очерчиваем сам класс «сложных» объектов – класс объектов системного анализа);
- исследование всех одноплановых аспектов поведения которых невозможно или практически нецелесообразно (поскольку при этом исчезает практическая возможность исследования и интерпретации получаемых результатов) в рамках единой модели (единой теории, единообразного объяснения поведения);

Специфика объектов системного анализа

- различные одноплановые аспекты поведения которых не являются монодисциплинарными, с точки зрения принятой сегодня системы научной классификации, а требуют совместного учета различных факторов, относящихся к разным традиционным дисциплинам;
- интерпретация поведения которых невозможна без выявления и учета целенаправленности поведения их отдельных составляющих;
- для которых существуют такие декомпозиции, когда целевое или функциональное назначение отдельных компонент стабильно и может быть хотя бы в принципе выяснено, но при этом целевое и функциональное назначение объекта в целом неизвестно или не доопределено, и зависит от того, какие стратегии достижений своих целей выберут его компоненты, и какая структура взаимодействия в связи с этим выбором сформируется.

Тема 3

Классификация систем

1. Классификация систем по происхождению
2. Классификация по объективности существования
3. Классификация и характеристика действующих систем:
 - a) Технические системы.
 - b) Эргатические (человеко-машинные) системы.
 - c) Технологические системы.
 - d) Экономические системы.
 - e) Социальные системы.
 - f) Организационные системы.
 - g) Системы управления.

1. Классификация систем по происхождению

Системы делятся на естественные и искусственные (антропогенные).

Естественные системы - системы, объективно существующие в действительности: в живой и неживой природе и обществе. В природе эти системы возникли без участия человека.

Примеры: атом, молекула, клетка, организм, популяция, вселенная и т.п. как системы.

Искусственные системы - системы, созданные человеком.

Примеры:

Холодильник, самолет, предприятие, фирма, город, государство, партия, общественная организация и т. п.

Можно также выделять отдельный (третий) класс систем — смешанные системы. В этот класс относятся эргономические (машина - человек-оператор), автоматизированные, биотехнические, организационные и другие системы.

2. Классификация по объективности существования

Системы можно разбить на две группы:

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

Абстрактные (символические) системы. Они по своей сути, являются моделями реальных объектов - это умозрительное представление образов или моделей материальных систем. Они подразделяются на:

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

Символические системы - результат формализации логических систем. Они подразделяются на три класса:

- *статические математические системы* или модели, которые можно рассматривать как описание средствами математического аппарата состояния материальных систем (уравнения состояния);
- *динамические математические системы* или модели, которые можно рассматривать как математическую формализацию процессов материальных (или абстрактных) систем;
- *квазистатические (квазидинамические) системы* - системы, находящиеся в неустойчивом положении между статикой и динамикой, которые при одних воздействиях ведут себя как статические, а при других воздействиях - как динамические.

3. Классификация действующих систем

Действующие системы выделены из многообразия искусственных (создаваемых) систем, как системы, способные:

- совершать операции, работы, процедуры;
- обеспечивать заданное течение технологических процессов, действуя по программам, задаваемым человеком.

В действующих системах можно выделить:

1. Технические системы.
2. Эргатические (человеко-машинные) системы.
3. Технологические системы.
4. Экономические системы.
5. Социальные системы.
6. Организационные системы.
7. Системы управления.

Характеристика действующих систем

1. Технические системы - это материальные системы, которые решают задачи по программам, составленным человеком; сам человек при этом не является элементом таких систем.

В качестве связей в таких системах выступают физические взаимодействия (механические, электромагнитные, гравитационные и др.).

Примеры: автомобиль, холодильник, компьютер.

2. Эргатические системы - это системы, составным элементом которых 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 продукта, управления, обработки информации и т.д..

Примеры:

Водитель, управляющий автомобилем.

Рабочий, обрабатывающий деталь на токарном станке.

3. Технологические системы.

Технологические системы получаются путем рассмотрением любой деятельности как процесса производства продукта – вещественного, услуги или интеллектуального. Каждый продукт имеет свой жизненный цикл – от появления идеи продукта до его утилизации.

Технология – это сумма знаний, которыми располагает организация для того, чтобы делать «продукты». Технологии включают в себя огромный фонд организованных знаний.

Принято выделять технологии:

- производства материальных продуктов и услуг;
- перемещения грузов;
- производства, хранения и транспортировки энергии;
- обработки информации;
- механизации и автоматизации производства и управления;
- расширения возможностей чувственного восприятия (формирования информационных моделей человеку-оператору);
- индивидуального и группового поведения и.т.д.

3. Технологические системы (продолжение).

Можно выделить две трактовки понятия "технология":

а) как некой абстрактной совокупности операций. В этом случае говорят о формальной технологической системе - совокупности операций (процессов) в достижении некоторых целей (решений некоторых задач). Элементами такой системы будут операции (действия) или процессы. Здесь процесс понимается как последовательная смена операций (действий направленных на изменение состояния объекта.

б) как некой совокупности операций с соответствующими аппаратно-техническими устройствами или инструментами. В этом случае говорят о материальной технологической системе - совокупности приборов, устройств, инструментов и материалов (техническое, обеспечение системы), реализующих операции (процессное обеспечение системы) и предопределяющих их качество и длительность.

Примеры технологических систем: производство бумаги, изготовление автомобиля, оформление командировки, получение денег в банкомате.

Пример.

Рецепт - формальная технологическая система производства определенного блюда.

Совокупность кухонных приборов, реализующих рецепт, - материальная технологическая система производства блюда.

4. Экономическая система: система отношений (процессов), складывающихся в экономике; совокупность экономических отношений, возникающих в процессе производства, распределения, обмена и потребления экономических продуктов и регламентируемых совокупностью соответствующих принципов, правил и законодательных норм. Основные понятия: капитал, рабочая сила (труд), уровни цен, производительность, рынки и т.д.

5. Социальная система.

Социальную систему можно понимать с разных точек зрения:

- Как совокупность мероприятий (элементы системы), направленных на социальное развитие жизни людей. Элементы: социально-экономические и производственные условия труда, жилищные условия, образование, медицинское обслуживание и т. п.
- Как систему механизмов формирования и поддержания социального порядка в обществе (организационном сообществе, коллективе и т.п.). Механизмы планирования, исполнения, разрешения противоречий, формирования общественного мнения.

6. Организационная система (система организационного управления) - это совокупность элементов, обеспечивающих:

- координацию действий, нормальное функционирование и развитие основных функциональных элементов объекта (организации);
- взаимодействие технической, эргатической, технологической, экономической, социальной систем организации .

Элементы такой системы представляют собой органы управления, обладающие правом принимать управленческие решения.

Связи в системе имеют формальную и неформальную основу и определяют формальную и неформальную организационные структуры и формальные и неформальные коммуникации.

Замечание:

Считается, что общество состоит из множества организаций, с которыми связаны все проявления человеческой жизни: экономики, науки, культуры, образования, обороны, личной жизни и т.п..

Вопрос: Какая реальность обозначается термином организация в научной литературе (в том числе в литературе по теории управления и менеджменту)?

Сложность понятия организации

- Организация - некоторая целостность, представляющая собой группу людей, чья совместная деятельность направлена на достижение некоторой общей цели.
- Организация - группа индивидов объединенных в совместной деятельности организационными принципами, интересами, процедурами, личностными ценностями, а также формами полномочий и ответственности.
- Организация - объединение людей для достижения совместных целей.
- Организация - произвольное соглашение людей, которые объединились в процессе работы, распределив и закрепив за каждым членом определенные функции для наиболее эффективной деятельности всей организации в целом.
- Организация - устойчивая система совместно работающих индивидов на основе иерархии рангов и разделения труда для достижения общих целей.
- Организация - сознательно координируемое социальное образование с определенными границами, которое функционирует на относительно постоянной основе для достижения общей цели или целей.
- Организация - сознательно формализованная структура ролей и постов.
- Организация - внутренняя упорядоченность, согласованность, взаимодействие частей целого, обусловленные строением
- Организация - совокупность целенаправленных процессов или действий, ведущих к образованию необходимых связей.
- Организация - строение, взаимосвязь составляющих описываемого.
- Организация - любое представление о модели устройства, процесса или системы.

7. Система управления.

- 1) Управление рассматривается как действия или функция, обеспечивающие реализацию заданных целей.
- 2) Систему, в которой реализуется функция управления, называют системой управления.
- 3) Система управления (в рамках субъект-объектной парадигмы управления), содержит два главных элемента:
 - управляемую подсистему (объект управления);
 - управляющую подсистему (подсистему, осуществляющую функцию управления).
- 4) Применительно к техническим системам управляющую подсистему называют системой регулирования.
- 5) Применительно к социально-экономическим системам - системой организационного управления.
- 6) Разновидностью систем управления являются эргатические системы управления.

Тема 4

Классификация корпоративной информации

1. Классификация корпоративной информации
2. Линейные классификаторы корпоративной информации
3. Матричные классификаторы корпоративной информации

Классификация корпоративной информации

Линейные и матричные классификаторы корпоративной информации

Для классификации корпоративной информации используем ряд линейных классификаторов.

Классификатор 1.

Корпоративную информацию будем подразделять на две группы.

Явная корпоративная информация – это данные и знания, которые можно найти в документах организации в форме сообщений, писем, статей, справочников, патентов, чертежей, видео- и аудиозаписей, программного обеспечения и т.д.

Неявная (скрытая, персональная) корпоративная информация – это персональная информация или обыденное знание, неразрывно связанные с индивидуальным опытом. Его можно частично передать путем прямого контакта при помощи специальных процедур извлечения знаний. В рамках традиционной управленческой парадигмы (управление как искусство использования знаний в практике) считается, что именно скрытое практическое знание – это ключевое знание для принятия решений и управления.

Классификатор 2.

В стандартах менеджмента качества, которые, фактически являются стандартами эффективной организации деятельности, документы подразделяются на:

нормативные документы – документы-регламенты, предписывающие порядок реализации деятельности (в т.ч. зоны ответственности). В рамках менеджмента знаний для обозначения этого класса корпоративной информации используют термин «**процедурная**» информация;

рабочие документы – записи, регистрирующие данные, полученные в результате протекания рабочих процессов, а также отчеты и показатели, полученные в результате обработки этих данных. В менеджменте знаний для обозначения этого класса информации используют термин «**декларативная**» информация.

На основе классификаторов 1 и 2 формируем матричный классификатор корпоративной информации

Матричный классификатор корпоративной информации

	Явная	Неявная
Декларативная Информация (отчеты, записи, показатели)	ДЯ: <i>Систематизированная информация в корпоративных БД и хранилищах данных</i>	ДН: <i>Первичные массивы и файлы данных. Личные данные и заметки</i>
Процедурная информация (политики, регламенты процедуры)	ПЯ: <i>Документированные Корпоративные стандарты (в т.ч. правила принятия решений)</i>	ПН: <i>Личные и недокументированные бизнес-правила и процедуры реализации деятельности</i>

The diagram includes four numbered arrows indicating relationships between the quadrants:

- Arrow 1: A horizontal arrow pointing from the 'Неявная' column to the 'Явная' column, located between the 'Декларативная' and 'Процедурная' rows.
- Arrow 2: A vertical arrow pointing from the 'Процедурная' row to the 'Декларативная' row, located between the 'Явная' and 'Неявная' columns.
- Arrow 3: A vertical arrow pointing from the 'Процедурная' row to the 'Декларативная' row, located between the 'Явная' and 'Неявная' columns, positioned lower than arrow 2.
- Arrow 4: A horizontal arrow pointing from the 'Неявная' column to the 'Явная' column, located between the 'Декларативная' and 'Процедурная' rows, positioned lower than arrow 1.

С каждым из квадрантов этой матрицы связаны определенные задачи работы с корпоративной информацией:

- **Квадрант ДН:** Выделение ценной декларативной информации и ее документирование, то есть перевод в квадрант ДЯ (стрелка 1);
- **Квадрант ДЯ:** Повышение уровня структурированности и интерпретируемости данных, системное представление информации – от «целей до рабочих отчетов и записей» (стрелка 2);
- **Квадрант ПН:** Выделение недокументированных процессов (деятельности), то есть ценных для бизнеса правил и процедур, перевод их в квадрант ПЯ (стрелка 4);
- **Квадрант ПЯ:** Повышения качества и уровня системности документов – формирование структурированного пакета корпоративных стандартов «от устава организации до рабочих инструкций» (стрелка 3).

1. С технократической (прагматической) точки зрения нас более всего интересуют знания, доведенные до уровня корпоративных стандартов.
2. Эти знания опираются на систематизированные данные, полученные в ходе осуществления деятельности.
3. Необходимо использовать один из основополагающих принципов принятия решений в организациях – принцип принятия решений на основе фактов.

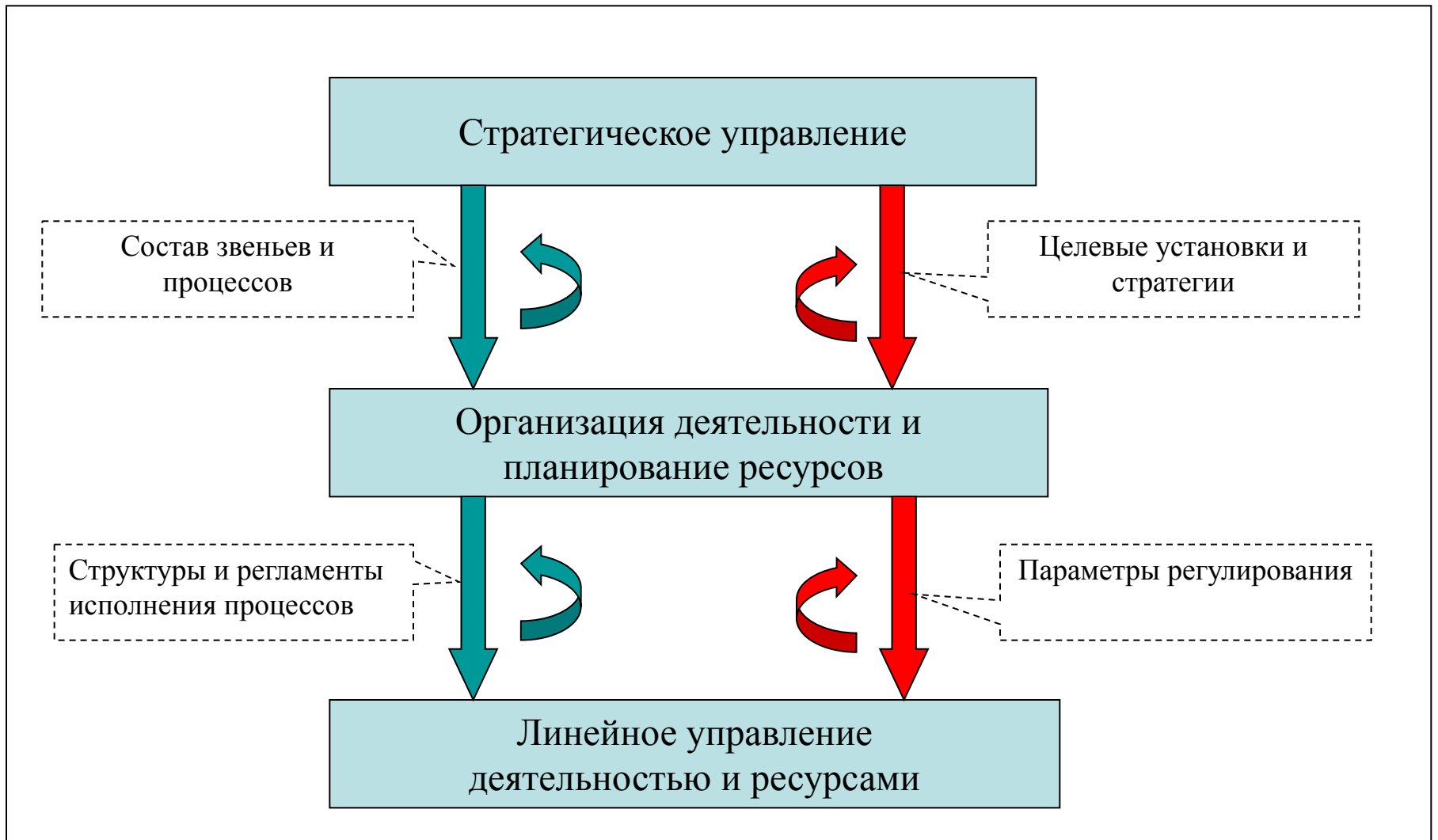
Классификатор 3

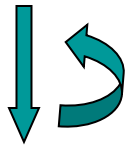
Для более точной классификации информации существующей в компании в матрицу следует добавить классификатор, учитывающий наличие 3-х уровней управления компанией – высшего, среднего и низшего уровней или стратегического, организационного и исполнительного уровней:

С-уровень – это уровень стратегического управления компанией (уровень собственников, ТОП-менеджеров);

О-уровень – это уровень, решающий задачи организации деятельности и планирования ресурсов (уровень бизнес-администраторов и функциональных менеджеров);

И-уровень – это уровень линейного управления деятельностью (персоналом) и ресурсами (уровень линейных менеджеров).

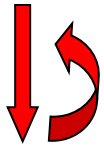




- цикл организационного менеджмента (организационного управления)

В основе цикла организационного менеджмента (т.е. принятия решений об организации систематического выполнения любой целенаправленной деятельности в компании) лежит структурное или процессное моделирование бизнес-процессов и процедурный контроль, который включает:

1. Определение состава задач (обособленных функций, операций).
2. Выбор исполнителей (распределение зон и степени ответственности).
3. Проектирование процедур (последовательности и порядка исполнения).
4. Согласование и утверждение регламента исполнения (процесса, плана мероприятий).
5. Ответственность об исполнении.
6. Контроль исполнения (процедурный контроль).
7. Анализ причин отклонений и регулирование.



- цикл управления ресурсами (управление функционированием)

В основу цикла управления ресурсами (например, финансовыми – бюджетирование или материальными – управление запасами) должны быть положены расчеты или имитационное моделирование функционирования организации и контроль результатов.

Например:

1. Выбор (или получение от системы верхнего уровня) целевого критерия оценки качества решения
2. Сбор информации о ресурсах предприятия и/или возможностях внешней среды
3. Расчет вариантов (с различными предположениями о возможных значениях параметров - сценариями поведения среды)
4. Выбор оптимального или лучшего из рассмотренных варианта решения – принятие ресурсного плана
5. Учет результатов и формирование отчетности
6. Сравнение с принятым критерием оценки (контроль результатов)
7. Анализ причин отклонений и регулирование. И т.д.

	С-уровень	О-уровень	И-уровень
ДЯ	<i>ДЯС</i>	<i>ДЯО</i>	<i>ДЯИ</i>
ДН	<i>ДНС</i>	<i>ДНО</i>	<i>ДНИ</i>
ПЯ	<i>ПЯС</i>	<i>ПЯО</i>	<i>ПЯИ</i>
ПН	<i>ПНС</i>	<i>ПНО</i>	<i>ПНИ</i>

Каждая ячейка матрицы соответствует определенной группе корпоративной информации.

Например:

Ячейка ДЯС: Декларативная явная информация стратегического уровня.

В эту группу входят количественно выраженные целевые значения стратегических показателей деятельности компании – например, «рост ПВК за 3 года на 15%; рост ПВК по годам; ...» и т.д.

Ячейка ДНИ: Декларативная неявная информация исполнительного уровня.

К этой группе информации относятся записи в личных рабочих блокнотах сотрудников, исполнителей того или иного бизнес-процесса, а также находящиеся в их памяти результаты (факты) протекания процессов в прошлом;

Ячейка ПЯО: Процедурная явная информация организационного уровня.

Собственно это и есть вся нормативная управленческая документация предприятия (от Положений об организационно-функциональной структуре до Положений о подразделениях и Должностных инструкций).

Классификация корпоративной информации (ВЫВОДЫ)

При построении в компании информационной системы необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какая информация наиболее важна для принятия решений?
2. Каким образом следует выявлять такую информацию?
3. Следует ли накапливать такую информацию? Если да, то каким образом?
4. Каковы правила принятия решений с использованием данной информации?
5. Каким образом реализовывать принятые решения?
6. Как создавать и поддерживать в актуальном для персонала организации состоянии управленческие регламенты?