



ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ СИСТЕМ. ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ И ВИДЫ СВЯЗЕЙ В СИСТЕМАХ.

27.03.02 «Управление качеством»
ЛК №2

Ирина Андреевна Абрашкина

abrashkinaia@tpu.ru

ИТОГИ НЕДЕЛИ №1



СИСТЕМА — это целое, состоящее из связанных между собой частей, упорядоченная совокупность элементов

ЭМЕРДЖЕНТНОСТЬ — одно из главных свойство системы, наличие у системы качеств, не присущих ни одному из ее элементов в отдельности

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ — это не просто набор методов, а особый способ мышления, это дисциплинированный подход к пониманию и изменению сложного мира



ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ

Теория систем — это не внезапное открытие, а закономерный результат эволюции научной мысли, ответ на растущую потребность в изучении сложности.

ЭТАП 1. ПЕРИОД ИНТУИТИВНОГО СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ (АНТИЧНОСТЬ — XIX ВЕК)

- Аристотель (384–322 до н.э.) - «Целое больше суммы его частей»;
- Леонардо да Винчи (1452–1519) и Рене Декарт (1596–1650) - изучение взаимосвязей в природе и целостного восприятия сложных объектов;
- классики немецкой философии (Гегель, Карл Маркс) - рассмотрение явлений в их непрерывном развитии, изменении и всеобщей взаимосвязи;

**предыстория теории систем,
нет научного аппарата, нет понятия «система»**

ЭТАП 2. СТАНОВЛЕНИЕ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ (1920-Е — 1950-Е ГОДЫ)

- Владимир Иванович Вернадский (1863–1945) – учение о биосфере и ноосфере, планетарная среда как единая динамическая система;
- Александр Александрович Богданов (1873–1928) – наука об общих законах организации, универсальных для любых объектов — технических, биологических, социальных;
- Людвиг фон Берталанфи (1901–1972) – отец основатель современной Общей Теории Систем (ОТС), модель организма как открытой системы, находящейся в постоянном обмене энергией, веществом и информацией с окружающей средой;

**теория систем как самостоятельное научное
направление**



ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ

ЭТАП 3. РАЗВИТИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ (1950-Е — 1970-Е ГОДЫ)

- Норберт Винер (1894–1964) – кибернетика как наука об управлении, связи и переработке информации в системах;
- становление системного анализа и исследования операций – острая практическая потребность в решении сложных военных, логистических и экономических задач;
- развитие вычислительной техники - инструментарий для математического моделирования и имитации поведения сложных систем.

**«черный ящик», «контур управления»,
«положительная и отрицательная обратная
связь», прикладная дисциплина, методы теории
систем и кибернетики для выбора оптимальных
решений в условиях неопределенности**

ЭТАП 4. СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД (1980-Е ГОДЫ — ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ)

- изучение сложных адаптивных систем - глобальная экономика, социальные сети, экосистемы, иммунная система, Интернет (способность к обучению, адаптации, самоорганизации и emergence — спонтанному возникновению новых паттернов (шаблонов) поведения);
- синергетика (основатель — Герман Хакен) - процессы кооперативного поведения элементов в открытых нелинейных системах;
- системная динамика (Джей Форрестер) - аппарат для моделирования нелинейного поведения сложных систем во времени с помощью причинно-следственных петель и потоковых диаграмм

**системное мышление, управление проектами,
стратегическое планирование,**



ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ

Любую систему, от простейшей механической до самой сложной социальной, можно описать через набор ее ключевых элементов.

**ЭЛЕМЕНТЫ (КОМПОНЕНТЫ, ПОДСИСТЕМЫ) - НЕДЕЛИМЫЕ ЧАСТИ СИСТЕМЫ
ИХ СОВОКУПНОСТЬ + ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ = СИСТЕМНЫЕ СВОЙСТВА**

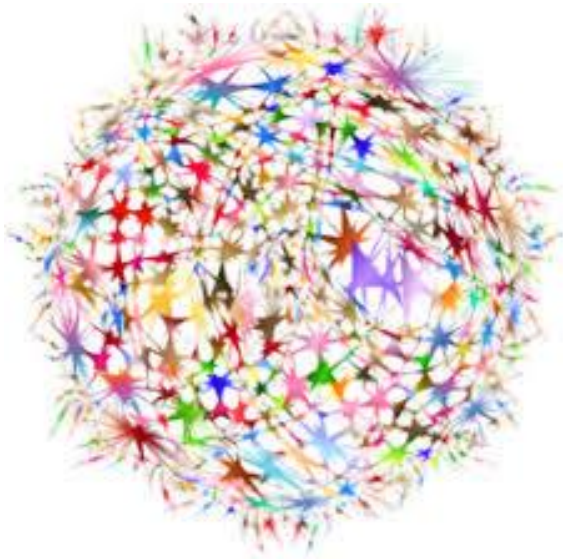
- в автомобиле: двигатель, колеса, коробка передач, кузов.
- в университете: факультеты, кафедры, студенты, преподаватели.
- в компьютерной программе: модули, функции, классы.

**СТРУКТУРА (КАРКАС, СКЕЛЕТ) - ОПРЕДЕЛЯЕТ ОРГАНИЗАЦИЮ,
УПОРЯДОЧЕННОСТЬ И ВНУТРЕНнюю ФОРМУ**

- один и тот же набор элементов, по-разному организованный, даст разные системы (конструктор LEGO);
- организационная структура предприятия (линейная, матричная, проектная);
- архитектура программного обеспечения;
- схема электрических цепей.



ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ



ФУНКЦИИ (ПОВЕДЕНИЕ) - ТО, ЧТО СИСТЕМА ДЕЛАЕТ

- функция системы «холодильник» — охлаждение продуктов;
- функция системы «отдел маркетинга» — повышение узнаваемости бренда и генерация лидов.

ЦЕЛЬ — ЖЕЛАЕМОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ИЛИ КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

- цель коммерческой компании — максимизация прибыли;
- цель системы пожаротушения в здании — ликвидация очага возгорания.

*сложные системы часто являются многоцелевыми,
а иногда цели подсистем могут конфликтовать друг с другом*



ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ

**ВХОДЫ И ВЫХОДЫ - ПОТОКИ ВЕЩЕСТВА, ЭНЕРГИИ, ИНФОРМАЦИИ,
КОТОРЫЕ СИСТЕМА ПОГЛОЩАЕТ ИЛИ ВЫДАЕТ**

«Кафе»:

- Входы: продукты, электроэнергия, вода, заказы от клиентов, инвестиции.
- Выходы: готовая еда и напитки, услуги, удовлетворенные клиенты, отходы, финансовые отчеты,

**ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ - МЕХАНИЗМ, ПРИ КОТОРОМ ВЫХОДЫ СИСТЕМЫ
ВОЗВРАЩАЮТСЯ НА ВХОД И ВЛИЯЮТ НА ПОСЛЕДУЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ**

Отрицательная обратная связь противодействует отклонениям от заданной цели(поддержание равновесия):

- Термостат в кондиционере. Если температура становится выше заданной (выходной параметр), эта информация поступает на вход системы, и кондиционер включается, чтобы охладить воздух.

Положительная обратная связь усиливает отклонение, выводя систему из исходного состояния, может вести как к росту и развитию, так и к разрушению.

- процесс аварии на атомной станции (лавинообразное нарастание мощности), «сарафанное радио» о новом продукте (лавинообразный рост популярности).



ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ



Состояние — мгновенная «фотография», «срез» системы; фиксация значений параметров системы на определённый момент времени.

Поведение — известные или неизвестные закономерности перехода системы из одного состояния в другое, определяемые как взаимодействием с внешней средой, так и целями самой системы.

Развитие, эволюция — закономерное изменение системы во времени, при котором может меняться не только её состояние, но и физическая природа, структура, поведение и даже цель.

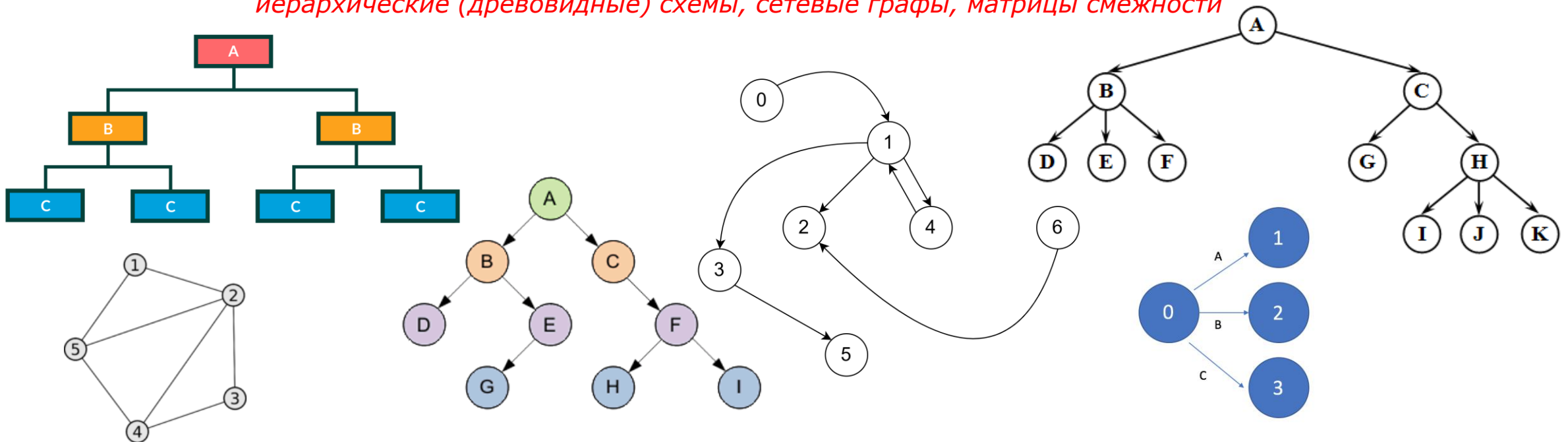
Жизненный цикл — стадии процесса развития системы, начиная с момента возникновения необходимости в такой системе и заканчивая её исчезновением.



ВИДЫ СВЯЗЕЙ В СИСТЕМАХ

Связи — это то, что превращает совокупность элементов в целостную систему.

*Для наглядного представления связей используются различные инструменты:
иерархические (древовидные) схемы, сетевые графы, матрицы смежности*



ВИДЫ СВЯЗЕЙ В СИСТЕМАХ. НАПРАВЛЕННОСТЬ

Направленные (односторонние):

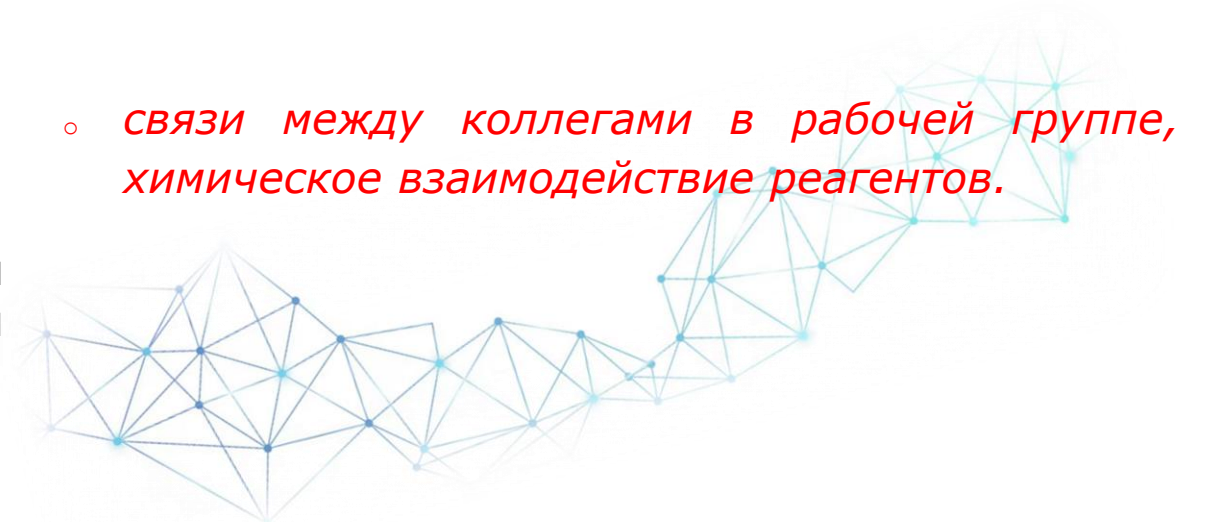
- влияние передается от одного элемента (источника) к другому (приемнику) без существенного обратного воздействия.
- *приказ генерального директора, спущенный вниз по иерархии, передача вращательного момента от двигателя к колесу.*

Ненаправленные:

- элементы взаимно влияют друг на друга.
- *связи между коллегами в рабочей группе, химическое взаимодействие реагентов.*

Обратные связи:

- являются частным, но крайне важным случаем направленных связей, где выход системы воздействует на ее вход.



ВИДЫ СВЯЗЕЙ В СИСТЕМАХ. СИЛА И ХАРАКТЕР

Жесткие (детерминированные):

- однозначно и с высокой степенью обязательности определяют поведение связанных элементов, такие связи характерны для технических и формализованных систем.
- *алгоритм работы процессора, программа станка с ЧПУ, юридический договор.*

Гибкие (вероятностные, стохастические):

- определяют поведение элементов не однозначно, а с некоторой вероятностью, характерны для социальных, экономических и биологических систем.
- *влияние уровня сервиса на лояльность клиентов, связь между квалификацией сотрудника и качеством его работы.*



ВИДЫ СВЯЗЕЙ В СИСТЕМАХ. ТИП ПЕРЕДАВАЕМОГО РЕСУРСА

Вещественные (материальные):

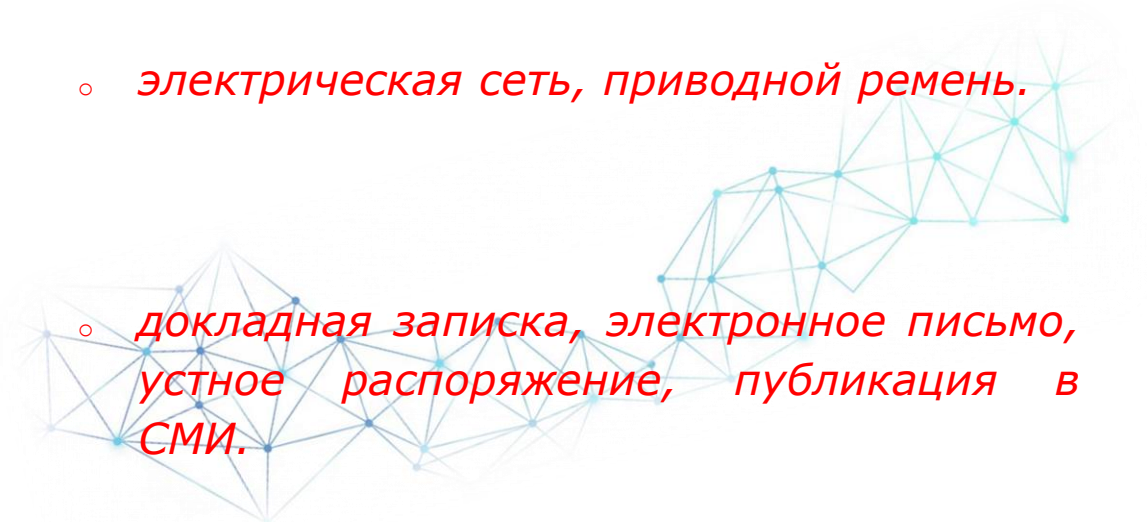
- связь, в процессе которой передаются физические объекты.
- конвейерная лента на заводе, поставка комплектующих от поставщика.

Энергетические:

- связь, осуществляемая через передачу энергии.
- электрическая сеть, приводной ремень.

Информационные:

- наиболее важный тип связей для сложных организационных и социальных систем, в процессе передаются данные, команды, знания, смыслы.
- докладная записка, электронное письмо, устное распоряжение, публикация в СМИ.



ВИДЫ СВЯЗЕЙ В СИСТЕМАХ. МЕСТО В СТРУКТУРЕ И УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Прямые:

- непосредственное влияние элемента А на элемент Б.
 - *непосредственное общение двух сотрудников.*

Косвенные:

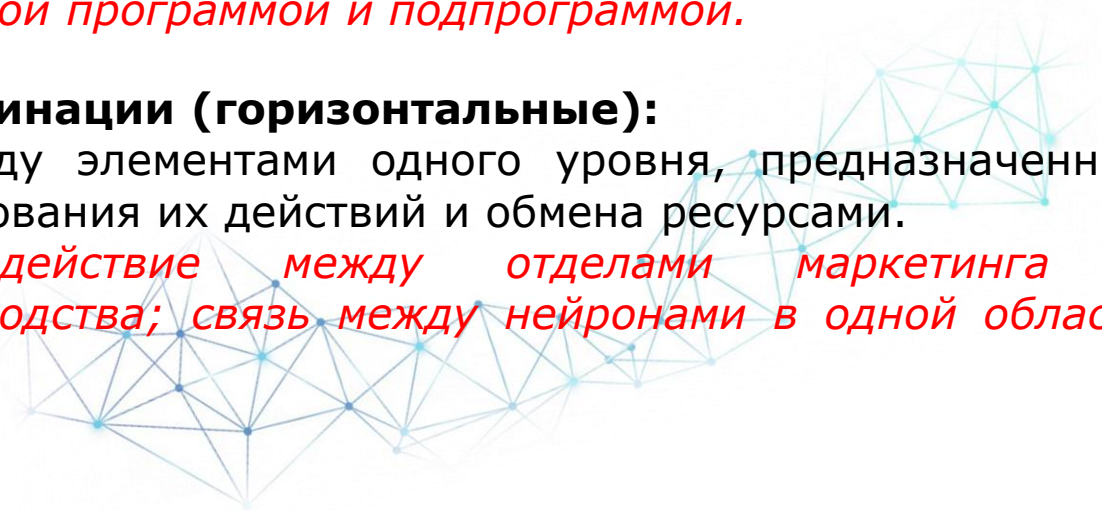
- влияние элемента А на элемент Б осуществляется через один или несколько промежуточных элементов ($A \rightarrow C \rightarrow B$).
 - *влияние отдела разработки на клиента через отдел продаж и продукт.*

Связи подчинения (вертикальные):

- связи, отражающие иерархию в системе, элемент более высокого уровня управляет элементом более низкого уровня.
 - *связь «руководитель — подчиненный», связь между основной программой и подпрограммой.*

Связи координации (горизонтальные):

- связи между элементами одного уровня, предназначенные для согласования их действий и обмена ресурсами.
 - *взаимодействие между отделами маркетинга и производства; связь между нейронами в одной области мозга.*



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для решения сложной проблемы недостаточно понять, из чего она состоит, необходимо ответить:

Как эти части связаны между собой?

Какова общая цель?

Как система взаимодействует со средой?

И как информация о результатах ее работы влияет на ее дальнейшее поведение?





ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!