

Теория систем и системный анализ

Тема 5. Системы

План лекции

1. Связь объекта с окружающей средой
2. Объект и система
3. Выделение системы
4. Система как совокупность элементов
5. Структура
6. Система как средство достижения цели
7. Выводы

Введение

Что такое система?

**Чем отличается система от
просто объекта исследования?**

**Любой ли объект можно назвать
системой?**

Введение

Объект исследования – это та реальность, которая изучается.

Предмет исследования – формируется самим исследователем и определяет какую либо сторону объекта.

1. Связь объекта с окружающей средой

Окружающая среда (ОС) – это совокупность объектов, которые окружают исследуемый объект и прямо или косвенно взаимодействуют с ним.

Целевая среда организации – это совокупность условий и факторов, действующих в непосредственном окружении организации и оказывающих прямое воздействие на установление целей и способов их организации.

1. Связь объекта с окружающей средой



1. Связь объекта с окружающей средой

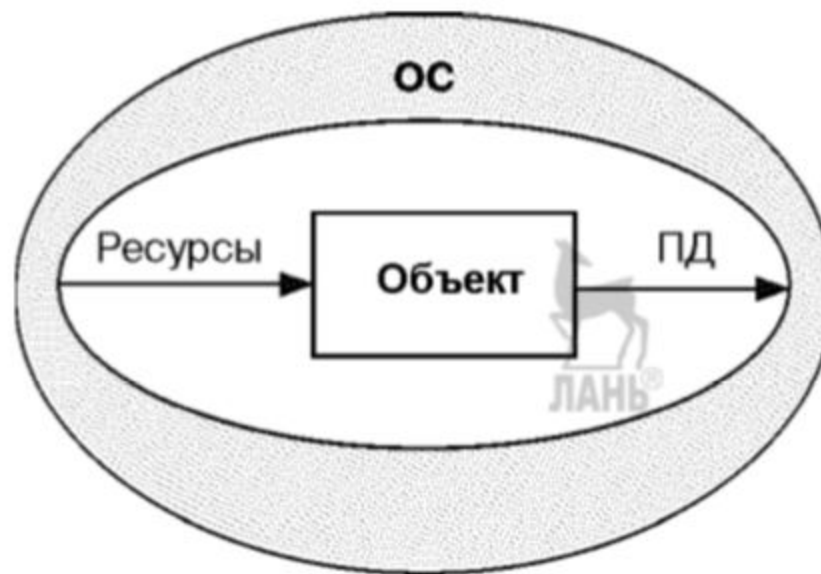
Между ОС и объектом существует бесконечное множество взаимных связей, с помощью которых реализуется процесс взаимодействия среды и объекта.

Будем считать, что связь (взаимодействие) объекта с внешней средой реализуется через некоторые условные точки – **ВХОДЫ** и **ВЫХОДЫ**.

На входы объекта поступают из ОС материальные, энергетические и информационные потоки, а объект выдает все это на выходы в преобразованном виде.

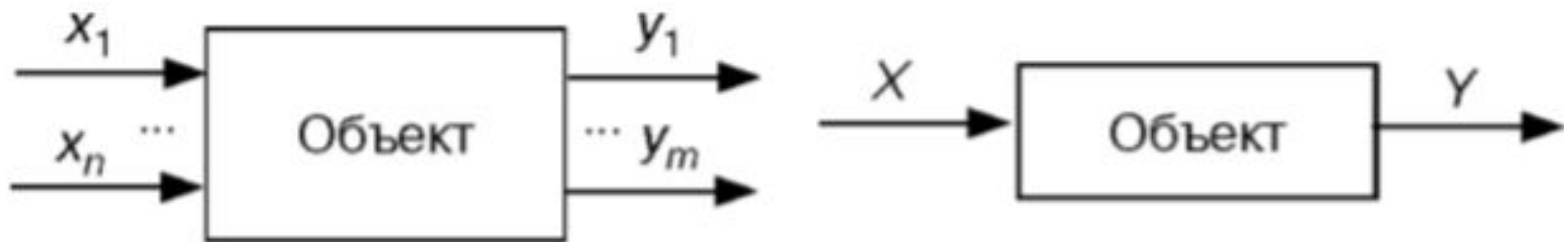
1. Связь объекта с окружающей средой

Упрощенно можно рассматривать взаимодействие ОС и объекта как получение системой из окружающей среды различных ресурсов и передачу в ОС конечных продуктов деятельности



1. Связь объекта с окружающей средой

С кибернетической точки зрения объект представляется только преобразователем информации (входной в выходную).



1. Связь объекта с окружающей средой

Помимо ресурсов на входе и продуктов деятельности на выходе у объекта имеются **входные факторы**, которые влияют (в отрицательном или положительном смысле) на процесс преобразования (функционирование объекта) и **побочные продукты деятельности**, которые, в лучшем случае, не нужны, в худшем – оказывают негативное воздействие на окружающую среду и находящегося в ней потребителя.

1. Связь объекта с окружающей средой

В отношении входов важно понять, какие из них могут **контролироваться** (т.е. их значение можно измерить в какой-то шкале) и **управляться** (т.е. их значения могут изменяться в зависимости от необходимости).

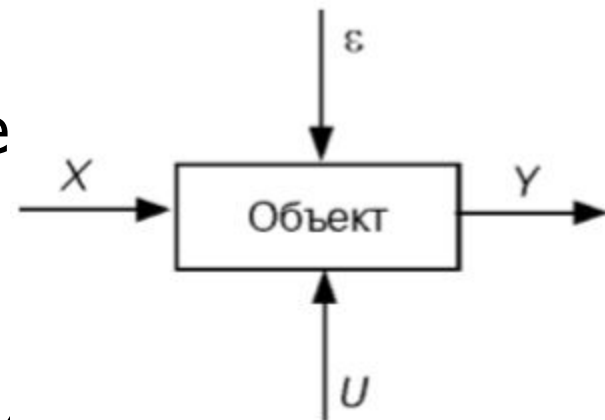
1. Связь объекта с окружающей средой

Исходя из критериев контролируемости управляемости входы условно разбивают на следующие типы:

возмущения – контролируемые переменные (X);

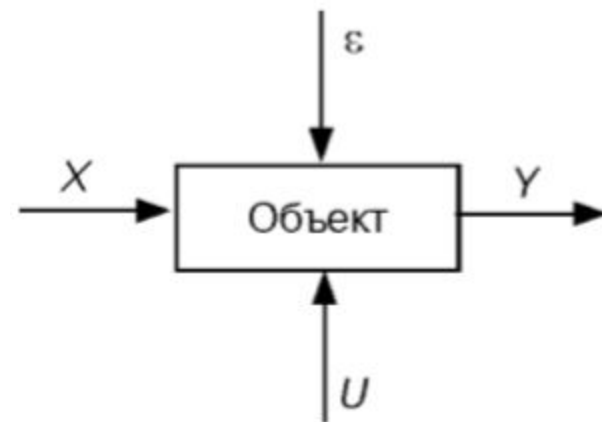
помехи, или **шум** – неконтролируемые переменные (ε),

управления – управляемые переменные (U).



1. Связь объекта с окружающей средой

При классификации выходов выделяют так называемые **целевые выходы**, т.е. выходы, которые полезны потребителю, либо соответствуют цели исследования (Y).



2. Объект и система

Первое определение системы:

Система – это упорядоченное представление об объекте исследования с точки зрения поставленной цели.

Первое свойство систематизации, системного представления о рассматриваемом объекте – **наличие цели**.

Цель вычленяет, очерчивает в объекте систему – в нее войдет из объекта только то, что определяет свойства, необходимые для достижения цели.

3. Выделение системы

Система, являясь отражением объекта, включена в окружающую среду, и одна из первых задач системного анализа – **выделение системы из окружающей среды.**

Для выделения системы необходимы:

- **объект исследования;**
- **цель,** для реализации которой выделяется система;
- **субъект наблюдения,** формирующий систему;
- **входные и выходные** переменные, отражающие взаимосвязь системы с ОС.

3. Выделение системы

Границы системы условны – они диктуются задачей исследования. Частным случаем выделения системы является определение ее через входы и выходы, т.е. фактически представление ее в виде «**черного ящика**».

Система не существует объективно – она такая, какой ее определил субъект наблюдения в соответствии с поставленной целью. Это связано, в частности, и с субъективностью целеформирования.

3. Выделение системы

Нельзя говорить об анализе предприятия как системы, не определив цели анализа.

На предприятии можно выделить много систем: систему оплаты труда, систему техники безопасности, систему информационной безопасности, финансовую систему, систему производства, систему снабжения и т.д.

Тогда что же такое предприятие?

Это система вышеназванных систем.

4. Система как совокупность элементов

Второе, «внутреннее», определение системы.

Система – это совокупность (множество) объектов и процессов, называемых элементами, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой; они образуют единое целое, обладающее свойствами, не присущими составляющим его элементам, взятым в отдельности.

Система должна состоять, по крайней мере, из двух элементов.

4. Система как совокупность элементов

Следствия из определения:

1. Система должна состоять, по крайней мере, из двух элементов.
2. Каждый элемент системы прямо или косвенно связан с другими элементами.
3. Ее нельзя разделить на независимые части – система как таковая перестанет существовать.

4. Система как совокупность элементов

Согласно распространенной мировоззренческой позиции мир устроен целостно и неделимо. Разделение мира на отдельные составные части условно и делается человеком ради достижения определенных целей, решения определенных задач.

Системное представление является способом воспроизведения и отражения нашего сознания, нашей логики, или, другими словами, **система – это дискретная модель непрерывного бытия.**

Система – это только один из способов представления объекта исследования наряду с другими, несистемными, представлениями.

4. Система как совокупность элементов. Свойства

Систему можно описать в виде множества элементов, связей и их свойств.

Свойство – это сторона объекта, обуславливающая его различие или сходство с другими объектами, проявляющееся во взаимосвязи с ними.

4. Система как совокупность элементов. Свойства

Основные особенности свойств:

1. Всякое свойство относительно.
2. Каждая вещь обладает бесчисленным количеством свойств, совокупность которых означает ее качество. Для каждого конкретного исследования существенны только некоторые из свойств. Следовательно, существенность тех или иных свойств может меняться с изменением цели исследования.

4. Система как совокупность элементов. Свойства

3. Свойства дают возможность описывать объекты системы количественно, выражая их в единицах, имеющих определенную размерность.

Меру количественного описания свойства называют **параметром**.

4. Свойства вещей присущи самим вещам, т.е. объективны. Отделить их от вещей можно лишь мысленно.

4. Система как совокупность элементов. Свойства

Интегративные свойства – это свойства которые имеются у системы в целом, но отсутствуют у ее элементов.

Интегративное свойство отражает сущность системы: «Система S на объекте A относительно интегративного свойства есть совокупность таких элементов, находящихся в таких отношениях, которые порождают данное интегративное свойство».

4. Система как совокупность элементов. Элементы

Элемент – это внутренняя исходная единица, функциональная часть системы, собственное строение которой не рассматривается, а учитываются лишь ее свойства, необходимые для построения и функционирования системы. Совокупность однородных элементов системы иногда называют компонентами.

Элемент системы – это объект, выполняющий определенные функции и не подлежащий дальнейшему разделению в рамках поставленной задачи.

4. Система как совокупность элементов. Элементы

В иерархических структурах элемент тоже может быть рассмотрен как система, а система, в свою очередь, является элементом более высокого уровня. В связи с этим вводят понятия *подсистема* и *надсистема*.

Система, являющаяся элементом данной системы, называется **подсистемой** данной системы.

Система, элементом которой является данная система, называется **надсистемой** данной системы.

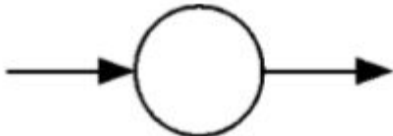
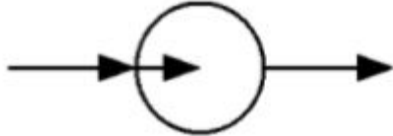
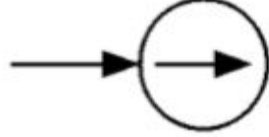
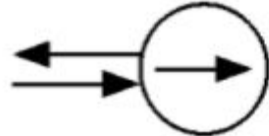
4. Система как совокупность элементов. Элементы

Совокупность всех элементов, из которых состоит система, образуют ее **состав**. Состав системы сводится к полному перечню ее элементов.

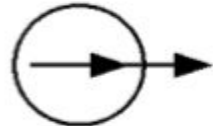


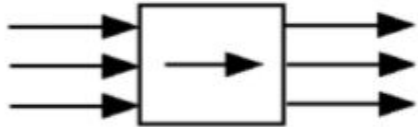
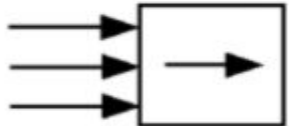
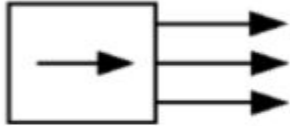
Системы, имеющие одинаковый состав, могут обладать разными свойствами. Определяющим для системы является организация ее элементов, или структура.

4. Система как совокупность элементов. Элементы

Классификация элементов по реакции на возмущение (Карташев В.А.)

Название	Характеристика	Изображение
Упругий	Однозначно передает входное воздействие на выход (повторитель)	
Рефлексивный	Осуществляет внутреннее преобразование входа в выход по какому-либо алгоритму	
Потребитель	Воспринимает входное воздействие без образования выходного («черная дыра»)	
Отторгатель	Не воспринимает входное воздействие (отклоняет его)	

4. Система как совокупность элементов. Элементы

Источник	Генерирует выходное воздействие в отсутствие входного («фантом»)	
Полирецепторный	Рефлексивный элемент с несколькими входами и одним выходом	
Полиэффекторный	Рефлексивный элемент с одним входом и несколькими выходами	
Полиэлемент	Рефлексивный элемент с несколькими входами и несколькими выходами	
Полипотребитель	Потребитель, воспринимающий воздействия по нескольким входам	
Полиисточник	Источник, генерирующий несколько выходных воздействий	

4. Система как совокупность элементов. Элементы

Основание классификации	Элемент	
	Тип	Характеристика
Роль в системе	Основной	Играет главную роль в системе
Активность в системе	Неосновной	Играет второстепенную роль в системе
Характер воздействия на систему	Активный	Воздействует на процессы системы
	Пассивный	Слабо воздействует на процессы системы
	Определенный или предсказуемый	Оказывает вполне определенное воздействие на систему
	Неопределенный или непредсказуемый	Оказывает непредсказуемые воздействия на систему
	Будущего	Свойственен для будущего данной системы (инновационный элемент)

4. Система как совокупность элементов. Связи

Связь обеспечивает возникновение и сохранение целостности свойств системы. Это понятие одновременно характеризует и строение (статiku), и функционирование (динамику) системы.

Определение 1. Связи – это то, что объединяет элементы в целое.

Определение 2. Связи – это компоненты системы, осуществляющие взаимодействие между ее элементами, а также между системой в целом и средой.

4. Система как совокупность элементов. Связи

Содержательный подход классификации связей:


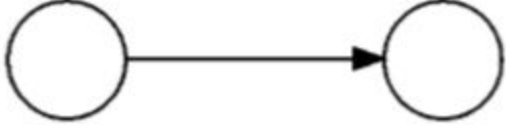
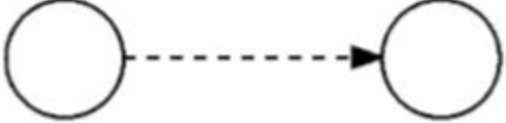
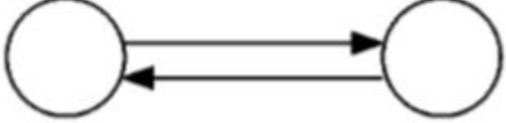


- **материально-вещественные** – процессы передачи вещества между элементами системы;
 - **энергетические** – процессы передачи энергии между элементами системы;
 - **информационные** – представляют собой информационные потоки.
-

4. Система как совокупность элементов. Связи

Функциональный подход классификации связей:

- **связи первого порядка** – функционально необходимые, реализующие основные функции системы;
 - **связи второго порядка** – дополнительные связи, улучшающие действие системы;
 - **связи третьего порядка** – излишние или противоречивые связи.
-

4. Система как совокупность элементов. Связи

Вид связи	Изображение
Ненаправленная непрерывная	
Направленная непрерывная	
Прерывистая, дискретная	
Двусторонняя	
Равноправные	
Неравноправные	

4. Система как совокупность элементов. Связи

Иногда связь определяют как ограничение свободы элементов. Действительно, вступая в связь друг с другом, утрачивают часть своих свойств, которыми они потенциально обладали в свободном состоянии.

Если рассматривать вариант системы, состоящей из n элементов, в которой между двумя элементами допустима только одна связь, то максимальное количество связей в системе:

$$N_c = n(n-1)$$

4. Система как совокупность элементов. Связи

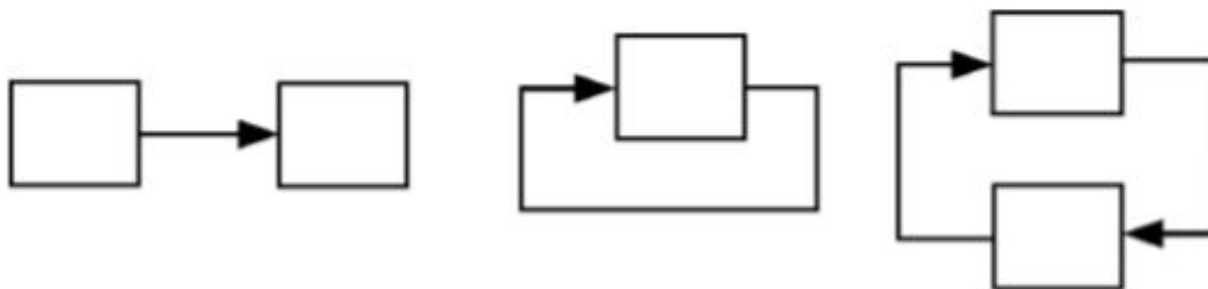
Для кибернетических моделей систем, для которых связи условно считаются однонаправленными, более адекватным является следующее определение:

Связь – это способ взаимодействия входов и выходов элементов системы между собой и с окружающей средой.

4. Система как совокупность элементов. Связи

Прямая связь – это непосредственное воздействие одного элемента на другой (связь между выходом одного элемента и входом другого).

Обратная связь – это воздействие результатов функционирования элемента на характер этого функционирования (связь между выходом и входом).



4. Система как совокупность элементов. Связи

Обратная связь, уменьшающая влияние входного воздействия на выходную величину, называется **отрицательной**, а увеличивающая это влияние – **положительной**.

Положительная (усиливающая) обратная связь усиливает тенденцию изменения выхода системы, а **отрицательная (уравновешивающая)** – ее уменьшает.

4. Система как совокупность элементов. Связи

Отрицательная обратная связь способствует **восстановлению** равновесия в системе, нарушенного внешним воздействием или некими внутренними причинами, а положительная – усиливает отклонение от равновесного состояния по сравнению с его величиной в системе.

Обратная связь является основой **саморегуляции, самоорганизации, развития системы, приспособления** ее к меняющимся условиям существования. Весь наш опыт состоит из циклов обратной связи.

4. Система как совокупность элементов. Связи

Имеется любопытная разновидность обратной связи – упреждающая связь. В этом случае будущее оказывает влияние на настоящее.

Если вы ожидаете провал, то, скорее всего, его и получите.

Если вы настраиваетесь на успех, ваша энергия и оптимизм помогают вам и повышают ваши шансы.

Наши ожидания и тревоги, опасения и надежды способствуют формированию именно того будущего, которое мы себе представляем.

5. Структура

Структура отражает определенные взаимосвязи элементов системы, ее строение. При описании сложных объектов структура системы включает не все элементы и связи между ними, а лишь наиболее существенные, которые мало меняются при текущем функционировании системы и обеспечивают ее существование и основные свойства.

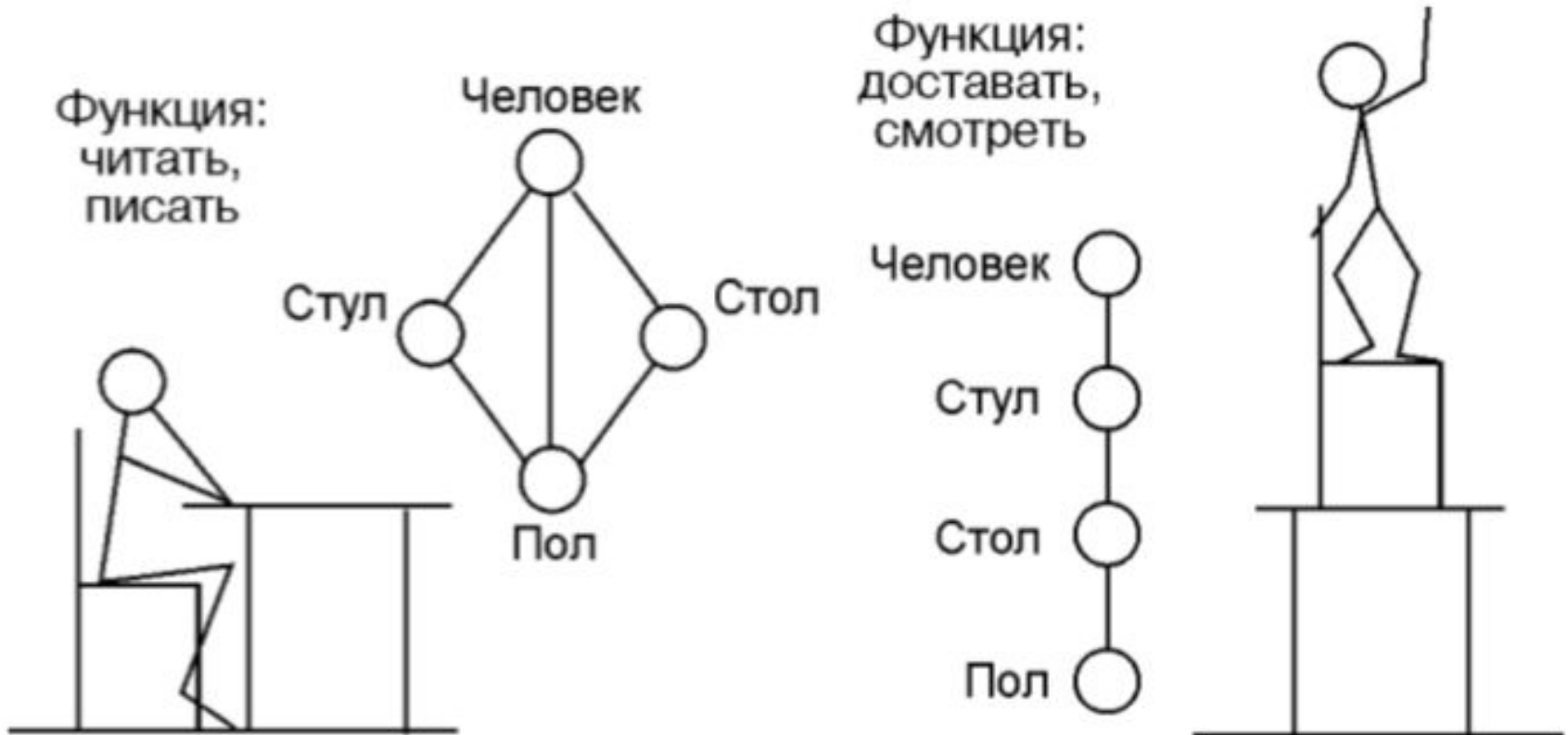
Определение. Структура системы – это устойчивая упорядоченность в пространстве и во времени ее элементов и связей между ними.

5. Структура

Структура отражает определенные взаимосвязи элементов системы, ее строение. При описании сложных объектов структура системы включает не все элементы и связи между ними, а лишь наиболее существенные, которые мало меняются при текущем функционировании системы и обеспечивают ее существование и основные свойства.

Определение. Структура системы – это устойчивая упорядоченность в пространстве и во времени ее элементов и связей между ними.

5. Структура



назначение системы, и ее возможности.

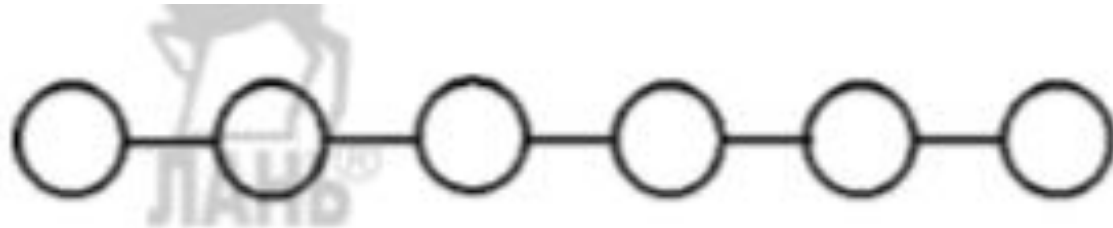
5. Структура

Под **формальной структурой** понимается совокупность функциональных элементов и их отношений, необходимых и достаточных для достижения системой поставленных целей.

Материальная структура является носителем конкретных типов и параметров элементов системы и их взаимосвязей.

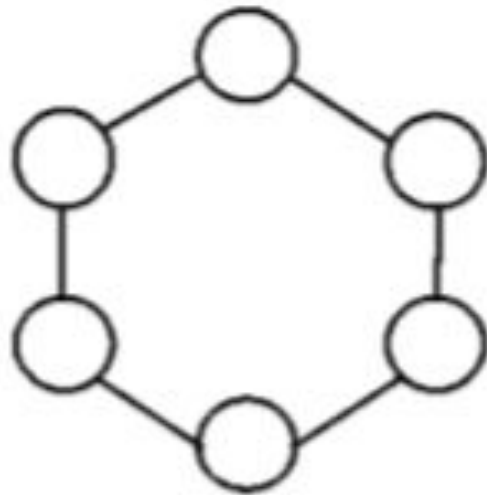
5. Структура. Основные типы структур

Линейная (последовательная) структура характеризуется тем, что каждый элемент связан с двумя соседними. При выходе из строя хотя бы одного элемента (связи) структура разрушается.



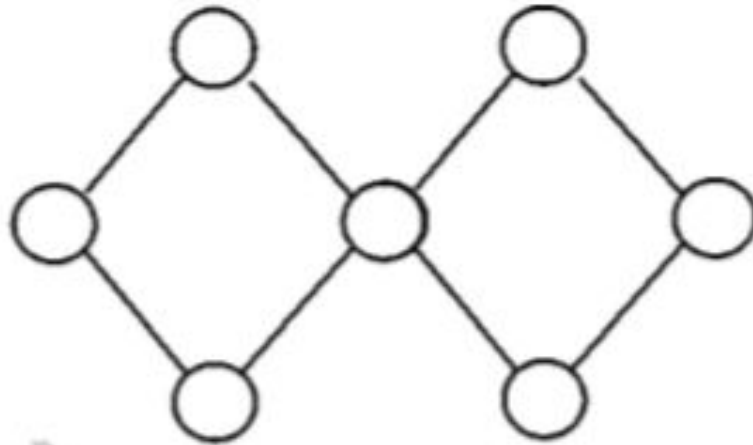
5. Структура. Основные типы структур

Кольцевая структура отличается замкнутостью, любые два элемента обладают двумя направлениями связи. Это повышает скорость обмена информацией, делает структуру более живучей.



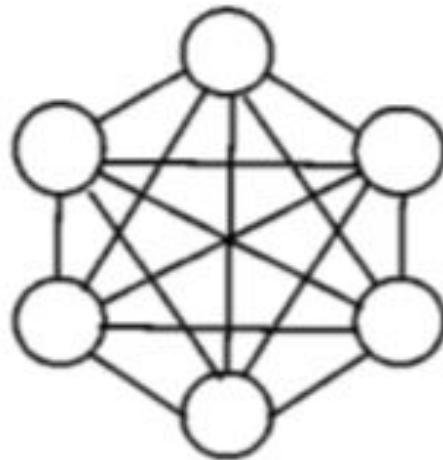
5. Структура. Основные типы структур

Сотовая структура характеризуется наличием резервных связей, что повышает надежность (живучесть) функционирования системы, но приводит к повышению ее стоимости.



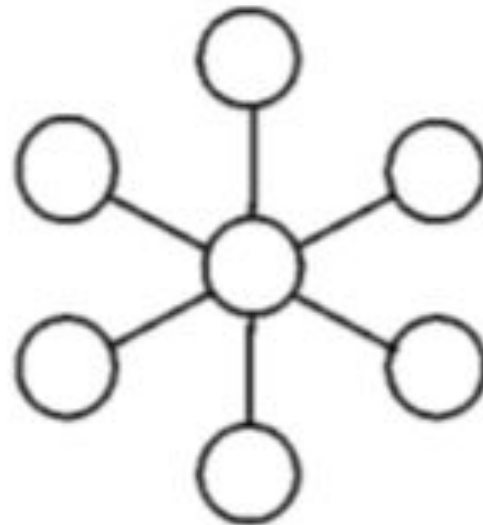
5. Структура. Основные типы структур

Многосвязная структура имеет структуру полного графа. За счет наличия кратчайших путей надежность ее функционирования максимальная, эффективность функционирования высокая, однако стоимость тоже максимальная.



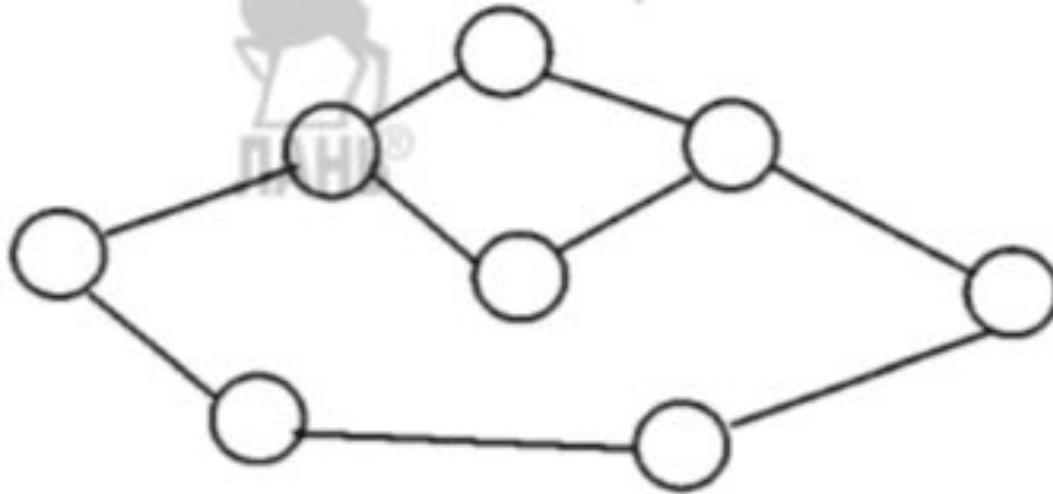
5. Структура. Основные типы структур

Звездная структура имеет центральный узел, который выполняет роль центра, все остальные элементы системы являются подчиненными.



5. Структура. Основные типы структур

Графовая структура используется обычно при описании производственно-технологических систем.



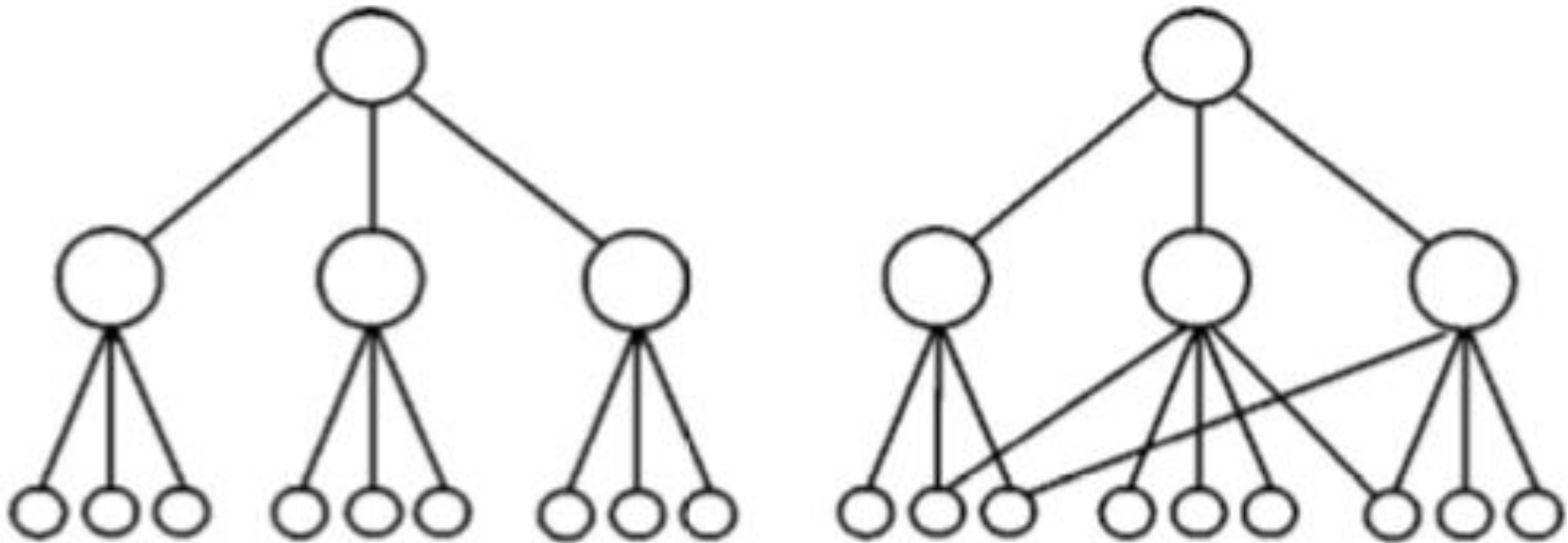
5. Структура. Основные типы структур

Сетевая структура или **сеть** (разновидность графовой структуры) представляет собой декомпозицию системы во времени. Например, сетевая структура может отображать порядок действия технической системы (телефонная сеть, электрическая сеть), этапы деятельности человека (при производстве продукции – сетевой график, при проектировании – сетевая модель, при планировании – сетевой план).

5. Структура. Основные типы структур

Иерархическая структура получила наибольшее распространение при проектировании систем управления. Все элементы, кроме верхнего и нижнего уровней, обладают как командными, так и подчиненными функциями управления. Иерархические структуры представляют собой декомпозицию системы в пространстве. Все вершины (узлы) и связи (ребра, дуги) существуют в этих структурах одновременно.

5. Структура. Основные типы структур



вышестоящего уровня, называются **иерархическими структурами со слабыми связями**.

5. Структура. Основные типы структур

Иерархические структуры, в которых каждый элемент нижележащего уровня подчинен одному узлу вышестоящего уровня, называют **древовидными структурами** (иерархическими структурами с сильными связями).

Структуры, в которых элемент нижележащего уровня может быть подчинен двум и более узлам вышестоящего уровня, называются **иерархическими структурами со слабыми связями**.

5. Структура. Стратификация и страты

В теории систем М. Месаровича предложены особые классы иерархических структур («страты», «слои», «эшелоны»), отличающиеся принципами взаимоотношений элементов в пределах уровня и различным правом вмешательства вышестоящего уровня в организацию взаимоотношений между элементами нижележащего.

Наиболее интересными для системного анализа являются **страты**.

5. Структура. Стратификация и страты

При описании сложных систем основная проблема состоит в том, чтобы, с одной стороны, отразить в модели целостное представление об исследуемом или проектируемом объекте, а с другой – дать его детальное описание.

Если мы начнем детально описывать все элементы системы и их свойства, то потеряем общее представление о системе, и наоборот, если будем рассматривать систему как «черный ящик», то не поймем, как работает система.

5. Структура. Стратификация и страты

Стратификация – это представление системы семейством моделей, каждая из которых описывает поведение системы с точки зрения соответствующего уровня абстрагирования.

Такое представление системы названо *стратицированным*, а уровни абстрагирования – *стратами*.

5. Структура. Стратификация и страты

Основные уровни (страты) изучения систем: макроскопический и микроскопический анализы.

Макроскопический анализ заключается в игнорировании деталей структуры системы и наблюдение только общего поведения системы как целого.

Цель макроскопического анализа: создание модели изучаемой системы в ее взаимодействии с окружением (структуры и границы системы, характер взаимодействия «вход-выход», особенности функционирования и т.д.)

5. Структура. Стратификация и страты

Микроскопический анализ детально описывает каждый из компонентов системы; центральным при это является понятие элемента; изучаются связи и функции элементов, структура системы и др.

Задачи микроанализа:

- выделение элементов в системе;
- изучение каждого из элементов;
- установление структуры системы;
- выявление связи между элементами.

5. Структура. Стратификация и страты

Для описания сложных систем двух страт недостаточно. В этом случае используется иерархическая структура описания системы, при котором более высокий уровень иерархии выступает в качестве макроописания для нижнего (микроуровня).

Страты могут выделяться по разным принципам. При представлении системы управления предприятием страты могут соответствовать сложившимся уровням управления: управление технологическими процессами и организационное управление предприятием.

5. Структура. Стратификация и страты

Стратифицированное управление может использоваться и как средство познавательного углубления представления о системе: чем ниже опускаемся по иерархии страт, тем более детальным становится раскрытие системы; чем выше поднимаемся, тем яснее становится смысл и значений всей системы.

Принципы стратификации реализованы в методологиях структурного системного анализа **SADT**, **DFD** и в серии стандартов **IDEF**.

5. Структура. Матричные структуры

Структуры с графическо (матричном взаимоотно структур). Иерархичес быть предст представле при оформл исполнител другие свед выполнения

1. ...	1.1. ...	1.1.1. ... 1.1.2. ...
	1.2. ...	1.2.1. ... 1.2.2. ... 1.2.3. ...
	1.3. ...	1.3.1. ... 1.3.2. ... 1.3.3. ...
	1.4. ...	1.4.1. ... 1.4.2. ...
2. ...	2.1. ...	2.1.1. ... 2.1.1. ...
	2.2. ...	2.2.1. ... 2.2.2. ... 2.2.3. ...

ТОЛЬКО В
ЧУМ

хической

зями может
і. Такое
ке, например,
но указать
отчетности и
оля

5. Структура. Матричные структуры

Взаимоотношения между уровнями иерархии со «слабыми» связями могут быть представлены в виде двумерной матричной структуры. Важной особенностью такого представления является возможность отразить не только наличие связей, но и их силу: либо словами («сильная» - «слабая»), либо путем введения количественных характеристик.

	1	2
1.1	+	+
1.2	+	-
1.3	+	-
1.4	+	+
2.1	-	+
2.2	+	+

5. Структура. Оценка эффективности

Из одних и тех же элементов можно создать множество различных структур (систем) , обладающих разными свойствами.

Особую важность имеют структуры в системах управления, когда при одном и том же числе сотрудников эффективность управления в значительной степени зависит от организации и взаимодействия.

5. Структура. Оценка эффективности

Основные показатели эффективности систем

Оперативность оценивается временем реакции системы на воздействие внешней среды либо скоростью ее изменения и зависит в основном от общей схемы соединения элементов и их расположения.

Централизация определяет возможность выполнения одним из элементов системы руководящих функций. Численно централизация определяется средним числом связей центрального(руководящего) элемента со всеми остальными.

5. Структура. Оценка эффективности

Основные показатели эффективности систем

Периферийность характеризует пространственные свойства структур. Численно периферийность характеризуется показателем «центра тяжести» структуры, при этом в качестве единичной оценки меры связности выступает «относительный вес» элемента структуры.

5. Структура. Оценка эффективности

Основные показатели эффективности систем

Живучесть системы определяется способностью системы сохранять свойства при повреждении ее части. Этот показатель может характеризоваться относительным числом элементов (или связей), при повреждении (уничтожении) которых показатели системы не выходят за допустимые пределы.

5. Структура. Оценка эффективности

Основные показатели эффективности систем

Объем является количественной характеристикой структуры и определяется обычно общим количеством элементов и связей либо тем и другим. Объем напрямую связан со стоимостью и другими характеристиками системы.

6. Система как средство достижения цели

Поскольку естественное состояние окружающей среды не всегда удовлетворяет человека, то возникает необходимость создавать искусственные системы, обеспечивающие потребности человека.

Целенаправленная деятельность человека заключается в отборе из окружающей среды объектов, свойства которых можно использовать для достижения цели, и на объединение этих объектов надлежащим образом, т.е. создании системы.

В этом случае **система есть средство достижения цели.**

Выводы

1. Объект погружен в окружающую среду, представляющую собой совокупность объектов, которые окружают исследуемый объект и прямо или косвенно взаимодействуют с ним.
2. При системном исследовании организации большое внимание уделяется ее целевой среде - совокупности условий и факторов, действующих в непосредственном окружении организации и оказывающих прямое воздействие на установление целей и способов их реализации.
3. Между окружающей средой и объектом существует бесконечное множество взаимных связей, реализуемых через некоторые условные точки – входы и выходы.
4. С кибернетической точки зрения объект представляется только преобразователем информации (входной в выходную).

Выводы

5. Входы объекта можно разделить на возмущения, управления и шумы.
6. Среди выходов объекта можно выделить целевые, которые полезны потребителю либо соответствуют цели его исследования.
7. При исследовании (проектировании) объекта, в зависимости от цели, рассматривают какую-либо его сторону – выделяют систему, как представление об объекте исследования с точки зрения поставленной цели. Для выделения системы, кроме объекта, необходимо наличие цели выделения системы, наблюдателя, выделяющего систему, а также входных и выходных переменных, отражающих взаимосвязь системы с окружающей средой.

Выводы

8. Традиционно системой считается совокупность взаимосвязанных элементов. Более строго систему можно определить как совокупность объектов, называемых элементами, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой, которые образуют единое целое, обладающее свойствами, не присущими составляющим его элементам, взятым в отдельности.
9. Систему можно описать в виде множества элементов, связей и их свойств.
10. Свойство – сторона объекта, обуславливающая его различие или сходство с другими объектами, проявляющееся во взаимосвязи с ними.

Выводы

11. В системном анализе большое внимание уделяется так называемым интегративным свойствам, которые имеются у системы, но отсутствуют у ее элементов.

Спасибо за
внимание!!!