

# ТЕОРИЯ СИСТЕМ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Лекции – **18** часов, лабораторные – **18** часов

Форма отчетности – **ЭКЗАМЕН** (тест, комиссия)

## Литература:

**1.** Дрейзис Ю.И. Основы теории систем и системный анализ. Изд-во «Артрум», Краснодар

**2.** Электронные варианты лекций, презентации, задания для лабораторных работ, дополнительные материалы по курсу

**находятся на сервере учебных материалов:**

**У:109.03.03 (бакалавриат) | 2019 год набора | 06. Теория систем и системный анализ (Б1.О.24)**

Материалы доступны из ПК-классов

Это обязательная дисциплина учебного плана

# Направление подготовки бакалавриат 09.03.03 Прикладная информатика

## Дисциплины (модули), где упоминается слово «СИСТЕМА»

Информационные **системы** и технологии

Вычислительные **системы**, сети и телекоммуникации

**Теория систем и системный анализ**

Проектирование информационных **систем**

Основы программирования и конфигурирования в корпоративных информационных **системах**

Комплексная автоматизация в корпоративных информационных **системах**

Интеллектуальные информационные **системы**

Экономика информационных **систем**

Администрирование информационных **систем**

Информационные **системы** в гостиничном менеджменте и туризме

Информационные **системы** в сервисе

Информационные **системы** в бухгалтерском учете и налогообложении

Предметно-ориентированные экономические информационные **системы**

Управление данными в информационной **системе** на основе 1С:Предприятие

Администрирование информационной **системы** на основе 1С:Предприятие

# ВВЕДЕНИЕ

**ТСиСА – это обязательная дисциплина федерального компонента.**

**Актуальность изучения данной дисциплины.**

Системный подход актуален для специалистов по управлению экономическими объектами, особенно для тех, кто связан с созданием автоматизированных систем управления экономическими объектами.

**Объектами исследования** в теории систем являются любые объекты окружающего нас мира, а их разнообразие и сложность велико:

(политическая система, экономическая система, система знаний, компьютерная система, солнечная система, система кровообращения, денежная система, нервная система и т.д. Разнообразие и сложность объектов затрудняет их познание.

Необходимы универсальные научные знания о законах и моделях существования и развития различных систем, методах анализа и синтеза систем.

**Цель курса** - ознакомление студентов с единым научным знанием, выраженным в законах и моделях систем, методах их анализа и синтеза, развить умение применять это знание на практике.

**Задачи курса:**

- формирование у студентов системного подхода при решении задач управления, в особенности, экономическими объектами,
- овладение студентами знаниями о законах и моделях систем, методах анализа и синтеза систем, которые отражают единое научное знание;
- развитие умений применять законы, модели и методы систем на практике;
- привитие навыков решения проблем методами системного анализа.

Предмет изучения курса - законы, модели и методы систем, которые отражают универсального научное знание, общее для всех научных дисциплин.

**Одной из характерных тенденций развития современного общества является **появление чрезвычайно сложных систем.****

**Основные причины этого:**

- непрерывно увеличивающаяся сложность технических средств, применяемых в человеческой деятельности;
- необходимость в повышении качества управления как техническими, так и организационными системами (предприятие, отрасль, государство и др.);
- расширяющаяся специализация и взаимодействие предприятий и др.

В отличие от традиционной практики проектирования простых систем при разработке крупных автоматизированных, технологических, энергетических, аэрокосмических, информационных и других сложных комплексов

**возникают проблемы, меньше связанные с рассмотрением свойств и законов функционирования элементов,**

**а больше - с выбором наилучшей структуры, оптимальной организации взаимодействия элементов, определением оптимальных режимов их функционирования, учетом влияния внешней среды и т.п.**

**По мере увеличения сложности систем этим комплексным общесистемным вопросам отводится более значительное место.**

Развитие отраслей и усиление их взаимного влияния друг на друга приводят к увеличению **количества возможных вариантов**, рассматриваемых в случаях принятия решений при проектировании, производстве и эксплуатации, планировании и управлении предприятием, объединением, отраслью и т.п.

Все это привело к появлению нового - **системного** - подхода к **анализу систем**. Они (**системы**) часто не поддаются полному описанию и имеют **многогранные связи между отдельными функциональными частями (подсистемами)**, каждая из которых может представлять собой также большую систему (пример): **Солнечная система – Земля – биосфера - животный мир – хищники – кошачьи**

В основе системного подхода лежит специальная теория **общая теория систем**.

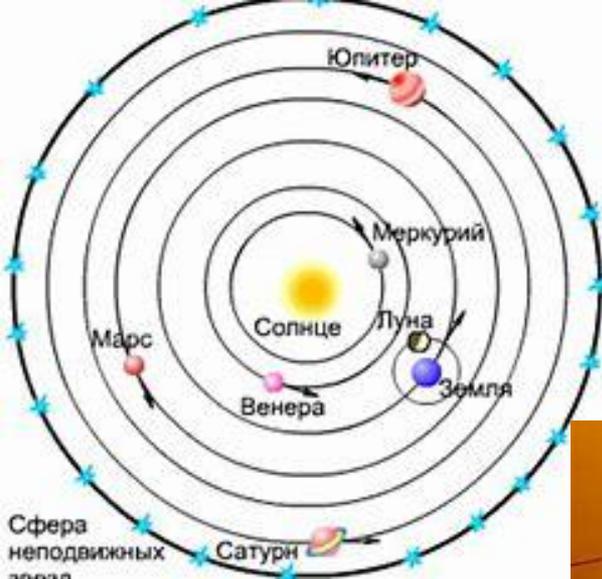
Потребность в использовании понятия **«система»** возникала для объектов различной физической природы с древних времен.

Еще **Аристотель** обратил внимание на то, что **целое (т.е. система) несводимо к сумме частей, его образующих (пример – футбольная команда – игроки)**.

В частности, термин **«система»** и связанные с ним **понятия комплексного, системного подхода** исследуются и подвергаются осмыслению философами, биологами, психологами, кибернетиками, математиками, экономистами, физиками, инженерами различных специальностей.

Потребность в использовании этого термина возникает в тех случаях, когда невозможно что-то продемонстрировать, изобразить, представить математическим выражением, **но нужно подчеркнуть**, что это будет **большим, сложным**, не полностью сразу понятным (неопределенным) и одновременно, **целым, единым**.

Например – **«солнечная система»**, **«система управления станком»**, **«система организационного управления предприятием (городом, регионом и т.п.)»**, **«экономическая система»**, **«система кровообращения»** и т.д.



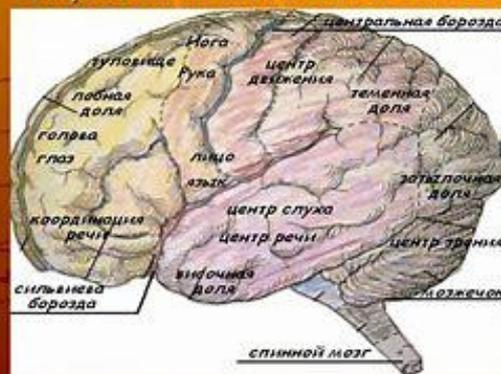
Сфера неподвижных звезд

$$\begin{cases} 25 \frac{x}{2} + \frac{20}{5x} \geq 9, \\ \log_{x+5} \left( \frac{x+2}{5} \right) \leq 0 \end{cases}$$

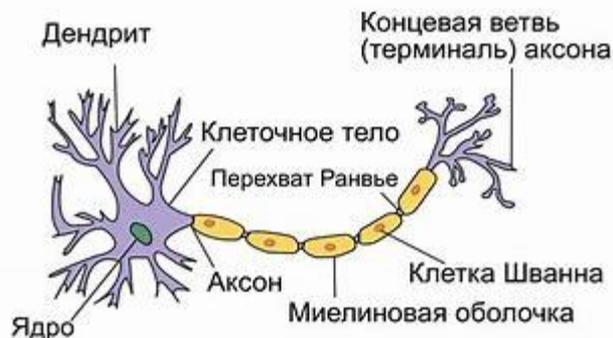
## Примеры систем



## Строение головного мозга

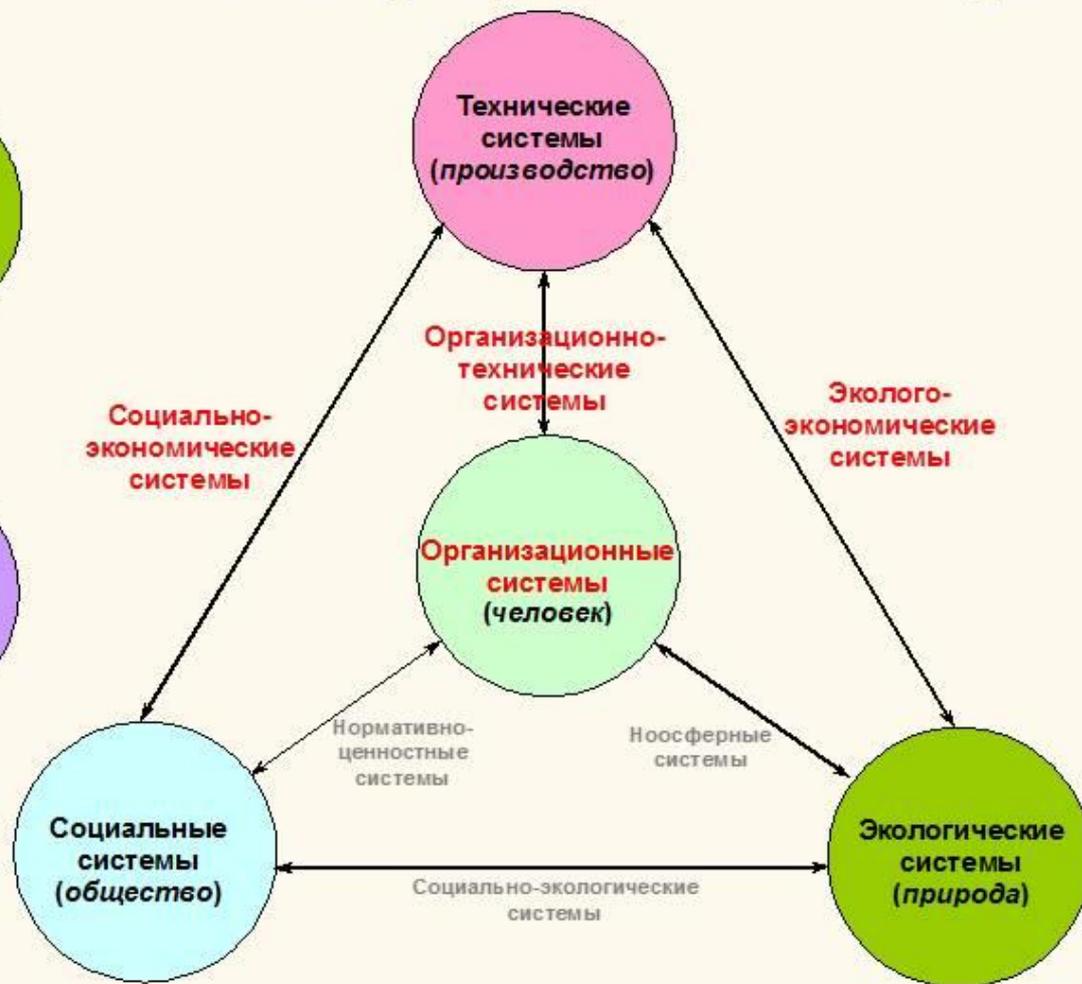
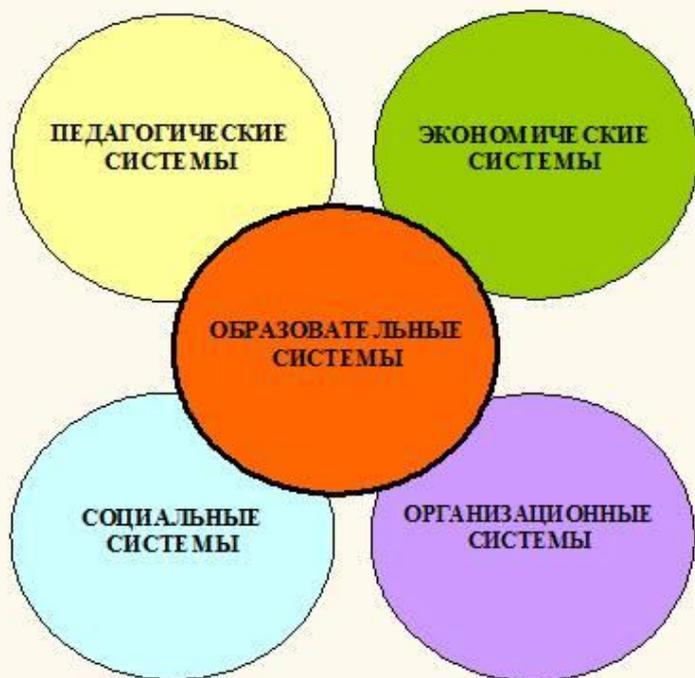


## Типичная структура нейрона



ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА																VIIa		VIIIa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
																(II)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1	1											10	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	198	216	234	252	270	288	306	324	342	360	378	396	414	432	450	468	486	504	522	540	558	576	594	612	630	648	666	684	702	720	738	756	774	792	810	828	846	864	882	900	918	936	954	972	990	1008	1026	1044	1062	1080	1098	1116	1134	1152	1170	1188	1206	1224	1242	1260	1278	1296	1314	1332	1350	1368	1386	1404	1422	1440	1458	1476	1494	1512	1530	1548	1566	1584	1602	1620	1638	1656	1674	1692	1710	1728	1746	1764	1782	1800	1818	1836	1854	1872	1890	1908	1926	1944	1962	1980	1998	2016	2034	2052	2070	2088	2106	2124	2142	2160	2178	2196	2214	2232	2250	2268	2286	2304	2322	2340	2358	2376	2394	2412	2430	2448	2466	2484	2502	2520	2538	2556	2574	2592	2610	2628	2646	2664	2682	2700	2718	2736	2754	2772	2790	2808	2826	2844	2862	2880	2898	2916	2934	2952	2970	2988	3006	3024	3042	3060	3078	3096	3114	3132	3150	3168	3186	3204	3222	3240	3258	3276	3294	3312	3330	3348	3366	3384	3402	3420	3438	3456	3474	3492	3510	3528	3546	3564	3582	3600	3618	3636	3654	3672	3690	3708	3726	3744	3762	3780	3798	3816	3834	3852	3870	3888	3906	3924	3942	3960	3978	3996	4014	4032	4050	4068	4086	4104	4122	4140	4158	4176	4194	4212	4230	4248	4266	4284	4302	4320	4338	4356	4374	4392	4410	4428	4446	4464	4482	4500	4518	4536	4554	4572	4590	4608	4626	4644	4662	4680	4698	4716	4734	4752	4770	4788	4806	4824	4842	4860	4878	4896	4914	4932	4950	4968	4986	5004	5022	5040	5058	5076	5094	5112	5130	5148	5166	5184	5202	5220	5238	5256	5274	5292	5310	5328	5346	5364	5382	5400	5418	5436	5454	5472	5490	5508	5526	5544	5562	5580	5598	5616	5634	5652	5670	5688	5706	5724	5742	5760	5778	5796	5814	5832	5850	5868	5886	5904	5922	5940	5958	5976	5994	6012	6030	6048	6066	6084	6102	6120	6138	6156	6174	6192	6210	6228	6246	6264	6282	6300	6318	6336	6354	6372	6390	6408	6426	6444	6462	6480	6498	6516	6534	6552	6570	6588	6606	6624	6642	6660	6678	6696	6714	6732	6750	6768	6786	6804	6822	6840	6858	6876	6894	6912	6930	6948	6966	6984	7002	7020	7038	7056	7074	7092	7110	7128	7146	7164	7182	7200	7218	7236	7254	7272	7290	7308	7326	7344	7362	7380	7398	7416	7434	7452	7470	7488	7506	7524	7542	7560	7578	7596	7614	7632	7650	7668	7686	7704	7722	7740	7758	7776	7794	7812	7830	7848	7866	7884	7902	7920	7938	7956	7974	7992	8010	8028	8046	8064	8082	8100	8118	8136	8154	8172	8190	8208	8226	8244	8262	8280	8298	8316	8334	8352	8370	8388	8406	8424	8442	8460	8478	8496	8514	8532	8550	8568	8586	8604	8622	8640	8658	8676	8694	8712	8730	8748	8766	8784	8802	8820	8838	8856	8874	8892	8910	8928	8946	8964	8982	9000	9018	9036	9054	9072	9090	9108	9126	9144	9162	9180	9198	9216	9234	9252	9270	9288	9306	9324	9342	9360	9378	9396	9414	9432	9450	9468	9486	9504	9522	9540	9558	9576	9594	9612	9630	9648	9666	9684	9702	9720	9738	9756	9774	9792	9810	9828	9846	9864	9882	9900	9918	9936	9954	9972	9990	10008	10026	10044	10062	10080	10098	10116	10134	10152	10170	10188	10206	10224	10242	10260	10278	10296	10314	10332	10350	10368	10386	10404	10422	10440	10458	10476	10494	10512	10530	10548	10566	10584	10602	10620	10638	10656	10674	10692	10710	10728	10746	10764	10782	10800	10818	10836	10854	10872	10890	10908	10926	10944	10962	10980	10998	11016	11034	11052	11070	11088	11106	11124	11142	11160	11178	11196	11214	11232	11250	11268	11286	11304	11322	11340	11358	11376	11394	11412	11430	11448	11466	11484	11502	11520	11538	11556	11574	11592	11610	11628	11646	11664	11682	11700	11718	11736	11754	11772	11790	11808	11826	11844	11862	11880	11898	11916	11934	11952	11970	11988	12006	12024	12042	12060	12078	12096	12114	12132	12150	12168	12186	12204	12222	12240	12258	12276	12294	12312	12330	12348	12366	12384	12402	12420	12438	12456	12474	12492	12510	12528	12546	12564	12582	12600	12618	12636	12654	12672	12690	12708	12726	12744	12762	12780	12798	12816	12834	12852	12870	12888	12906	12924	12942	12960	12978	12996	13014	13032	13050	13068	13086	13104	13122	13140	13158	13176	13194	13212	13230	13248	13266	13284	13302	13320	13338	13356	13374	13392	13410	13428	13446	13464	13482	13500	13518	13536	13554	13572	13590	13608	13626	13644	13662	13680	13698	13716	13734	13752	13770	13788	13806	13824	13842	13860	13878	13896	13914	13932	13950	13968	13986	14004	14022	14040	14058	14076	14094	14112	14130	14148	14166	14184	14202	14220	14238	14256	14274	14292	14310	14328	14346	14364	14382	14400	14418	14436	14454	14472	14490	14508	14526	14544	14562	14580	14598	14616	14634	14652	14670	14688	14706	14724	14742	14760	14778	14796	14814	14832	14850	14868	14886	14904	14922	14940	14958	14976	14994	15012	15030	15048	15066	15084	15102	15120	15138	15156	15174	15192	15210	15228	15246	15264	15282	15300	15318	15336	15354	15372	15390	15408	15426	15444	15462	15480	15498	15516	15534	15552	15570	15588	15606	15624	15642	15660	15678	15696	15714	15732	15750	15768	15786	15804	15822	15840	15858	15876	15894	15912	15930	15948	15966	15984	16002	16020	16038	16056	16074	16092	16110	16128	16146	16164	16182	16200	16218	16236	16254	16272	16290	16308	16326	16344	16362	16380	16398	16416	16434	16452	16470	16488	16506	16524	16542	16560	16578	16596	16614	16632	16650	16668	16686	16704	16722	16740	16758	16776	16794	16812	16830	16848	16866	16884	16902	16920	16938	16956	16974	16992	17010	17028	17046	17064	17082	17100	17118	17136	17154	17172	17190	17208	17226	17244	17262	17280	17298	17316	17334	17352	17370	17388	17406	17424	17442	17460	17478	17496	17514	17532	17550	17568	17586	17604	17622	17640	17658	17676	17694	17712	17730	17748	17766	17784	17802	17820	17838	17856	17874	17892	17910	17928	17946	17964	17982	18000	18018	18036	18054	18072	18090	18108	18126	18144	18162	18180	18198	18216	18234	18252	18270	18288	18306	18324	18342	18360	18378	18396	18414	18432	18450	18468	18486	18504	18522	18540	18558	18576	18594	18612	18630	18648	18666	18684	18702	18720	18738	18756	18774	18792	18810	18828	18846	18864	18882	18900	18918	18936	18954	18972	18990	19008	19026	19044	19062	19080	19098	19116	19134	19152	19170	19188	19206	19224	19242	19260	19278	19296	19314	19332	19350	19368	19386	19404	19422	19440	19458	19476	19494	19512	19530	19548	19566	19584	19602	19620	19638	19656	19674	19692	19710	19728	19746	19764	19782	19800	19818	19836	19854	19872	19890	19908	19926	19944	19962	19980	19998	20016	20034	20052	20070	20088	20106	20124	20142	20160	20178	20196	20214	20232	20250	20268	20286	20304	20322	20340	20358	20376	20394	20412	20430	20448	20466	20484	20502	20520	20538	20556	20574	20592	20610	20628	20646	20664	20682	20700	20718	20736	20754	20772	20790	20808	20826	20844	20862	20880	20898	20916	20934	20952	20970	20988	21006	21024	21042	21060	21078	21096	21114	21132	21150	21168	21186	21204	21222	21240	21258	21276	21294	21312	21330	21348	21366	21384	21402	21420	21438	21456	21474	21492	21510	21528	21546	21564	21582	21600	21618	21636	21654	21672	21690	21708	21726	21744	21762	21780	2

## СИСТЕМЫ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ПРИРОДЫ



**Системы существуют независимо от человека.**

**Они объективны по своей природе.**

**Человек лишь выделяет их из общей массы окружающих его реальностей.**

В математике термин система используется для отображения совокупности математических выражений или правил – «**система уравнений**», «**система счисления**», «**система мер**» и т.п.

Казалось бы, в этих случаях можно было бы воспользоваться терминами «**множество**» или «**совокупность**» (наприм. **множество уравнений**...).

**Однако понятие системы подчеркивает**

**упорядоченность, целостность, наличие определенных закономерностей** (наприм. – упорядоченность структуры, определенные закономерности во взаимоотношениях между частями/элементами)

Исследование процессов постановки задач, процесса разработки сложных проектов позволили обратить внимание на **особую роль человека: человек является носителем целостного восприятия, сохранения целостности при расчленении проблемы**, при распределении работ, носителем системы ценностей, критериев принятия решения.

Понятие «система» широко использовалось в различных областях знаний, и на определенной стадии развития научного знания **теория систем оформилась в самостоятельную науку.**

# 1. ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

В последние три-четыре десятилетия большую популярность в изучении природных, технических и социальных объектов, процессов и явлений приобрели **системные исследования**. Редкая научная работа, выступления обходится без употребления понятий «**системный анализ**», «**системный подход**», «**общая теории систем**» и т.д.

**Длительный период времени** при изучении какого-либо предмета люди ориентировались на его **расчленение на составляющие части**, и последующий анализ каждой из них в отдельности. На этом пути были получены значительные успехи, особенно в естественных науках (естествоиспытатели, ученые и др.).

Однако при изучении целого ряда биологических, психологических, социальных и других объектов, процессов и явлений **аналитические методы оказались малопродуктивными**.

В познавательной деятельности человеку часто приходится иметь дело не с отдельными, изолированными друг от друга явлениями, а с комплексами взаимосвязанных образований, составляющих различного рода системы.

Понятие система широко употреблялось еще в Древней Греции. Однако круг его значений был весьма обширен. Оно применялось для обозначения сочетания, организма, устройства, организации, союза руководящих органов и т.д. (Аристотель (сведение множеств в одно целое), Эпикур, Евклид, Платон, Ньютон, др.)

В конце XIX века стало резко увеличиваться число комплексных проектов и проблем,

## **Общая теория систем включает:**

**системный подход, системные исследования, системный анализ**

**Системный анализ – наиболее конструктивное направление, используемое для практических приложений теории систем к задачам управления.**

**Предмет и содержание общей теории систем**

**Предмет– закономерности, принципы, методы, характеризующие функционирование структуру и развитие целостных объектов реального мира**

**Общая теория систем = системология + системные исследования**

**Системология – изучает целостные объекты.**

### **Основные задачи системологии:**

- представление процессов и явлений в качестве систем;
- обоснование наличия определенных системных признаков у конкретных объектов;
- определение системообразующих и системоразрушающих факторов для различных целостных образований;
- типизация и классификация систем по определенным основаниям, описание особенностей различных их видов;
- составление обобщенных моделей системных образований.

### **Системный анализ базируется на ряде общих принципов:**

- **принцип дедуктивной последовательности** - последовательного рассмотрения системы по этапам: от окружения и связей с целым до связей частей целого (см. этапы системного анализа подробнее ниже);
- **принцип интегрированного рассмотрения** - каждая система должна быть неразъемна как целое даже при рассмотрении лишь отдельных подсистем системы;
- **принцип согласования ресурсов и целей** рассмотрения, актуализации системы;
- **принцип бесконфликтности** - отсутствия конфликтов между частями целого,

# Теория систем и системология отвечают на вопросы:

Что такое система?

Какие объекты могут быть отнесены к системным?

Чем обусловлена целостность того или иного процесса?

**Но не отвечает на вопросы – как и каким образом надо изучать системы**

Эти вопросы изучает раздел **«Системные исследования»**

## Задачи системного исследования:

- разработка процедур познавательного процесса для получения новых целостных знаний
- подбор методов для получения интегративного представления о функционировании и развитии объектов
- составление алгоритма познавательного процесса

**Системные исследования базируются на соответствующей методологии, методических основах и системотехнике.**

**Методы исследования:** анализ и синтез, индукция и дедукция, сравнение, сопоставление, аналогия и другие методы конкретных наук

**Системотехника** охватывает проблемы проектирования, создания, эксплуатации и испытания сложных систем, например информационных. Базируется на знаниях из **Теории вероятностей**, Кибернетики, **Теории информации**, **Теории игр**

# Направления развития общей теории систем:

1) теория жестких систем, 2) теория мягких систем, 3) теория самоорганизации

**Теория жестких систем.** Такое название они получили из-за влияния физико-математических наук. Эти системы имеют прочные и устойчивые связи и отношения. Их анализ требует строгих количественных построений (солнечная система, хим. система, ...)

**Теория мягких систем.** Системы подобного рода рассматриваются как часть мироздания, воспринимаемая как единое целое, которые способны сохранять в целом свою сущность, несмотря на изменения, происходящие в ней (прим. человек стареет, внешность меняется, автомобиль устаревает и его характеристики меняются)

**Мягкие системы могут адаптироваться к условиям окружающей среды, сохраняя при этом свои характерные особенности.** Солнечная система, истоки реки, семья, пчелиный улей, страна, нация, предприятие – все это системы, составляющие элементы которых подвергаются постоянным изменениям.

Системы, относящиеся к мягким, имеют собственную структуру, реагируют на внешние воздействия, но при этом сохраняют свою внутреннюю сущность и способность к функционированию и развитию.

**Теория самоорганизации.** Под самоорганизующимися системами подразумевают самовосстанавливающиеся системы, в которых результатом является сама система. К ним относятся все живые системы. Они постоянно самообновляются посредством обмена веществ и энергии, получаемой в результате взаимодействия с внешней средой. Для них характерно то, что они поддерживают неизменность своей внутренней организации, допуская, тем не менее, временные и пространственные изменения своей структуры. Общая теория систем - это междисциплинарная наука, призванная в целостном виде познавать явления окружающего мира.

**Инженерное дело, экономика** теснейшим образом связаны с совокупностями объектов, которые принято называть *сложными системами*, и которые характеризуются **многочисленными и разнообразными по типу связями** между отдельно существующими элементами системы и наличием у системы функции назначения, которой нет у составляющих ее частей.

**Каждая система имеет функции, которых нет у ее подсистем/элементов.**

На первый взгляд каждая сложная система имеет уникальную организацию. Однако более детальное изучение способно выделить общее в системе команд ЭВМ, в процессах проектирования лесной машины, самолета и космического корабля.

Для сложных систем, с которыми приходится иметь дело на практике, применение классического экспериментального метода исследования ограничено его высокой стоимостью, а в ряде случаев (экология, макроэкономика и др.) натурные эксперименты становятся либо вовсе невозможными, либо, по крайней мере, чересчур рискованными.

Поэтому **в качестве основного метода исследования сложных систем используют метод компьютерного эксперимента** - универсальный метод познания, основанный на использовании системных имитационных моделей.

**Информационные системы**, являясь основным инструментом повышения обоснованности управленческих решений, представляют собой сложные программно-аппаратные и телекоммуникационные комплексы, выступают в качестве самостоятельного объекта исследований.

# Основные типы ресурсов для образования систем в природе и в обществе

- **Вещество** - наиболее хорошо изученный ресурс, который в основном представлен таблицей Д.И. Менделеева достаточно полно и пополняется не так часто. **Вещество** выступает как отражение постоянства материи в природе, как мера однородности материи.
- **Энергия** - не полностью изученный тип ресурсов, например, мы не владеем управляемой термоядерной реакцией. **Энергия** выступает как отражение изменчивости материи, переходов из одного вида в другой, как мера необратимости материи.
- **Информация** – все еще мало изученный тип ресурсов. **Информация** выступает как отражение порядка, структурированности материи, как мера порядка, самоорганизации материи (и социума). Сейчас этим понятием мы обозначаем некоторые сообщения; ниже этому понятию мы посвятим более детальное обсуждение.
- **Человек** - выступает как носитель интеллекта высшего уровня и является в экономическом, социальном, гуманитарном смысле важнейшим и уникальным ресурсом общества, рассматривается как мера разума, интеллекта и целенаправленного действия, мера социального начала, высшей формы отражения материи (сознания).

- **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 связана с наличием некоторых причинно-следственных связей в этой системе. *Организация* системы может иметь различные формы, например, биологическую, информационную, экологическую, экономическую, социальную, временную, пространственную, и она определяется причинно-следственными связями в материи и социуме.
- **Пространство** - мера протяженности материи (события), распределения ее (его) в окружающей среде.
- **Время** - мера обратимости (необратимости) материи, событий. *Время* неразрывно связано с изменениями действительности.

# **Тема-2. Основные понятия теории систем**

**Система**

**Элемент системы**

**Характеристика элемента**

**Подсистема**

**Связь**

**Структура системы**

**Декомпозиция системы**

**Состояние системы**

**Поведение системы**

**Внешняя среда**

**Модель системы**

**Цель**

**Равновесие**

**Устойчивость**

**Развитие**

- **Система** - объект или процесс, в котором элементы-участники связаны некоторыми связями и отношениями.
- **Подсистема** - часть системы с некоторыми связями и отношениями.
- **Состояние системы** - фиксация совокупности доступных системе ресурсов (материальных, энергетических, информационных, пространственных, временных, людских, организационных), определяющих ее отношение к ожидаемому результату или его образу
- **Цель** - образ несуществующего, но желаемого, с точки зрения задачи или рассматриваемой проблемы, состояния среды, т.е. такого состояния, которое позволяет решать проблему при данных ресурсах.
- **Задача** - некоторое множество исходных посылок (входных данных к задаче), описание цели, определенной над множеством этих данных, и, может быть, описание возможных стратегий достижения этой цели или возможных промежуточных состояний исследуемого объекта
- **Описание системы** - это идентификация ее определяющих элементов и подсистем, их взаимосвязей, целей, функций и ресурсов, т.е. описание допустимых состояний системы.
- **Структура** - все то, что вносит порядок во множество объектов, т.е. совокупность связей и отношений между частями целого, необходимых для достижения цели.

# Основные определения системного анализа

**Элемент** - некоторый объект (материальный, энергетический, информационный), который обладает рядом важных для нас свойств, но внутреннее строение (содержание) которого безотносительно к цели рассмотрения.

**Под элементом принято понимать простейшую неделимую часть системы.**

Ответ на вопрос, что является такой частью, может быть неоднозначным и зависит от цели рассмотрения объекта как системы, от точки зрения на него или от аспекта его изучения.

Таким образом, **элемент** - это **предел деления системы с точек зрения решения конкретной задачи и поставленной цели**. Систему можно расчленить на элементы различными способами в зависимости от формулировки цели и ее уточнения в процессе исследования.

**Характеристика** — то, что отражает некоторое свойство элемента системы. Характеристика элемента системы обычно задается **именем** и **областью допустимых значений**.

**Характеристики** делятся на **количественные** и **качественные** в зависимости от типа отношений.

Если область допустимых значений задается метризованными значениями, то характеристика является количественной (например, размер экрана).

Если пространство значений не метрическое, то характеристика является качественной (например, такая характеристика монитора, как комфортное разрешение, которое хоть и измеряется в пикселях, но зависит от особенностей пользователя).

Количественная характеристика называется **параметром**.

# Подсистема

Система может быть разделена на элементы не сразу, а последовательным расчленением на подсистемы, которые **представляют собой компоненты более крупные, чем элементы**, и в то же время более детальные, чем система в целом. Возможность деления системы на подсистемы связана с вычленением совокупностей взаимосвязанных элементов, способных выполнять относительно независимые функции, подцели, направленные на достижение общей цели системы.

Названием «**подсистема**» подчеркивается, что такая часть должна обладать свойствами системы (в частности, свойством целостности). Этим подсистема отличается от простой группы элементов, для которой не сформулирована подцель и не выполняются свойства целостности (для такой группы используется название «компоненты»). Например, подсистемы АСУ, подсистемы пассажирского транспорта крупного города (**автобусы, трамваи, троллейбусы, такси**).

PERИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

1	2	PERИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА										VII		VIII		IX	
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110

**Подсистемы:** щелочные металлы, галогены, газы, кремниевая группа и т.д.



**СВЯЗЬ** - важный для целей рассмотрения обмен между элементами, веществом, энергией, информацией.

Понятие «**связь**» входит в любое определение системы наряду с понятием «**элемент**» и обеспечивает возникновение и сохранение структуры и целостных свойств системы. Это понятие характеризует одновременно и строение (статику), и функционирование (динамику) системы.

Связь характеризуется 1) направлением, 2) силой и 3) характером (или видом).

По первым двум признакам связи можно разделить на направленные и ненаправленные, сильные и слабые, а по характеру - на связи подчинения, генетические, равноправные (или безразличные), связи управления.

Связи можно разделить также **по месту приложения (внутренние и внешние)**, **по направленности процессов в системе в целом или в отдельных ее подсистемах (прямые и обратные)**. Связи в конкретных системах могут быть одновременно охарактеризованы несколькими из названных признаков.

Важную роль в системах играет понятие «**обратной связи**».

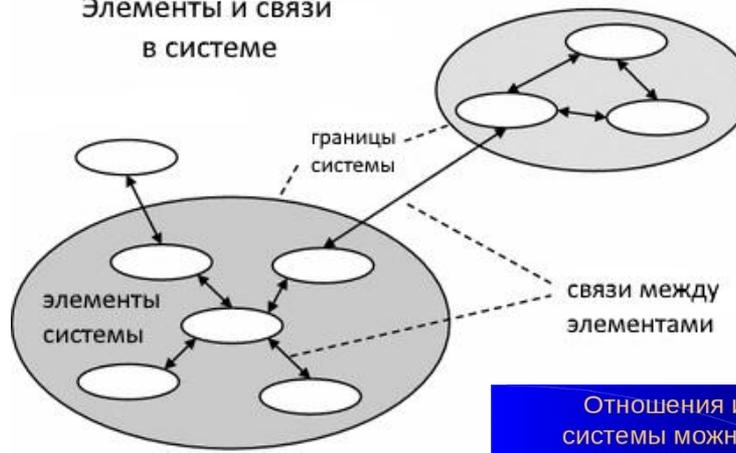
Это понятие, легко иллюстрируемое на примерах технических устройств, не всегда можно применить в организационных системах. Исследованию этого понятия большое внимание уделяется в кибернетике, в которой изучается возможность перенесения механизмов обратной связи, характерных для объектов одной физической природы, на объекты другой природы.

**Обратная связь является основой саморегулирования и развития систем, приспособления их к изменяющимся условиям существования.**

# Система как совокупность элементов. Связи

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

## Элементы и связи в системе



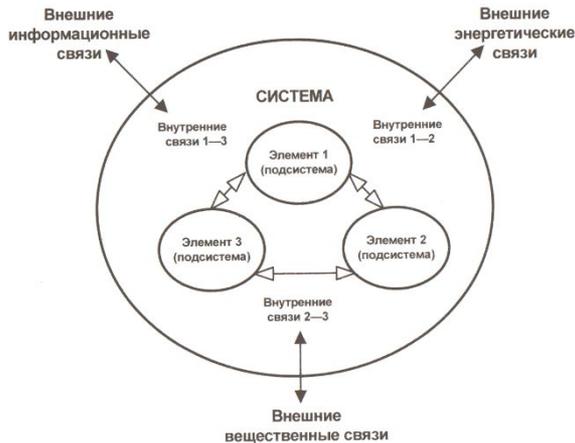
## СУЩЕСТВУЮЩАЯ СХЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ



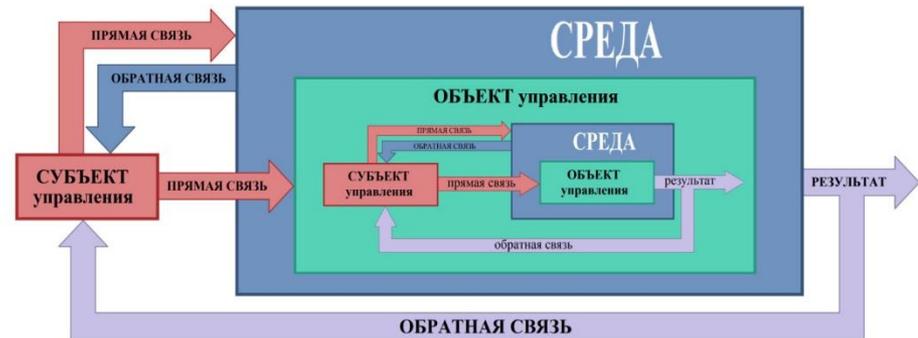
Отношения и связи между элементами системы можно представить в виде схемы



## Метасистема (Внешняя окружающая среда)



## ОБЩАЯ СХЕМА ВЛОЖЕННЫХ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ



**Система** – это совокупность элементов, которая обладает следующими признаками:

1. **Связями**, которые позволяют посредством переходов по ним от элемента к элементу соединить два любых элемента совокупности;
2. **Свойством**, отличным от свойств отдельных элементов совокупности.

Практически любой объект с определенной точки зрения может быть рассмотрен как система. Вопрос состоит в том, насколько целесообразна такая точка зрения.

**Большая система** - система, которая **включает значительное число однотипных элементов и однотипных связей**. В качестве примера можно привести **трубопровод**. Элементами последнего будут **участки между швами или опорами**. Для расчетов на прочность элементами системы считаются небольшие участки трубы, а связь имеет силовой (энергетический) характер - каждый элемент действует на соседние элементы.

**Сложная система** - система, которая состоит из элементов разных типов и обладает разнородными связями между ними. **Пример:** ЭВМ, лесной трактор, судно.

**Автоматизированная система** - сложная система с определяющей ролью элементов двух типов: \* в виде технических средств; \* **в виде действия человека**.

Для сложной системы **автоматизированный режим считается более предпочтительным, чем автоматический**. **Например**, посадка самолета или захват дерева харвестерной головкой выполняется при участии человека, а автопилот или бортовой компьютер используется лишь на относительно простых операциях.

Типична также ситуация, когда решение, выработанное техническими средствами, утверждается к исполнению человеком.

## **Структура системы**

Это понятие происходит от латинского слова **structure**, означающего строение, расположение, порядок.

Структура отражает наиболее существенные взаимоотношения между элементами и их группами (компонентами, подсистемами), которые мало меняются при изменениях в системе и обеспечивают существование системы и ее основных свойств.

**Структура - это совокупность элементов, расчленение системы на группы элементов с указанием связей между ними, неизменное на все время рассмотрения и дающее представление о системе в целом.**

Указанное расчленение может иметь материальную, функциональную, алгоритмическую или другую основу. **Структура может быть представлена графически**, в виде теоретико-множественных описаний, матриц, графов, сетей, иерархий: древовидных и многоуровневых («страт», «слоев» и «эшелонов») и других языков моделирования структур.

Структуру часто представляют в виде **иерархии (упорядоченность компонентов по степени важности)**.

**Иерархия** - это упорядоченность компонентов по степени важности (многоступенчатость, служебная лестница).

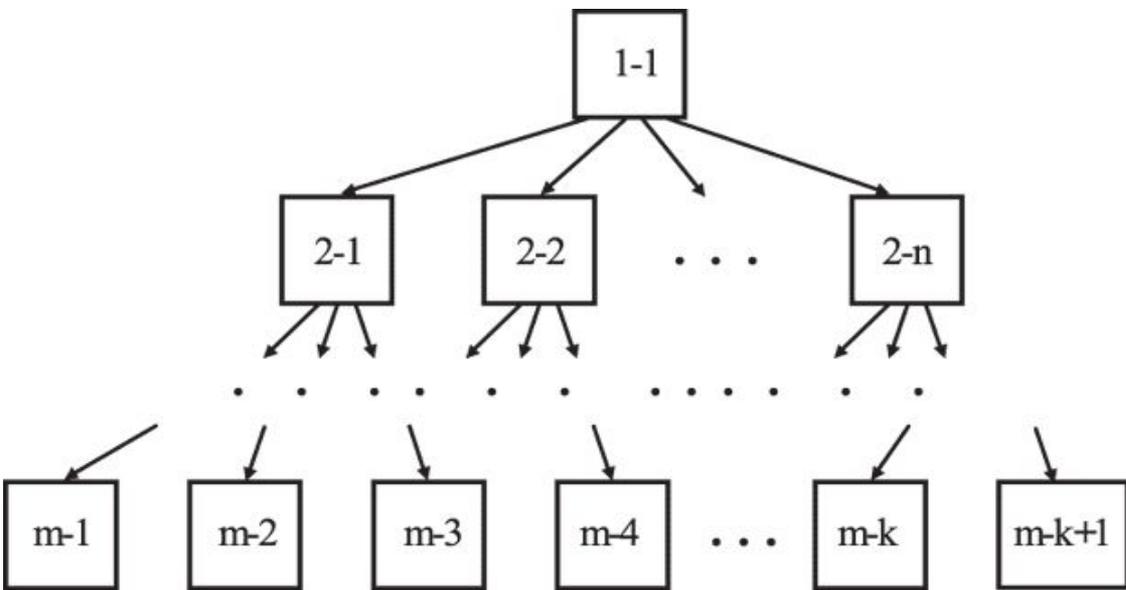
**Иерархия** - структура с наличием подчиненности, т.е. неравноправных связей между элементами, когда воздействие в одном из направлений оказывают гораздо большее влияние на элемент, чем в другом.

Виды иерархических структур разнообразны, но важных для практики иерархических структур всего две - **древовидная и многоуровневая.**

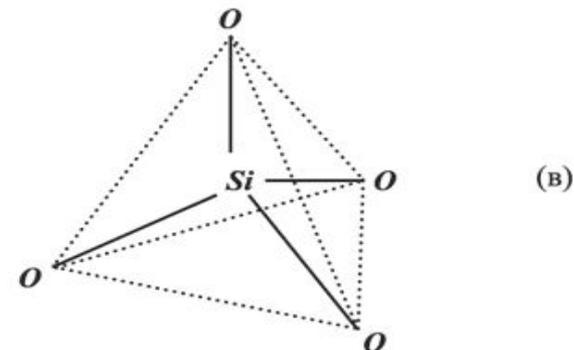
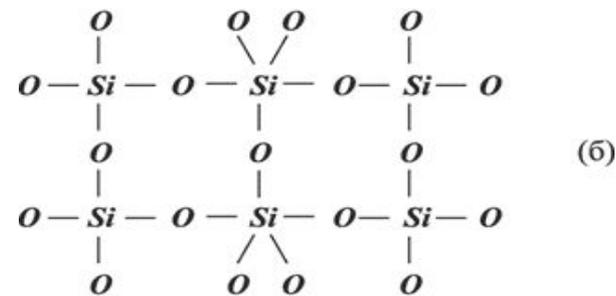
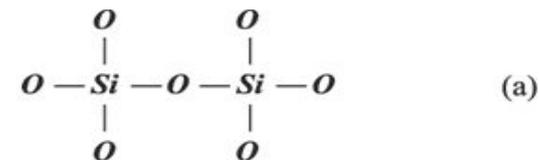
# Примеры структур



Структура линейного типа

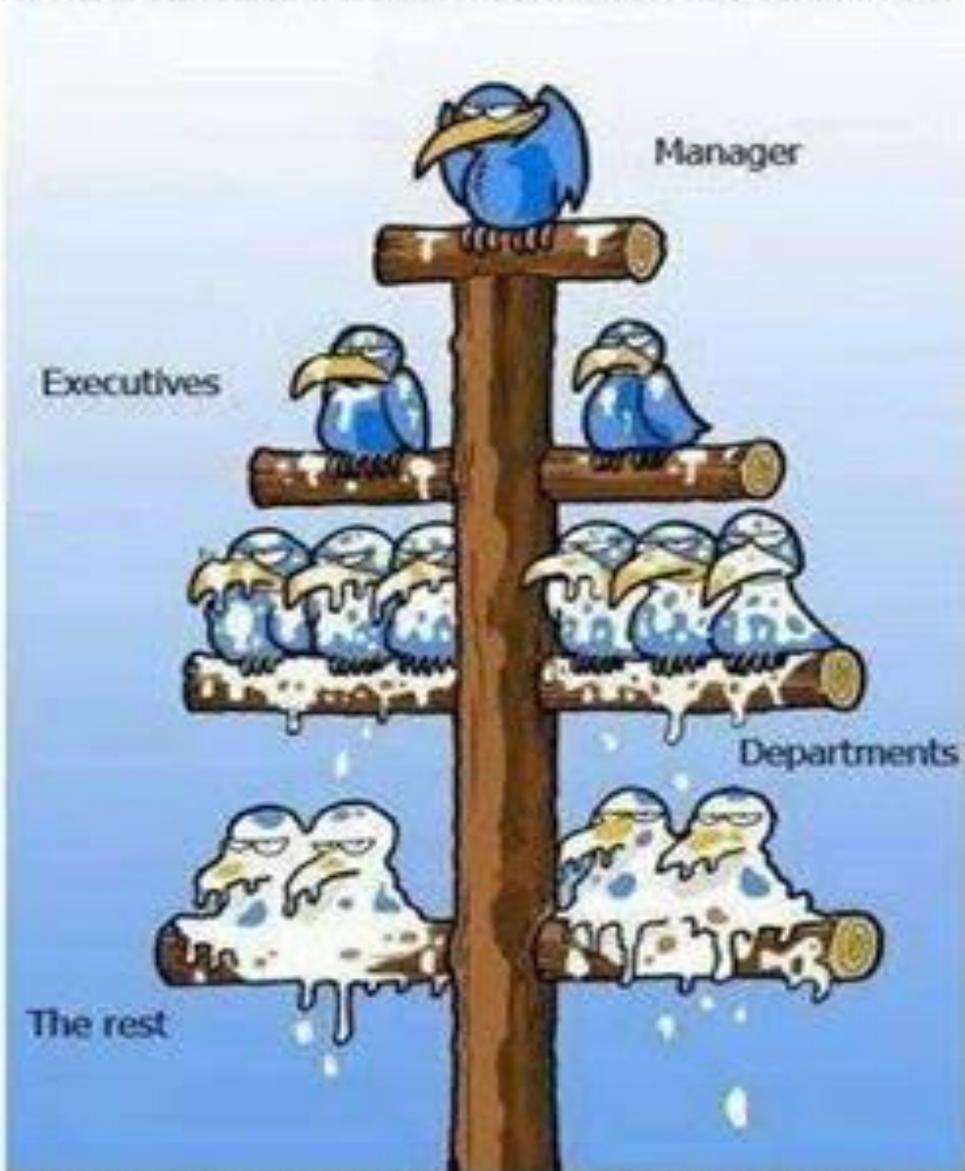


Структура иерархического типа  
(первая цифра - номер уровня)



Структуры макромолекул из кремния и кислорода (а, б, в)

I've never seen a Flow Chart described so clearly.



When top level guys look down, they see only shit;  
When bottom level guys look up, they see only  
assholes...

## Примеры структур:

□ Иерархическая структура системы управления в организации

### Пример материальной структуры

- структурная схема сборного моста, которая состоит из отдельных, собираемых на месте секций и указывает только эти секции и порядок их соединения.

### Пример функциональной структуры

- деление двигателя внутреннего сгорания на системы питания, смазки, охлаждения, передачи крутящего момента.

### Пример алгоритмической структуры

– алгоритм программного средства, указывающего последовательность действий или инструкция, которая определяет действия при отыскании неисправности технического устройства.

**Декомпозиция** - деление системы на части, удобное для каких-либо операций с этой системой. **Примерами будут:** разделение объекта на отдельно проектируемые части, зоны обслуживания; рассмотрение физического явления или математическое описание отдельно для данной части системы.

**Состояние.** Понятием «состояние» обычно характеризуют мгновенную фото-графию, «срез» системы, остановку в ее развитии. Его определяют либо через входные воздействия и выходные сигналы (результаты), либо через макропараметры, макросвойства системы (например, давление, скорость, ускорение - для физических систем; производительность, себестоимость продукции, прибыль - для экономических систем).

Более полно состояние можно определить, если рассмотреть элементы  $\varepsilon$  (или компоненты, функциональные блоки), определяющие состояние, учесть, что «**ВХОДЫ**» можно разделить на **управляющие  $u$**  и **возмущающие  $x$**  (неконтролируемые) и что «**ВЫХОДЫ**» (выходные результаты, сигналы) зависят от  $\varepsilon$ ,  $u$  и  $x$ , т.е.  $z_t = f(\varepsilon_t, u_t, x_t)$ . Тогда в зависимости от задачи состояние может быть определено как  $\{\varepsilon, u\}$ ,  $\{\varepsilon, u, z\}$  или  $\{\varepsilon, x, u, z\}$ .

Таким образом, **состояние** - это множество существенных свойств, которыми система обладает в данный момент времени.

**Поведение.** Если система способна переходить из одного состояния в другое (например,  $z_1 \rightarrow z_2 \rightarrow z_3$ ), то говорят, что она обладает поведением. Этим понятием пользуются, когда неизвестны закономерности переходов из одного состояния в другое. Тогда говорят, что система обладает каким-то поведением, и выясняют его закономерности. С учетом введенных выше обозначений поведение можно представить как функцию  $z_t = f(z_{t-1}, x_t, u_t)$ .

**Внешняя среда.** Под внешней средой понимается множество элементов, которые не входят в систему, но изменение их состояния вызывает изменение поведения системы.

**Модель.** Под моделью системы понимается описание системы, отображающее определенную группу ее свойств. Углубление описания - детализация модели. Создание модели системы позволяет предсказывать ее поведение в определенном диапазоне условий.

Модель функционирования (поведения) системы - это модель, предсказывающая изменение состояния системы во времени, например: натурные (аналоговые), электрические, машинные на ЭВМ и др.

**Равновесие.** Это способность системы в отсутствие внешних возмущающих воздействий (или при постоянных воздействиях) сохранить свое состояние сколь угодно долго.

**Устойчивость.** Под устойчивостью понимается способность системы возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена под влиянием внешних возмущающих воздействий.

Состояние равновесия, в которое система способна возвращаться, по аналогии с техническими устройствами называют устойчивым состоянием равновесия.

**Развитие.** Исследованию процесса развития, соотношения процессов развития и устойчивости, изучению механизмов, лежащих в их основе, уделяют в кибернетике и теории систем большое внимание. Понятие развития помогает объяснить сложные динамические и информационные процессы в природе и обществе.

**Цель.** Применение понятия «цель» и связанных с ним понятий **целенаправленности, целеустремленности, целесообразности** сдерживается трудностью их однозначного толкования в конкретных условиях.

Это связано с тем, что **процесс целеобразования** и соответствующий ему **процесс обоснования целей** в организационных системах весьма сложен и не до конца изучен. Его исследованию большое внимание уделяется в психологии, философии, кибернетике. В Энциклопедии **цель** определяется как «**заранее мыслимый результат сознательной деятельности человека**». В практических применениях **цель** - это или **идеальное устремление**, которое позволяет коллективу увидеть перспективы или **реальные возможности**.

**Конкретные цели.** Это конечные результаты, достижимые в пределах определенного интервала времени, обеспечивающие своевременность завершения очередного этапа на пути к идеальным устремлениям.

В настоящее время в связи с усилением программно-целевых принципов в планировании исследованию закономерностей целеобразования и представления целей в конкретных условиях уделяется все больше внимания.

**Например:** энергетическая программа, продовольственная программа, жилищная программа, программа перехода к рыночной экономике.

Понятие **цель** лежит в основе развития системы.

## **Управление**

В широком смысле слова под управлением понимается организационную деятельность, осуществляющую функции и направленную на достижения определенных **целей**.

# Определение систем

- 1) Sdef  $\in \langle a, r \rangle$ , система – это элементы и связи между ними,**  
где  $A = \{a_i\}$  – элементы системы,  $R = \{r_j\}$  – связи между ними
- 2) Sdef  $\in \langle A, Q, R \rangle$ , система – это элементы, обладающие определенными свойствами (атрибутами), и связи между ними,**  
где  $A = \{a_i\}$  – элементы системы,  $Q (q_i)$  – атрибуты элемента,  $R = \{r_j\}$  – связи между ними
- 3) Sdef  $\in \langle A, R, Z \rangle$ , система – это элементы и связи между ними, существующие ради определенной цели**  
где  $Z$  - цель (В.И. Вернадский и др.)
- 4) Sdef  $\in \langle A, R, Z, SR, DT \rangle$ , система – это элементы и связи между ними, существующие ради определенной цели в определенной среде в течение периода в рамках которого существует система и ее цель**  
где  $SR$  - среда,  $DT$  - интервал времени
- 5) Sdef  $\in \langle A, Q, R, Z, N \rangle$ , система есть отражение в сознании субъекта (исследователя, наблюдателя) свойств объектов и их отношений в решении задачи исследования, познания ИЛИ система – это элементы и связи между ними, существующие ради определенной цели в определенной среде в течение периода, в рамках которого существует система и ее целенаблюдатель, и отраженные в сознании исследователя (наблюдателя) системы, где  $N$  – наблюдатель**

## Если обобщить эволюцию определений системы

$S_{def} \in \{Z\}, \{Str\}, \{Tech\}, \{Cond\}$ , то очевидно, что в структуру определения входят:

$\{Z\}$  - **совокупность** или структура **целей**;

$\{Str\}$  - **совокупность структур** (производственная, организационная и т.п.), реализующих цели;

$\{Tech\}$  - совокупность технологий (методы, средства, алгоритмы и т.п.), реализующих систему;

$\{Cond\}$  - условия существования системы, т.е. факторы, влияющие на ее создание, функционирование и развитие

Сопоставляя эволюцию определения системы (**элементы** и **связи**, затем - **цель**, затем - **наблюдатель**) и эволюцию использования категорий теории познания, можно обнаружить сходство: вначале модели (особенно формальные) базировались на учете только **элементов** и **связей**, взаимодействий между ними, затем стало уделяться внимание **цели**, поиску методов ее формализованного представления (целевая функция, критерий функционирования и т.п.), а, начиная с 60-х гг. все большее внимание обращают на **наблюдателя**, лицо, осуществляющее моделирование или проводящее эксперимент, т.е. **лицо, принимающее решение по изучению и управлению системой**.

Будем далее понимать термин **система** как совокупность (множество) отдельных **объектов** с неизбежными **связями** между ними. Если мы обнаруживаем хотя бы два таких объекта: **учитель и ученик в процессе обучения, продавец и покупатель в торговле, телевизор и передающая станция в телевидении и т.д.** - то это уже **система**.

Короче, можно считать **системы способом существования окружающего нас мира**.

## Основные признаки системности:

\* **целостность**, *связность* или относительная независимость от среды и систем (наиболее существенная количественная характеристика системы).

**С исчезновением связности исчезает и система**, хотя элементы системы и даже некоторые отношения между ними могут быть сохранены;

\* **наличие подсистем и связей** между ними или **наличие структуры системы** (наиболее существенная качественная характеристика системы). **С исчезновением подсистем или связей между ними может исчезнуть и сама система;**

• **возможность обособления** или абстрагирования от окружающей среды, т.е. относительная обособленность (**ограниченность системы**) от тех факторов среды, которые в достаточной мере не влияют на достижение цели;

**связи с окружающей средой** по обмену ресурсами;

\* **подчиненность** всей организации системы некоторой **цели** (это, впрочем, следует из определения системы);

\* **эмерджентность** или несводимость свойств системы к свойствам элементов.

**При системном анализе объектов, процессов, явлений необходимо пройти (в указанном порядке) следующие этапы системного анализа:**

- **Обнаружение проблемы (*задачи*).**
- **Оценка актуальности проблемы.**
- **Формулировка целей, их приоритетов и проблем исследования.**
- **Определение и уточнение ресурсов исследования.**
- **Выделение системы (из окружающей среды) с помощью ресурсов.**
- **Описание подсистем (вскрытие их *структуры*), их целостности (связей), элементов (вскрытие *структуры* системы), анализ взаимосвязей подсистем.**
- **Построение (описание, формализация) *структуры* системы.**
- **Установление (описание, формализация) функций системы и ее подсистем.**
- **Согласование целей системы с целями подсистем.**
- **Анализ (испытание) целостности системы.**
- **Анализ и оценка эмерджентности системы.**
- **Испытание, верификация системы (системной модели), ее функционирования.**
- **Анализ обратных связей в результате испытаний системы.**
- **Уточнение, корректировка результатов предыдущих пунктов.**

# Строение систем

Понятия, характеризующие строение систем:

**элемент системы, связь, цель**

**Элемент** – простейшая неделимая часть системы

**Подсистема** – часть системы, состоящая из совокупности элементов. Подсистемы выделяются по функциональным и (или) техно-логическим признакам

**Связи** характеризуются направлениям, силой, характером

1. По направлению: направленные и ненаправленные (хаотичные)
2. По силе: сильные и слабые
3. По характеру: связи подчинения (род-вид, часть-целое), связи порождения (причина-следствие), связи равноправные или безразличные (часть-часть, целое-целое), связи управления (устойчивая управленческая, формальная, паритетная управленческая, своекорыстная устойчивая, своекорыстная слабая, паритетная своевольная)
4. По месту приложения: внутренние и внешние
5. По предсказуемости поведения: функциональные, стохастические
6. По направленности процессов в системе: прямые, обратные

Чтобы система не распалась, необходимо, чтобы суммарная сила внутренних связей ( $W_{\text{внутр}}$ ) была больше суммарной силы связей элементов системы с элементами среды, т.е. внешних связей ( $W_{\text{внеш}}$ )

$$W_{\text{внутр}} > W_{\text{внеш}}$$

**Цель** – определенный результат, к которому стремится система (область состояний среды и системы, которую необходимо достичь при функционировании систем)

**Противоречие в понятии цели:**

с одной стороны, цель должна быть опережающей идеей, побуждением к действию;

с другой – быть достижимой в пределах жестко заданного периода времени.

На формулировку цели накладываются ограничения:

- цель должна быть экономической;
- цель должна подразумевать активность, т.е. формулироваться в терминах деятельности, а не состояния;
- формулировка цели должна содержать в себе способ ее достижения.

При формулировке цели можно использовать модель следующей конструкции:

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
глагол –	целевой параметр –	предмет деятельности –
<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
вид деятельности –	место деятельности –	период деятельности
<b>7</b>		
ограничения деятельности		

**Обязательны** при формулировке цели **составляющие 1 – 4**; **составляющие 5 – 7 включаются** в определение **по усмотрению** в зависимости от вида и сложности системы

- 1. Глагол** – раскрывает целевую активность. При формулировке цели использовать такие слова, как **увеличение, минимизация, оптимизация, сокращение** и т.п.
- 2. Целевой параметр** – показывает, на что направлена целевая активность. **Пример целевого параметра** – доля рынка, стоимость компании, денежный поток и т.п.

3. Предмет деятельности – показывает, что является предметом целевой активности (товары, активы, пр.)

4. Вид деятельности – определяет, за счет какой деятельности будет достигнут целевой параметр (продажи, управления, анализа и т.п.)

5. Место деятельности – пространственные ограничения (регион, область, площадь и т.п.)

6. Период деятельности – характеризует продолжительность периода, за который должна достигаться цель

7. Ограничения деятельности – могут учитывать цели вне бизнеса или иные обстоятельства, ограничивающие способы достижения цели

**Пример 1:** Повышение **(1)** конкурентоспособности **(2)** машиностроительной продукции **(3)** за счет совершенствования методов управления предприятием **(4)** в краткосрочной перспективе

**Пример 2:** Повышение **(1)** эффективности **(2)** работы менеджера отеля название **(3)** за счет автоматизации его бизнес-процессов на основе АРМ **(4)**

# Функционирование и развитие системы

Деятельность (работа) системы может происходить в двух основных режимах: **развитие** (эволюция) и **функционирование**.

**Функционированием** называется деятельность, работа системы **без смены (главной) цели системы**. Это проявление функции системы во времени.

**Развитием** называется деятельность системы **со сменой цели системы**.

При функционировании системы явно не происходит качественного изменения инфраструктуры системы; при развитии системы ее инфраструктура качественно изменяется.

**Развитие** - борьба организации и дезорганизации в системе, она связана с накоплением и усложнением информации, ее организации

## Основные признаки развивающихся систем:

- самопроизвольное изменение состояния системы;
- противодействие (реакция) влиянию окружающей среды (другим системам), приводящее к изменению первоначального состояния среды;
- постоянный поток ресурсов (постоянная работа по их перетоку "среда-система"), направленный против уравнивания их потока с окружающей средой.

Если развивающаяся система эволюционирует за счет собственных материальных, энергетических, информационных, человеческих или организационных ресурсов внутри самой системы, то такие системы называются **саморазвивающимися** (самодостаточно развивающимися). Это форма *развития* системы - "самая желанная" (для поставленной цели).

**Гибкость системы** - способность к структурной адаптации системы в ответ на воздействия окружающей среды

# Свойства систем и их характеристики

Свойства системы	Описание свойств (характеристика)
<b>1 группа – свойства, характеризующие сущность и сложность системы</b>	
Первичность целого	каждый элемент системы вносит вклад в реализацию целевой функции системы
Размерность системы	количество элементов и иерархических уровней системе
Сложность структуры системы	это упорядоченность системы, определенный набор и расположение элементов со связями между ними.
Жесткость системы	
Вертикальная целостность системы	
Горизонтальная обособленность системы	
Иерархичность системы	необходимо учитывать не только внешнюю структурную сторону иерархии, но и функциональные взаимоотношения между уровнями
Многофункциональность	

## **2 группа – свойства, характеризующие связь системы с внешней средой**

Степень самостоятельности системы	
Открытость системы	
Совместимость системы	
Стойкость системы	

## **3 группа – свойства, характеризующие методологию целеполагания системы**

Наследственность системы	
Надежность системы	свойство сохранения структуры систем, несмотря на гибель отдельных её элементов с помощью их замены или дублирования
Оптимальность системы	
Мультипликативность системы	
Уязвимость системы	
Синергичность системы	
Инерционность системы	

Адаптивность системы	
Организованность системы	
Уровень стандартизации системы	
Гибкость системы	способность к структурной адаптации системы в ответ на воздействия окружающей среды
Живучесть системы	
Безопасность системы	
Поведение системы	
Равновесие системы	
Устойчивость системы	
Управляемость системы	

# Закономерности функционирования систем

1. **Закономерность целостности** проявляется в возникновении у системы новых интегративных качеств, не свойственных ее компонентам

**Свойства системы (целого) не является суммой свойств элементов (частей).**

**Свойства системы (целого) зависят от свойств элементов (частей)**

**Целостная система – в ней каждый элемент связан со всеми элементами системы.** Изменения, вносимые в один элемент, вызывают необходимость внесения изменений во все остальные элементы.

**Степень целостности системы:**

**Показатель целостности (Ц) = Факт. число связей / Макс. число связей**

**Макс. число связей =  $n(n - 1)$ ,  $n$  – число элементов в системе**

**Обособленность системы (макс. число связей = 0),  $O = 1 - Ц$**

# Тема-3. Принципы системного подхода

**3.1** Принципы системного подхода - это положения общего характера, являющиеся обобщением опыта работы человека со сложными системами:

**Принцип конечной цели**: абсолютный приоритет конечной цели;

**Принцип единства**: совместное рассмотрение системы как целого и как совокупности элементов;

**Принцип связности**: рассмотрение любой части совместно с ее связями с окружением;

**Принцип модульного построения**: полезно выделение модулей в системе и рассмотрение ее как совокупности модулей;

**Принцип иерархии**: полезно введение иерархии элементов и (или) их ранжирование;

**Принцип функциональности**: совместное рассмотрение структуры и функции с приоритетом функции над структурой;

**Принцип развития**: учет изменяемости системы, ее способности к развитию, расширению, замене частей, накапливанию информации;

**Принцип децентрализации**: сочетание в принимаемых решениях и управлении централизации и децентрализации;

**Принцип неопределенности**: учет неопределенностей и случайностей в системе;

## **Дополнительные принципы**

- **принцип целостности**
- **принцип совместимости элементов в системе**
- **принцип организованности**
- **принцип целеустремленности и целесообразности**
- **принцип нейтрализации дисфункций**
- **принцип лабильности функций**
- **принцип адаптивности**
- **принцип эволюции**
- **принцип изоморфизма**
- **принцип полифункциональности сложной системы**
- **принцип комплексного подхода**
- **принцип полной системы**
- **принцип взаимодополнительности и неразрывности процессов проектирования и внедрения сложных систем**
- **принцип учета динамики систем**
- **принцип имитации и др.**

## 3.2. Классификация систем (1 вариант)

Признак классификации	Классы систем и их характеристика	
<b>1. По происхождению</b>	<p><b>Естественные</b> – системы, существующие в естественных процессах</p>	<p><b>Искусственные</b> - системы, являющиеся продуктом человеческого ума, труда.</p> <p>В искусственной системе существуют три различные по своей роли подпроцесса:  <b>основной процесс, обратная связь, ограничение</b></p>
<b>2. По характеру поведения</b>	<p><b>Управляемые</b> – системы, которым присущ целенаправленный характер поведения</p>	<p><b>Неуправляемые</b> - системы, не обладающие целенаправленным поведением</p>
<b>3. По степени сложности</b>	<p><b>Простые системы</b></p>	<p><b>Сложные системы</b></p>
<b>4. По длительности существования</b>	<p><b>Постоянные системы</b>, функционирующие в интервале, характеризующемся как бесконечность</p>	<p><b>Временные системы</b>, созданные человеком и существующие на некотором интервале времени. Временные системы всегда являются искусственными системами</p>

<p><b>5. По изменению свойств</b></p>	<p><b>Стабильные системы</b>, свойства которых не меняются во времени. Если изменения присутствуют, то они носят циклический характер</p>	<p><b>Нестабильные системы</b>, для которых характерно изменение свойств во времени, и изменения не носят циклического характера</p>
<p><b>6. По характеру реакции на воздействия среды</b></p>	<p><b>Пассивные системы</b>, не оказывающие ответного воздействия на среду</p>	<p><b>Активные системы</b>, реагирующие на воздействия окружающей среды</p>
<p><b>7. По степени предсказуемости поведения системы</b></p>	<p><b>Стохастические (вероятностные)</b> - это системы, для которых результаты могут быть лишь спрогнозированы в пределах какого-то диагноза возможных значений</p>	<p><b>Детерминированные (функциональные)</b> - это системы, все результаты и действия которых могут быть точно определены</p>
<p><b>8. По наличию входящих и выходящих потоков</b></p>	<p><b>Абстрактные системы</b> представляют собой систему без входных и выходных потоков (например, система целей предприятия математическая система уравнений и др.)</p>	<p><b>Конкретная система</b> построена на связях между элементами посредством процессов (действий) на входных и выходных потоках</p>

**классификация всегда относительна**

<b>Основание (критерий) классификации</b>	<b>Классы систем</b>
<b>По взаимодействию с внешней средой</b>	<b>Открытые Закрытые Комбинированные</b>
<b>По структуре</b>	<b>Простые Сложные Большие</b>
<b>По характеру функций</b>	<b>Специализированные Многофункциональные (универсальные)</b>
<b>По характеру развития</b>	<b>Стабильные Развивающиеся</b>
<b>По степени организованности</b>	<b>Хорошо организованные Плохо организованные (диффузные)</b>
<b>По сложности поведения</b>	<b>Автоматические Решающие Самоорганизующиеся Предвидящие Превращающиеся</b>
<b>По характеру связи между элементами</b>	<b>Детерминированные Стохастические</b>
<b>По характеру структуры управления</b>	<b>Централизованные Децентрализованные</b>
<b>По назначению</b>	<b>Производящие Управляющие Обслуживающие</b>

**Классификацией** называется разбиение на классы по наиболее существенным признакам. Под классом понимается совокупность объектов, обладающие некоторыми признаками общности. **Признак (совокупность признаков) является основанием (критерием) класса.**

Система может быть охарактеризована одним или несколькими признаками и соответственно ей может быть найдено место в различных классификациях, каждая из которых может быть полезной при выборе методологии исследования.

Обычно цель классификации: **ограничить выбор подходов к отображению систем, выработать язык описания, подходящий для соответствующего класса.**

По содержанию различают *реальные* (материальные), **объективно существующие**, и *абстрактные* (концептуальные, идеальные), являющиеся продуктом мышления.

**Реальные системы** делятся на *естественные* (природные системы) и *искусственные (антропогенные)*.

**Естественные системы:** системы неживой (физические, химические) и живой (биологические) природы.

**Искусственные системы:** создаются человечеством для своих нужд или образуются в результате целенаправленных усилий.

Искусственные делятся на *технические* (техничко-экономические) и *социальные* (общественные).

**Техническая система спроектирована и изготовлена человеком в определённых целях.**

К социальным системам относятся различные системы человеческого общества.

Выделение систем, состоящих из одних только технических устройств почти всегда условно, поскольку они не способны вырабатывать своё состояние. Эти системы выступают как части более крупных, включающие людей – *организационно-технических систем*.

Организационная система, для эффективного функционирования которой существенным фактором является способ организации взаимодействия людей с технической подсистемой, называется *человеко-машинной* системой. **Пример:** автомобиль-водитель, самолет-летчик

**Отличительными признаками технических систем по сравнению с произвольной совокупностью объектов или по сравнению с отдельными элементами является конструктивность (практическая осуществляемость отношений между элементами), ориентированность и взаимосвязанность составных элементов и целенаправленность.**

Для того **чтобы система была устойчивой** к воздействию внешних влияний, **она должна иметь устойчивую структуру.**

**Выбор структуры практически определяет технический облик как всей системы, так её подсистем, и элементов.**

Вопрос о целесообразности применения той или иной структуры должен решаться исходя из конкретного назначения системы.

**От структуры зависит также способность системы к перераспределению функций в случае полного или частичного отхода отдельных элементов, а, следовательно, надёжность и живучесть системы при заданных характеристиках её элементов.**

# СИСТЕМЫ И ВНЕШНЯЯ СРЕДА

## Открытые системы

На основе понятия **внешней среды** системы разделяются на: **открытые**, **закрытые** (**замкнутые**, **изолированные**) и **комбинированные**.

Деление систем на открытые и закрытые связано с их характерными признаками: **возможность сохранения свойств при наличии внешних воздействий**.

Если система нечувствительна к внешним воздействиям её можно считать **закрытой**. В противном случае – **открытой**.

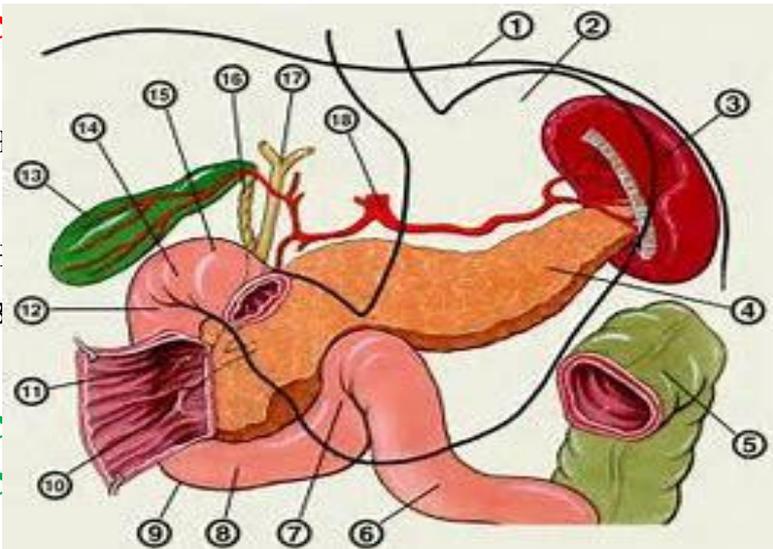
Открытая система функционирует благодаря взаимодействию с окружающим миром.

Открытая система связана со средой определёнными коммуникациями, то есть сетью внешних связей системы. Для открытых систем оно включает не только **внутренние** **связи со средой**.

**Открытые системы**. Открытая система является **несколькими** системами.

Каждый элемент системы (внутренние каналы стараются разделить, чтобы не воздействует на систему) и **выходные** (система

в той же мере, один элемент имеет связь с внешней средой и один выход, которыми она связана с внешней средой).



**Желудочно-кишечный тракт как открытая система**

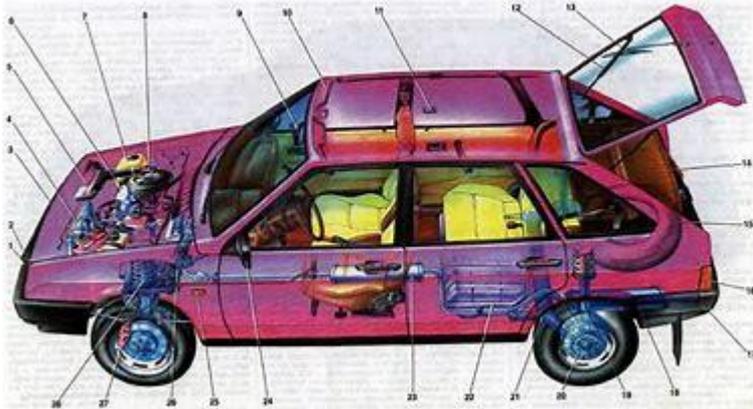
Первостепенное значение при этом имеет **обмен энергией и информацией с окружающей средой**, представленной системами разного калибра.

**Энергия, информация, материалы** — это объекты обмена с внешней средой через проницаемые границы системы. **Такая система не является самообеспечивающейся, она зависит от энергии, информации и материалов, поступающих извне.**

Кроме того, открытая система имеет способность приспосабливаться к изменениям во внешней среде и должна делать это для того, чтобы продолжить свое функционирование.

Руководители, в основном, занимаются системами открытыми, потому что **все организации являются открытыми системами.**

**Выживание любой организации зависит от внешнего мира.**



## Закрытые (замкнутые) системы

**Закрытой** называется система, которая не взаимодействует со средой или взаимодействует со средой строго определённым образом. В первом случае предполагается, что система не имеет входов, **а во втором**, что входы есть, но воздействие среды носит неизменный характер и полностью (заранее) известно.

**Закрытая система имеет жесткие фиксированные границы, ее действия относительно независимы от среды, окружающей систему.**

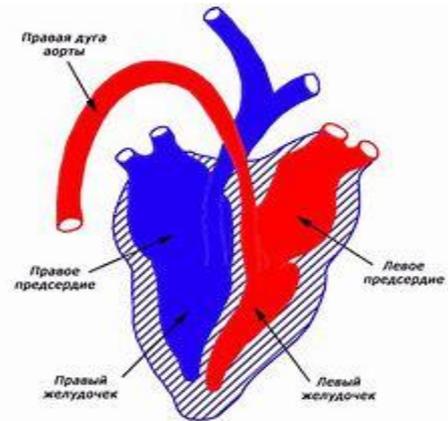
**Закрытая система отграничена от окружающего мира.** Взаимодействие происходит только внутри системы между ее структурными компонентами.

Закрытость и открытость систем бывает разной степени выраженности. **Абсолютно закрытая и абсолютно открытая системы - это достаточно абстрактные понятия.**

Даже в сложнейших научных экспериментах и при особых природных обстоятельствах (глубоко в космосе, в центре звезды) достижение **абсолютно открытого/закрытого состояния невозможно.**

Возможны как бы **промежуточные состояния: мнимо открытая и мнимо закрытая система.** Мнимость проявляется в том, что обладая внешними признаками одного типа, на самом деле система относиться к другому типу. **Организация, исповедующая принципы - мы сами себе все сделаем, осуществляет взаимодействие с окружающим миром.**

СССР, сообщавший всем, какой он открытый, в реальности был гораздо более закрытым. И, как и следовало ожидать - развалился.



**Основная черта действующих систем в том, что происходит изменение.**

**Как внутри системы, так и между системами происходит перераспределение энергии, информации и ресурсов.**

Как вода течет туда, где ниже, так и все обмены происходят на основе трех принципов.

**1. При обыкновенных условиях перераспределение ресурсов происходит из мест с большей плотностью в места с меньшей плотностью.**

**2. Производимые изменения зависят не только от количества перемещенных ресурсов, но и от разности градиентов между местами откуда и куда перемещают, и от скорости перемещения.**

**3. Движение в обратном направлении определенного ресурса (оттуда, где меньше, туда, где больше) возможно, если в более глобальном масштабе происходит выравнивание градиентов.**

**Фактически, зная три этих момента, можно описать все возможные изменения систем.**

**Закрытая система более стабильна, так как не подвержена изменениям при взаимодействии с окружением.**

**Результатом всех перераспределений между элементами закрытой системы через определенный промежуток времени будет равномерное и однородное состояние.**

**Наступает гибель системы.**

**Открытая система существует не за счет стабилизации процессов, а за счет постоянного обмена со своим окружением. Особенно за счет обмена энергией и информацией. Гибкое равновесие.**

**При формировании системы также формируются механизмы саморегуляции, несущие в основе петли обратной связи.**

**При получении системой излишнего количества информации и/или энергии возможен переход на более высокий уровень организации за счет перетряхивания системы и подключения механизмов саморегуляции и стабилизации.**

***Комбинированные*** системы содержат **открытые и закрытые подсистемы.**

**Наличие комбинированных систем свидетельствует о сложной комбинации открытой и закрытой подсистем.**

В зависимости от структуры и пространственно-временных свойств системы делятся на ***простые, сложные и большие.***

***Простые*** – системы, не имеющие разветвлённых структур, состоящие из небольшого количества взаимосвязей и небольшого количества элементов.

**Такие элементы служат для выполнения простейших функций, в них нельзя выделить иерархические уровни.**

Отличительной особенностью простых систем является детерминированность (четкая определенность) номенклатуры, числа элементов и связей как внутри системы, так и со средой.

***Сложные*** – характеризуются большим числом элементов и внутренних связей, их неоднородностью и разнокачественностью, структурным разнообразием, выполняют сложную функцию или ряд функций.

Компоненты сложных систем могут рассматриваться как подсистемы, каждая из которых может быть детализирована ещё более простыми подсистемами и т.д. до тех пор, пока не будет получен элемент.

Систему называют **сложной**, если в реальной действительности существенно проявляются **признаки её сложности**:

а) **структурная сложность** – определяется по числу элементов системы, числу и разнообразию типов связей между ними, количеству иерархических уровней и общему числу подсистем системы.

Основными типами считаются **следующие виды связей**: структурные (в том числе, иерархические), функциональные, причинно-следственные, информационные, пространственно-временные;

б) **сложность функционирования (поведения)** – определяется характеристиками множества состояний, правилами перехода из состояния в состояние, воздействие системы на среду и среды на систему, степень неопределённости перечисленных характеристик и правил;

в) **сложность выбора поведения** – в многоальтернативных ситуациях, когда **выбор поведения определяется целью системы**, гибкостью реакций на заранее неизвестные воздействия среды;

г) **сложность развития** – определяемая характеристиками эволюционных или скачкообразных процессов.

**Большой** системой называют систему, ненаблюдаемую одновременно с позиции одного наблюдателя во времени или в пространстве, для которой существенен пространственный фактор, **число подсистем которой очень велико, а состав разнороден**.

**Система может быть и большой и сложной**. Сложные системы объединяет более обширную группу систем, то есть **большие - подкласс сложных систем**.

С точки зрения характера функций различаются **специальные**, **многофункциональные**, и **универсальные** системы.

Для **специальных систем** характерна единственность назначения и узкая профессиональная специализация обслуживающего персонала (сравнительно несложная).

**Многофункциональные системы** позволяют реализовать на одной и той же структуре несколько функций. **Пример: производственная система, обеспечивающая выпуск различной продукции в пределах определённой номенклатуры.**

Для **универсальных систем**: реализуется множество действий на одной и той же структуре, однако состав функций по виду и количеству менее однороден. Например, **комбайн**.

По характеру развития существует **2 класса систем: стабильные и развивающиеся**.

У **стабильной системы** структура и функции практически не изменяются в течение всего периода её существования и, как правило, качество функционирования стабильных систем по мере изнашивания их элементов только ухудшается. Восстановительные мероприятия обычно могут лишь снизить темп ухудшения.

Отличной особенностью **развивающихся систем** является то, что с течением времени их структура и функции приобретают существенные изменения. Функции системы более постоянны, хотя часто и они видоизменяются. **Практически неизменными остаётся лишь их назначение. Развивающиеся системы имеют более высокую сложность.**

В порядке усложнения поведения: **автоматические, решающие, самоорганизующиеся, предвидящие, превращающиеся**.

**Автоматические**: однозначно реагируют на ограниченный набор внешних воздействий, внутренняя их организация приспособлена к переходу в равновесное состояние при выводе из него.

**Решающие**: имеют постоянные критерии различения их постоянной реакции на широкие классы внешних воздействий. Постоянство внутренней структуры поддерживается заменой вышедших из строя элементов.

**Самоорганизующиеся**: имеют гибкие критерии различения и гибкие реакции на внешние воздействия, приспособляющиеся к различным типам воздействия. Устойчивость внутренней структуры высших форм таких систем обеспечивается постоянным самовоспроизводством.

## Особенности сложных систем:

- большое разнообразие возможных состояний;
- неопределенность и сложность реализуемых функций;
- наличие функциональной и структурной избыточности;
- сложный характер связей между отдельными элементами;
- необходимость учета взаимодействия с внешней средой;
- невозможность формального описания сложной системы

Тип систем	Уровень сложности	Примеры
Неживые системы	Статические структуры или остовы. Простые динамические структуры с заданным законом поведения. Кибернетические системы с управляемыми циклами обратной связи	Кристалл Часовой механизм Термостат
Живые системы	<b>Открытые системы с самосохраняемой структурой.</b> Живые организмы с низкой способностью воспринимать информацию. Живые организмы с более развитой способностью воспринимать информацию, но не обладающие самосознанием. Системы, характеризующиеся самосознанием, мышлением и нетривиальным поведением. Социальные системы. Системы, лежащие в настоящий момент вне нашего познания (трансцендентные системы)	Клетки Растения Животные Люди Социальные организации

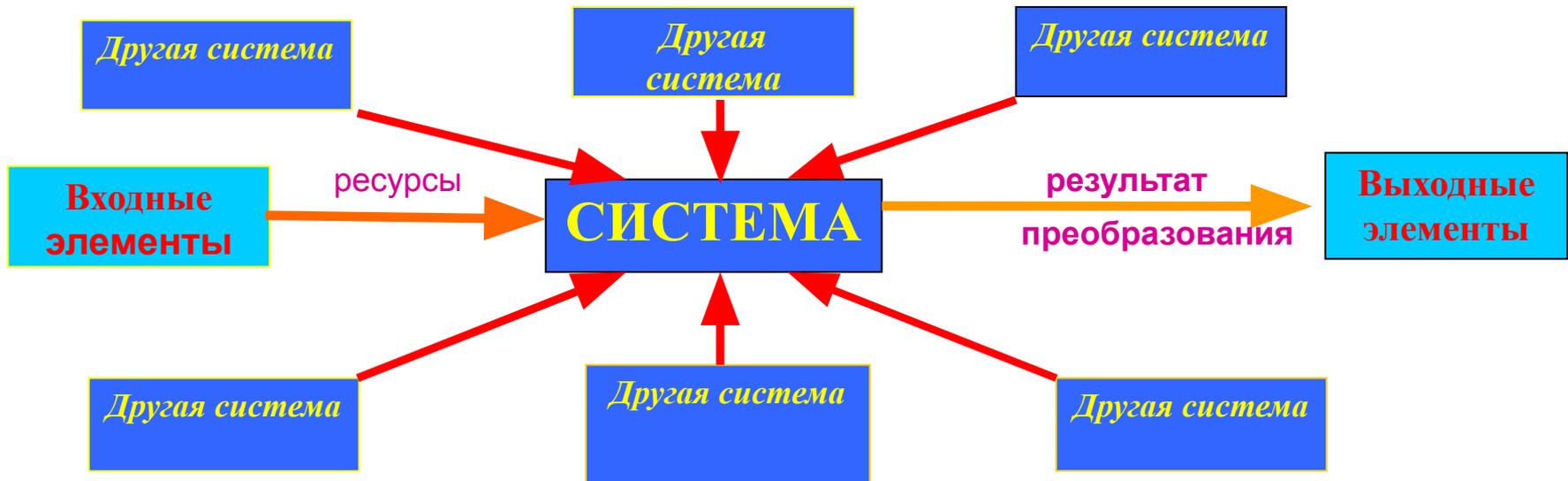
# Категория системы, ее свойства и признаки

Система - это «ансамбль взаимосвязанных элементов»

Без взаимодействия компонентов никакой системы не существует

Любой системный объект обладает определенными системными признаками:

- 1) Ограниченность системного объекта
- 2) Автономность системного объекта
- 3) Целостность системного объекта (главный признак)  
(внутреннее свойство – характеризует интегративность)
- 4) упорядоченность, ритмичность, устойчивость, напряженность и многие др. дополняют признаки 1-3



**3.5.** Системообразующие и системоразрушающие факторы  
Поддержание и функционирование систем, а также их разрушение происходит под воздействием определенных источников и причин

## **Системообразующие факторы**

**Направлены на обеспечение целостности системного объекта, его развитие, поддержание его дееспособности**

**Результатообразующий** (не путать с целью, она ставится человеком; **результат – это конечное состояние, к которому стремится система**). Атомы кислорода и водорода не стремятся создать молекулу воды, но ее возникновение – результат их взаимодействия.

**Результат придает движению связей и отношений системы целостную направленность.** Он выступает в качестве объединяющего начала. Все части системы как единого целого работают на достижение ее конечного состояния

**Связи обмена** веществом, энергией, информацией между различными системами и внутри каждой из них. **Этот фактор составляет сущность любого взаимодействия.** В ходе этого взаимодействия **одна система поглощает из другой все, что ей нужно для ее собственной жизнедеятельности.** Точно так же этот обмен может происходить и между различными компонентами системы. Передавая друг другу энергию, необходимые вещества, информацию, все части целого получают нужный им заряд, компенсируют понесенные потери.

Обмен в неорганической природе очень разнообразен. Многие деревья для поддержания собственного развития поглощают углекислый газ. Но в обмен на это выделяют в атмо-сферу кислород. Еще большим богатством и разнообразием отличаются связи обмена в обществе. Обмену подлежат произведенные товары. Люди передают друг другу определенные взгляды, идеи. Они обмениваются различными видами своего

**Связи индукции** Под ними понимается присущее всем системам свойство «достраивать» систему до ее завершения. Связи индукции как бы «возбуждают», инициируют к самодвижению в направлении завершенности. Они требуют, вызывают к созданию каких-то дополнительных элементов для приведения системы в конечное состояние. При строительстве дома возведенный уже фундамент индуцирует необходимость кладки стен. Выстроенные стены побуждают покрыть дом крышей. И т.д.

Системообразующие факторы могут быть классифицированы по различным основаниям. По отношению к самой системе они могут быть **внутренними** и **внешними**.

К **внутренним системообразующим факторам** относятся те, которые порождаются объединяющимися в систему отдельными частями и элементами или всем многообразием взаимодействующих компонентов системы. К числу наиболее важных среди внутренних факторов может быть отнесен **фактор выживаемости системы**. Животные для того, чтобы противостоять хищникам, часто объединяются в стаи, стада, табуны и т.п. В экономике объединение предприятий нередко становится источником выживания в условиях мощной конкуренции. К ним относятся:

- *фактор взаимозаменяемости;*
- *фактор компенсации;*
- *фактор саморегулирования;*
- *фактор самовосстановления и некоторые др.*

**Внешние системообразующие факторы** - это факторы среды, которые способствуют возникновению и развитию систем:

- *необходимые и случайные;*
- *природные и искусственные (внутренние и внешние, создаются человеком);*
- *главные и второстепенные (самолет – главный: он может летать, перевозить людей; цвет – вторичен, не влияет на главное);*

**-притяжения и отталкивания** (целостность атома обусловлена единством и равенством сил притяжения и отталкивания положительно и отрицательно заряженных частиц).

**Единство притяжения и отталкивания являются одним из важнейших системообразующих факторов.**

# Системоразрушающие факторы

**Направлены на дестабилизацию системного объекта, потерю его устойчивости**

Как правило, распад целостных объектов происходит под влиянием извне. Горы могут быть разрушены землетрясением. Скалы могут быть взорваны человеком. Деревянная постройка может быть уничтожена ударом молнии.

**К ним относятся:**

- **природные и искусственные,**
- **главные и второстепенные,**
- **необходимые и случайные**
- **время** (определяет распад всех систем. Одни из них образуются лишь на мгновения, другие способны существовать очень длительный срок. Со временем разрушаются здания, изменяются технологические и социальные системы, в корне преобразуются условия жизни людей. Понятно, что разрушителем выступает не сам по себе фактор времени, а воздействие внешних сил на конкретную систему, осуществляемое в течение определенного срока, которые подтачивают основы ее существования и, в конечном счете, приводят к гибели. Время разрушает **прямые и корреляционные** связи, а также и зависимости между всеми компонентами системы).

**Два основных условия разрушения целостных систем:**

- **система будет разрушена, если суммарная энергия движения системы будет превышать энергию ее внутренних связей** (внутренние источники оказываются неспособными поддерживать развитие системы. Для человека как биологической целостности это может означать, что какие-то его органы не в состоянии обеспечить полноценное функционирование организма в целом. В обществе такое положение дел характеризует полную или частичную потерю управления соц. процессами;

- **система перестанет существовать, если энергия внутренних связей будет меньше суммарной энергии внешних воздействий** (система перестанет существовать, если сила давления среды будет выше возможностей самой системы к сопротивлению. Так, мощность взрыва может значительно превышать прочность здания. В общественной жизни ярким примером такого рода является захват и порабощение народа одного государства другим.

## **3.6. Классификация систем (2 вариант)**

**Системы классифицируются следующим образом:**

- по виду отображаемого объекта - технические, биологические, экономические и др.;
- по виду научного направления - математические, физические, химические и т.п.;
- по виду формализованного аппарата представления системы - детерминированные и стохастические;
- по типу взаимодействия с внешней средой - открытые и закрытые (замкнутые);
- По сложности структуры и поведения – простые, большие и сложные;
- по степени организованности - хорошо организованные, плохо организованные (диффузные), самоорганизующиеся системы.

**Системы также принято подразделять на:**

*физические и абстрактные; динамические и статические; естественные и искусственные; с управлением и без управления; непрерывные и дискретные; целостные и суммативные*

## **Целостные системы:**

- реальные системы
- концептуальные системы
- искусственные
- смешанные

**Суммативные или аддитивные системы – связи между элементами системы имеют тот же порядок, что и связи системы с внешней средой**

**Открытые и закрытые (замкнутые) системы**

**Открытые системы:**

**социальные системы (свойства: открытость, целенаправленность, адаптивность, самовоспроизводство и развитость)**

**диссипативные системы**

**информационные системы**

**динамические и статические системы**

## Классификация систем по сложности

- малые системы ( $10 \dots 10^3$  элементов),
- сложные ( $10^4 \dots 10^7$  элементов),
- ультрасложные ( $10^7 \dots 10^{30}$  элементов),
- суперсистемы ( $10^{30} \dots 10^{200}$  элементов).

Характерные особенности больших систем:

- большое число элементов в системе (сложность системы);
- взаимосвязь и взаимодействие между элементами;
- иерархичность структуры управления;
- обязательное наличие человека в контуре управления, на которого возлагается часть наиболее ответственных функций управления

## 3.7. Классификация систем (3 вариант)

Основание классификации	Наименование классов систем	Отличительные признаки классов	Примеры классов
По взаимодействию с окружающей средой	Открытые	Взаимодействуют с окружающей средой (обмениваются с ней ресурсами)	ПК – обмен информацией Организация – обмен ресурсами
	закрытые	Не взаимодействуют с окружающей средой	Идеальные физические системы
По природе	Материальные	Доступны объективному измерению или наблюдению	Свет, электромагнитные колебания, вес и др.
	Абстрактные	Существуют в виде абстрактных конструкций, выраженных символами	Абстрактные теоретические представления

По происхождению	естественные	Произошли естественным путем	Земля, нефть, гроза
	искусственные	Произошли при активном участии человека	ПК, водохранилище
По способу формирования системы	Целенаправленные	Цель задана извне	ПК, автомобиль, судебная система
	Целеустремленные	Цель системы формируется внутри нее	Человек, организация, система искусственного интеллекта
По степени сложности	Простые	Охватываются умственным взором одного человека	Автомобиль, ПК
	Большие	Состоят из большого числа простых элементов	Железная дорога, трубопровод
	Сложные	Сложные системы, поведение которых не детерминировано	Экономика государства, поведение человека

По степени организованности	Детерминированные	Поведение строго определено	Регламентированные экономические процедуры
	Случайные	Поведение можно определить с некоторой вероятностью	Системы массового обслуживания
	Хаотические	Поведение можно определить на крайне малый период времени	Финансовые рынки на коротких промежутках времени, движение молекул, поведение людей
	Смешанные	Присущи черты предыдущих трех типов	

# **Тема-4. Структура, функции и этапы развития систем**

**Особенности, черты, свойства целостных систем во многом определяются их внутренним строением и композицией.**

**Сложность систем определяется структурной сложностью и сложностью поведения.**

**Структура объекта образует содержательную и сущностную стороны, композицию системы.**

**2 основных направления в подходах к структурам систем:**

- морфологический - под структурой понимают простой набор компонентов, из которых состоит система;**
- функциональный - рассматривает взаимодействие между составляющими, ведущими к образованию целого.**

**Внутреннее строение системы описывается через ее компоненты: подсистемы, части, элементы.**

# **Законы структуры систем**

**Закон субординации**■ показывает на иерархичность, главенство, как определенных компонентов структуры, так и связей и отношений между ними.

**Закон координации**■ его предназначение - в согласовании и приведении в соответствие действия всех связей и отношений, имеющих место в системе

**Закон совместимости**■ его смысл в согласованности и взаимодополняемости функционирования разнородных и разнопорядковых структур

**Закон специализации** компонентов системы. Каждая ее подсистема, часть, элемент выполняет строго определенные функции и операции внутри систем.

**Закон строго определенной пространственно-временной расположенности** компонентов системы. Обеспечивает пространственно-временную локализацию систем.

**Функция системы** – это проявление свойств, качеств системы во взаимодействии с другими системами, выражающими относительную устойчивость реакции системы на изменения ее внутреннего состояния и внешних связей.

Системы подразделяются на ***многофункциональные*** и ***дисфункциональные***

***Функции: внешние и внутренние***

**Развитие систем - необратимое, направленное, закономерное изменение сложноорганизованных целостных объектов.**

**Источник развития системных объектов –**  
**противоречия.**

# Типы противоречий

1. Острые противоречия
2. Равновесные противоречия
3. Скрытые (слабые) противоречия
4. Непосредственные противоречия
5. Опосредованные противоречия
6. Асимметричные противоречия
7. Симметричные противоречия

## Основные этапы развития систем:

возникновение, становление, расцвет,  
стагнация и распад.

# Система и внешняя среда

*По силе воздействия и жесткости связей и зависимостей* внешние факторы делятся на **сильные, слабые и нейтральные.**

*По последствиям воздействия* сильные и слабые факторы **бывают позитивными и негативными.**

**Влияние природной и искусственной среды.**

**Искусственные внешние факторы - факторы, созданные и управляемые человеком.**

**Формы содействия между системами: коменсализм, мутуализм, кооперация.**

**Адаптация системы к воздействию внешней среды.**

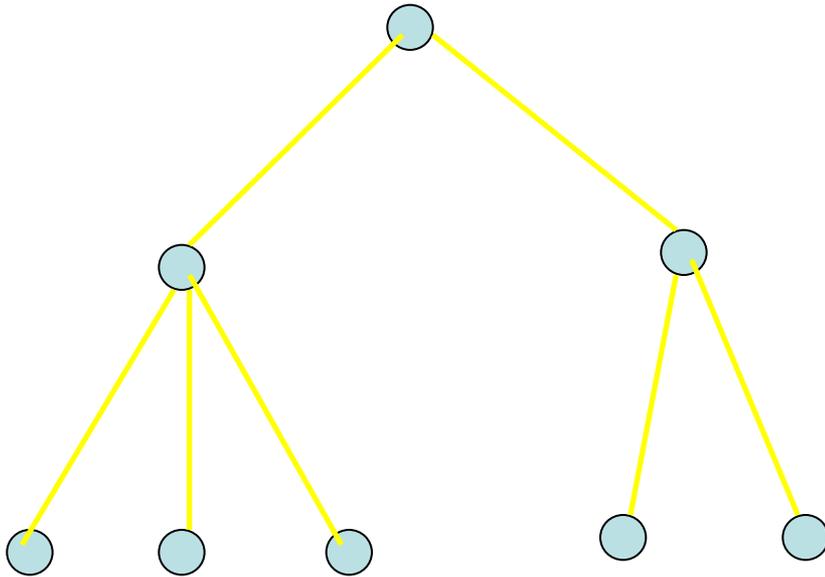


## 2. Иерархическая структура

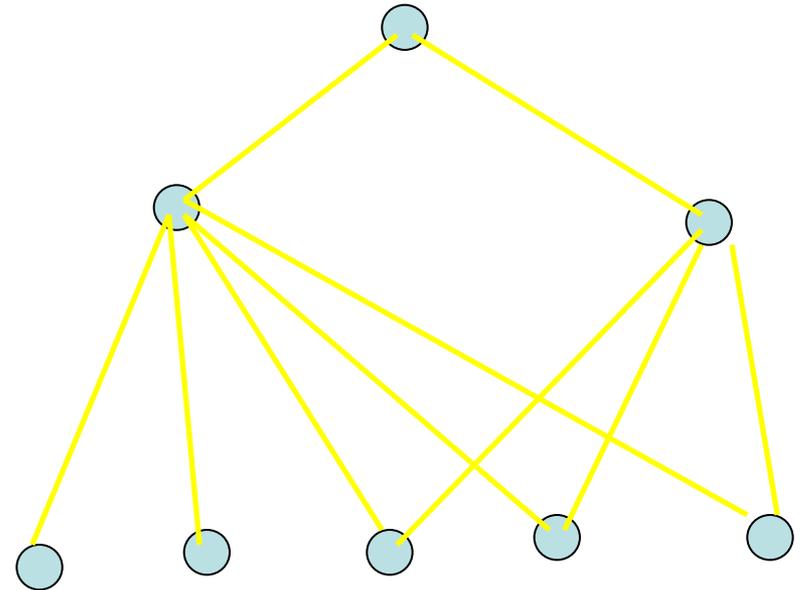
(представляет строение (декомпозицию) системы в пространстве)

Все элементы и связи существуют в этих системах одновременно, не разнесены во времени

1. Иерархические структуры с сильными связями (древовидные структуры)

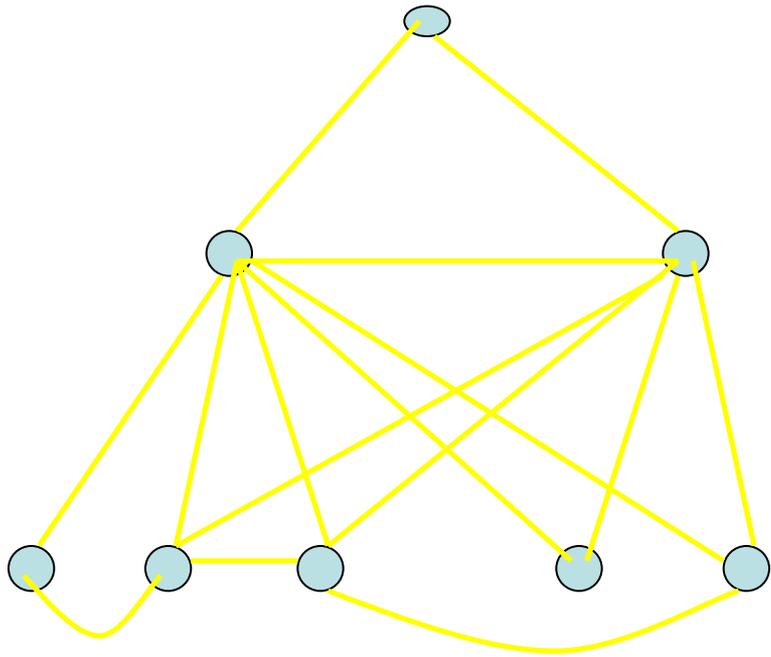


2. Иерархические структуры с слабыми связями



**3. Смешанные иерархические структуры** (наличие как вертикальных, так и горизонтальных связей)

**4. Многоэшелонные иерархические структуры** (различные принципы взаимоотношений элементов в системе)



Система представляется в виде относительно независимых, взаимодействующих между собой подсистем (компонентов), при этом некоторые подсистемы имеют право принятия решения, а иерархическое расположение подсистем определяется тем, что некоторые из них находятся под влиянием или управляются другими подсистемами.

**5. Системы с произвольными связями**

# Тема-5. СИСТЕМНЫЕ ОБЪЕКТЫ И ИХ ОБОБЩЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

## 1. Системность неорганической и живой природы

Неорганическая природа может быть подразделена на две системы: поле и вещество.

Квант - структурный элемент поля, образующий его как систему  
Электромагнитное поле. Гравитационное поле.

Элементарная частица - это не только квант поля, но и то, что лежит в основе качественно иной системы - вещества.

Вещество - чрезвычайно сложная, глубоко дифференцированная и одновременно интегрированная, многоуровневая система.



Каждая подсистема, слагающая Землю, в свою очередь очень сложна в структурном отношении. Ее геосфера представлена: **магнитосферой, атмосферой, гидросферой, литосферой, мантией и ядром Земли.**

Различные геосистемы образуют:

**биосферу, литосферу, гидросферу, атмосферу.**

**Земля - элемент солнечной системы**

**Солнечная система – элемент Галактики.**

**Поле и вещество как системы находятся в зависимости от внешних условий.**

**Факторы внешней среды:**

**температура, давление, влажность, плотность и т.д.**

**Температурные условия имеют большое значение в функционировании физических и химически целостных вещественных систем.**

**Неорганическая природа** системна по своей сути.

**Поле и вещество – это целостные образования.**

**Поле и вещество** образуют системную структуру неорганической природы

# Системы живой природы

Органические молекулы и их взаимодействие - источник образования живых систем.

1. **Живые объекты отличаются от неживых** обменом веществ, раздражимостью, способностью к размножению, росту, активной регуляцией своего состава и функций, способностью к различным формам движения, приспособляемостью к среде и т.д.
2. **Для живого характерна способность ассимилировать полученные извне вещества**, т.е. перестраивать их, уподобляя собственным материальным ресурсам и структурам, и за счет этого многократно воспроизводить их.
3. **Живые системы качественно превосходят неживые** в отношении многообразия и сложности химических компонентов, а также динамики протекающих процессов.
4. **Значительно большой уровень упорядоченности структур и функций в пространстве и времени.**
5. **Живые системы** обмениваются с окружающей средой энергией, веществом и информацией, т.е. **являются открытыми системами.**
6. В отличие от неживых систем, **живым системам присуще стремление к упорядочению, к созданию порядка из хаоса.**

## **Виды живых систем:**

- 1. По Аверьянову - вирусы-системы, клетки-системы, многоклеточные системы, виды популяций, биоценозы, биогеоценоз, биосфера**
- 2. По Миллеру - клетка, орган, организм, группа, организация, общество, межнациональные системы**

# Общество, личность и мышление как система

**Человеческое общество - наиболее сложная и уникаль-ная система**

**Первым существенным свойством общества как социаль-ной системы является целесообразность его возник-новения и целенаправленность создания.**

**Вторым признаком является то, что общество, как и всякая иная социальная система, - это самоорганизующееся и саморегулируемое образование. Фундаментом же самоорганизации и саморегулирования общества явля-ется сознательная деятельность человека.**

**Третья отличительная черта общества, отделяющая его от других классов систем, связана со спецификой механиз-ма самосохранения и саморазвития.**

**Целенаправленность и целесообразность, самоорганизация и саморегуляция, самосохранение и саморазвитие – осно-вополагающие сущностные свойства общества.**

Одним из основных свойств общества является **наличие межличностных коммуникаций**

Важным свойством общества как системы является его **управляемость.**

Еще одной характерной чертой общества является **человеческая деятельность.**

**Трудовая деятельность, разделение труда** – это причина всех социальных изменений.

Основа человеческого общества – **личность.**

В системной структуре личности можно выделить три крупные подсистемы: духовную, психологическую и деятельностно-поведенческую. В своем единстве они образуют систему социальных качеств личности.

Духовная подсистема подразделяется на: мировоззрение, ценностные ориентиры, установки и мотивы личности

Психологическая подсистема состоит из частей: воля, характер, темперамент, эмоции, способности и др.

Механизм функционирования личности как системы - **законы целедостижения и целесообразности.**

# Мышление

**Мышление** - высшая форма активного отражения объективной реальности, состоящая в целенаправленном, опосредованном и обобщенном познании субъектом существенных связей и отношений предметов и явлений, в творческом созидании новых идей, в прогнозировании событий и действий.

## **Системные признаки человеческого мышления:**

1. **Мышление и как явление, и как процесс отграничено от других систем.** Оно присуще только человеку, имеет собственную логику функционирования и развития.
2. В ходе мыслительной деятельности осуществляется **процесс обмена энергией, веществом и информацией.**
3. **Мышление** может быть рассмотрено как **кибернетическая система**, в которой **осуществляется сбор, хранение, переработка и распространение информации.**
4. **Мышление** есть **средство управления действиями, поступками и поведением человека.**
5. Мышление воспроизводит образы материальных и идеальных объектов.
6. **Мышление** лежит в основе конструирования, проектирования и моделирования искусственных систем.
7. **Результат мышления есть целостное познание картины реального мира.**
8. **Мышление имеет многоуровневый характер.** Различают мышление отдельного человека и человеческое мышление в целом.
9. **Человеческое мышление развивается по своим специфическим законам.** В нем кроется тайна творчества, фантазии, предвидения.

# СИСТЕМНАЯ ПРИРОДА ОРГАНИЗАЦИЙ И УПРАВЛЕНИЯ ИМИ

Термин организация довольно широко употребляется в самых различных значениях.

Выделим наиболее часто встречающиеся и распространенные смысловые нагрузки этого термина.

1) организацией часто называют **искусственно созданные человеческие общности**, выполняющие определенные функции в обществе (общественные, производственные, коммерческие организации и т.д.), для которых характерно наличие устойчивых связей между членами, выполнение ими определенных социальных ролей, упорядоченность отношений с другими организациями и т.д.

2) термином организация оперируют для обозначения определенной степени прочности и упорядоченности связей и отношений в системе. При такой его интерпретации он оказывается применим не только к социальным, но и к любым другим структурированным объектам. При этом подходе справедливо говорить о том, каким образом организован атом или молекула.

3) термин **организация** обозначает процесс обеспечения различных видов деятельности. В этом значении он употребляется для отражения согласования и координации усилий различных групп людей и индивидов.

Он связывает воедино процессы доставки сырья, его оплаты, производство товаров и их реализацию.

Все выделенные значения термина «**организация**» имеют право на жизнь.

В случае «Теории систем» речь идет об **организациях как определенного рода человеческих объединениях, искусственно создаваемых социальных системах, которые обеспечивают функционирование общества.**

Таковыми организациями могут быть предприятия, фирмы, общественные объединения, политические партии и т.д.

**Организация** - это сообщество взаимодействующих человеческих существ, содержащих центральную координирующую систему. Она характеризуется формальной структурой и стремлением к реализации специфических целей.

**Организация** - социальное объединение, сознательно конструируемое и реконструируемое для выполнения специфических целей.

## **Общие позиции, характеризующие свойства организаций**

**Во-первых, организации являются искусственными образованиями, создаваемыми людьми. Но в то же время они являются объективными. Их создание диктуется интересами конкретных групп людей, всего общества.**

**Во-вторых, организации представляют собой социальные объединения индивидов, создаваемые для достижения определенных целей, Поэтому каждая из них является целенаправленной и целесо-образной, скоординированной и согласованной системой.**

**В-третьих, искусственно образуемые организации характеризуются высокой степенью формализации, регламентированностью всех систем отношений, складывающихся в них.**

**Перечисленные свойства организации позволяют дать ей определение как искусственно создаваемой и высоко формализованной социальной общности людей, ориентированных на достижение взаимосвязанных специфических целей**

**Организации существенным образом отличаются по своим целям, структуре, составу участников и другим признакам**

## **Общая модель организации**

Центральным элементом организации является ее цель.

**Именно во имя ее осуществления и формируется организация.** Достижение цели сплачивает и объединяет людей, превращает организацию в целостное системное образование. **Организация без целей - это нонсенс, бессмыслица.** Она не в состоянии существовать.

Каждая организация имеет свои цели, которые определяются спецификой ее интересов, сферой приложения усилий.

Всякая организация имеет **главную цель**, ее иногда называют миссией. Она отражает **основной результат, к которому необходимо стремиться.**

Например, для предприятия ею является обеспечение рентабельности. Если предприятие нерентабельно, то оно, в конечном счете, разрушается как система.

**Достижению главной цели подчинены все усилия организации.**

Целедостижение здесь служит средством поддержания системы в равновесном состоянии, снятия энтропийных эффектов. Оно является необходимым условием стабильности и целостности. Иначе говоря, оно обеспечивает выживаемость организации во внешнем окружении.

Наряду с главной целью, организации имеют многочисленные **цели-задания**.

Они представляют собой оформленные программы деятельности. Эти цели могут спускаться или задаваться внешними организациями.

**Под каждую цель разрабатываются задачи**. В них формируется, что нужно сделать, чтобы достигнуть цели.

Они характеризуют основные направления деятельности, с помощью которых наиболее эффективными и действенными мерами можно прийти к конечному запланированному результату.

**Ошибки в определении целей и задач способны привести к утрате целостности и распаду организации.**

В соответствие с целями должны быть приведены **все элементы системы**: ее **структура**, **технологии**, **отношения** между членами организации и т.д.

К числу важнейших компонентов организации относится ее **структура**.

**Достижение целей во многом зависит от внутреннего строения организации и прочности связей между ее членами**

**Формальная структура организации** - это официально установленное ее внутреннее строение в совокупности с сетью регламентированных отношений.

Она определяет социальный статус и положение разнообразных компонентов системы, фактический порядок их взаимодействия. Структура выстраивает иерархическую лестницу для всех звеньев организации и поэтому является основой координации и согласованности их функционирования.

Пример формальной структуры - **оргштатная организация предприятия.**

Оргштатная структура задает функциональные обязанности должностным лицам и подразделениям. Она отражает процесс разделения труда, который в своем интегративном выражении является залогом решения целей-заданий, а в итоге - успешного достижения миссии.

**Неформальные структуры** - это структуры, создаваемые на личностном уровне. Они состоят из комплекса позиций и взаимосвязей, формируемых на основе личностных характеристик, и основываются на отношениях уважения и доверия.

**Участники или члены организации - ее **важнейшая состав-ляющая**. Это совокупность индивидов, обладающих определенным набором качеств и навыков, позволяющих занимать определенную позицию в социальной структуре организации, и играет соответствующую социальную роль.**

**Организация с точки зрения технологии - это место и объекты, с помощью которых участниками организации производится определенная работа и приложение энергии для трансформации материалов или информации.**

**Все **элементы организации приводятся в действие** посредством управления - основного системообразующего элемента систем различной природы, обеспечивающего их целостность посредством сохранения определенной структуры, поддержания режима деятельности, реализации программы и целей деятельности.**

**Оно призвано осуществлять координацию и согласование всех структур системы, мобилизацию имеющихся ресурсов (финансовых, технологических, людских) в направлении реализации программных целей и установок.**

Управление включает в себя **субъект, объект и средства**.

**Субъект управления** - это совокупность органов и организаций, осуществляющих сознательное воздействие на систему с целью достижения конкретных результатов.

**Управленческий аппарат** организации представлен лицами и органами, осуществляющими разработку и реализацию стратегии и тактики поведения организации, обладающей правом отдавать приказания и распоряжения, а также правом контроля их выполнения.

**Средства управления** - это совокупность приемов, правил, методов и технологий, применяемых субъектом в отношении объекта для достижения поставленных целей.

**Объектом управления** выступают все элементы организации: цели, структура, участники и технологии.

Одно из определяющих мест занимает управление персоналом

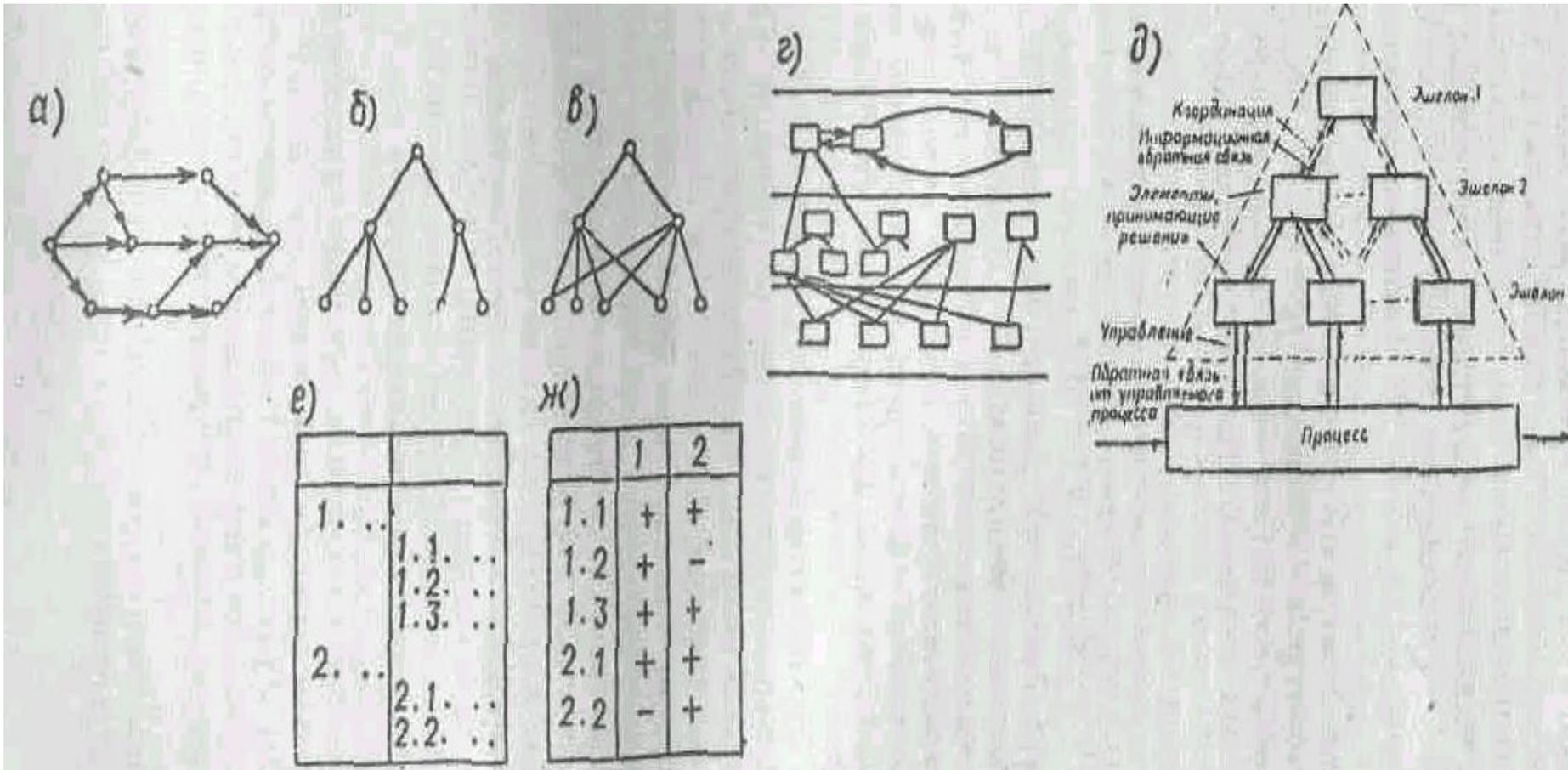
**Управление строится на определенных принципах.** Впервые они были разработаны Г. Файолем. В начале XX века он выделял **5** принципов: **планирование, организация, координация, мотивация и контроль.**

# Виды и формы системного представления структур организаций

**Сетевая структура** или сеть. **Страты.**

**Эшелоны** (многоэшелонные, многоцелевые структуры).

**Матричные структуры.** **Смешанные иерархические структуры** с вертикальными с горизонтальными связями. **Структуры** с произвольными связями



# Тема-6. Системные исследования

Объектом системных исследований являются системные образования.

## Отличительные черты системных исследований

1. Системные исследования фундаментально опираются не на одну научную дисциплину, а **используют знания из различных областей**, необходимые для их целостного познания. Они носят **междисциплинарный характер**.
2. Конечным пунктом системного исследования является **формирование целостной, интегративной модели изучаемого объекта**.
3. Системные исследования имеют дело с **выделенными** из окружающей среды относительно **самостоятельными объектами**. Системные исследования обязательно предполагают единство познания внутренних и внешних связей, отношений и взаимодействий изучаемого процесса или явления.
4. Специфичной является и **логика системного исследования**. Разделение объекта и анализ его компонентов осуществляется вглубь не до бесконечности, а до определенного предела.
5. Системные исследования достигают своей цели только тогда, когда **сам познавательный процесс организован по законам целостности**, подчинен получению интегративного знания.

Системные исследования могут быть **фундаментальными и прикладными**.

# **Системный подход - методология системного исследования**

**Системы существуют независимо от человека.  
Они объективны по своей природе.**

**Технология достижения целостности познания в системном  
исследовании - синтез и анализ**

Системные исследования всегда связывают с **системным подходом**

- 1) он, как и всякая методология, опирается на совокупность принципов, методов, приемов организации и построения теоретического знания и практической деятельности;**
- 2) при системном подходе познавательный процесс носит комплексный междисциплинарный характер;**
- 3) он нацелен на получение не отдельных, отрывочных знаний о предмете, а связанных воедино, интегрированных.**

# Основные принципы системного анализа

**Первый принцип** системного анализа - это требование рассматривать совокупность элементов системы как одно целое или, более жестко, - запрет на рассмотрение системы как простого объединения элементов.

**Второй принцип** заключается в признании того, что свойства системы не просто сумма свойств ее элементов. Тем самым постулируется возможность того, что система обладает особыми свойствами, которых может и не быть у отдельных элементов.

Весьма важным атрибутом системы является ее эффективность. Теоретически доказано, что всегда существует функция ценности системы - в виде зависимости ее эффективности (почти всегда это экономический показатель) от условий построения и функционирования. Кроме того, эта функция ограничена, а значит можно и нужно искать ее максимум.

**Максимум эффективности системы** может считаться третьим ее основным принципом.

**Четвертый принцип** запрещает рассматривать данную систему в отрыве от окружающей ее среды - как автономную, обособленную. Это означает обязательность учета внешних связей или, в более общем виде, требование рассматривать анализируемую систему как часть (подсистему) некоторой более общей системы.

Согласившись с необходимостью учета внешней среды, признавая логичность рассмотрения данной системы как части некоторой, большей ее, можно прийти к пятому принципу системного анализа - возможности (а иногда и необходимости) деления данной системы на части, подсистемы. Если последние оказываются недостаточно просты для анализа, с ними поступают точно также. Но в процессе такого деления нельзя нарушать предыдущие принципы - пока они соблюдены, деление оправдано, разрешено в том смысле, что гарантирует применимость практических методов, приемов, алгоритмов решения задач системного анализа.

При изучении системного подхода прививается такой образ мышления, который, с одной стороны, способствует устранению излишней усложненности, а с другой - помогает руководителю уяснить сущность сложных проблем и принимать решения на основе четкого представления об окружающей обстановке.

**Важно структурировать задачу, очертить границы системы.**

Но столь же важно учесть, что системы, с которыми приходится сталкиваться в процессе своей деятельности, **являются частью более крупных систем**, возможно, включающих всю отрасль или несколько, порой много, компаний и отраслей промышленности, или даже все общество в целом.

**Эти системы постоянно изменяются, они создаются, действуют, реорганизуются, и, бывает, ликвидируются.**

В большинстве случаев практического применения системного анализа **для исследования свойств и последующего оптимального управления системой**

можно выделить следующие **основные этапы**:

1. Содержательная постановка задачи.
2. Построение модели изучаемой системы.
3. Отыскание решения задачи с помощью модели.
4. Проверка решения с помощью модели.
5. Подстройка решения под внешние условия.
6. Осуществление решения.

В каждом конкретном случае этапы системного занимают различный "удельный вес" в общем объеме работ по временным, затратным и интеллектуальным показателям. Очень часто трудно провести четкие границы - указать, где оканчивается данный этап и начинается очередной.

Системный анализ не может быть полностью формализован, но **можно выбрать некоторый алгоритм его проведения.**

Системный анализ может выполняться в следующей **последовательности**:

1. **Постановка проблемы** - отправной момент исследования. В исследовании сложной системы ему предшествует работа по структурированию проблемы.
2. **Расширение проблемы** до проблематики, т.е. нахождение системы проблем, существенно связанных с исследуемой проблемой, без учета которых она не может быть решена.
3. **Выявление целей**: цели указывают направление, в котором надо двигаться, чтобы поэтапно решить проблему.
4. **Формирование критериев**. Критерий - это количественное отражение степени достижения системой поставленных перед ней целей. Критерий - это правило выбора предпочтительного варианта решения из ряда альтернативных. Критериев может быть несколько. Многокритериальность является способом повышения адекватности описания цели. Критерии должны описать по возможности все важные аспекты цели, но при этом необходимо минимизировать число необходимых критериев.
5. **Агрегирование критериев**. Выявленные критерии могут быть объединены либо в группы, либо заменены обобщающим критерием.
6. **Генерирование альтернатив** и выбор с использованием критериев наилучшей из них. Формирование множества альтернатив является творческим этапом системного анализа.
7. **Исследование ресурсных возможностей**, включая информационные ресурсы.
8. **Выбор формализации** (моделей и ограничений) для решения проблемы.
9. **Построение системы**.
10. **Использование результатов** проведенного системного исследования.

# Тема-7. Методы и модели описания систем и системного анализа

Методы описания систем классифицируются в порядке возрастания формализованности - от **качественных методов**, с которыми в основном и связан был первоначально системный анализ, до **количественного системного моделирования с применением ЭВМ**.

Разделение методов на **качественные** и **количественные** носит условный характер.

В **качественных** методах основное внимание уделяется организации постановки задачи, новому этапу ее формализации, формированию вариантов, выбору подхода к оценке вариантов, использованию опыта человека, его предпочтений, которые не всегда могут быть выражены в количественных оценках.

**Количественные** методы связаны с анализом вариантов, с их количественными характеристиками корректности, точности и т.п. Для постановки задачи эти методы не имеют средств, почти полностью оставляя осуществление этого этапа за человеком.

# Качественные методы описания систем

## 1. Методы типа мозговой атаки

Методы данного типа преследуют основную цель - **поиск новых идей, их широкое обсуждение и конструктивную критику**. Основная гипотеза заключается в предположении, что среди большого числа идей имеются, по меньшей мере, несколько хороших.

### правила проведения мозговой атаки:

- **сформулировать проблему** в основных терминах, **выделив центральный единственный пункт**;
- **обеспечить** как можно большую **свободу мышления участников** и высказывания ими **новых идей**;
- **приветствуются любые идеи**, если вначале они кажутся сомнительными или абсурдными (обсуждение и оценка идей производится позднее);
- **не допускается критика**, не объявляется ложной и не прекращается обсуждение ни одной идеи;
- желательно **высказывать как можно больше идей**, особенно нетривиальных.

При всей кажущейся простоте данные обсуждения дают неплохие результаты

## **2. Методы типа сценариев**

Методы подготовки и согласования представлений о проблеме или анализируемом объекте, **изложенные в письменном виде** (сценарии)

## **3. Методы экспертных оценок**

**Предполагается, что мнение группы экспертов надежнее, чем мнение отдельного эксперта.**

Основа этих методов - **различные формы экспертного опроса с последующим оцениванием и выбором наиболее предпочтительного варианта.**

Возможность использования экспертных оценок, обоснование их объективности базируется на том, что **неизвестная характеристика исследуемого явления трактуется как случайная величина, отражением закона распределения которой является индивидуальная оценка эксперта о достоверности и значимости** того или иного события.

При этом **предполагается, что истинное значение** исследуемой характеристики **находится внутри диапазона оценок, полученных от группы экспертов?** и что **обобщенное коллективное мнение является достоверным.**

**Наиболее спорным моментом в данных методиках является установление весовых коэффициентов по высказываемым экспертами оценкам и приведение противоречивых оценок к некоторой средней величине.**

**Данная группа методов находит широкое применение в социально-экономических исследованиях.**

## 2 класса проблем, решаемых этими методами:

- проблемы, в отношении которых имеется достаточное обеспечение информацией;
- проблемы, в отношении которых знаний для уверенности в справедливости указанных гипотез недостаточно.

### *Этапы экспертизы:*

1. Формирование цели
2. Разработка процедуры экспертизы
3. Формирование группы экспертов
4. Опрос
5. Анализ и обработка информации.

При обработке материалов коллективной экспертной оценки используются **методы теории ранговой корреляции**.

Для количественной оценки степени согласованности мнений экспертов применяется **коэффициент конкордации**.

Для наглядности представления степени согласованности мнений двух любых экспертов служит **коэффициент парной ранговой корреляции**.

Тип используемых процедур экспертизы зависит от задачи оценивания

$$W = \frac{12d}{m^2(n^3 - n)},$$

$$d = \sum_{i=1}^n d_i^2 = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=2}^m r_{ij} - 0.5m(n+1) \right]^2$$

**m** - количество экспертов, **j** - количество рассматриваемых свойств, **i** - место, которое заняло **i**-е свойство в ранжировке **j**-м экспертом; **d<sub>i</sub>** - отклонение суммы рангов по **i**-му свойству от среднего арифметического сумм рангов по **n** свойствам.

$$0 \leq W \leq 1$$

## **4. Методы типа «Дельфи»**

Первоначально метод "Дельфи" был предложен как одна из процедур при проведении мозговой атаки и должен помочь снизить влияние психологических факторов и **повысить объективность оценок экспертов**. Затем метод стал использоваться самостоятельно.

Его основа - обратная связь, ознакомление экспертов с результатами предшествующего тура и учет этих результатов при оценке значимости экспертов.

**Метод Дельфи предполагает полный отказ от коллективных обсуждений**

### **Процедура Дельфи-метода:**

- 1) в упрощенном виде организуется последовательность циклов мозговой атаки;**
- 2) в более сложном виде разрабатывается программа последовательных индивидуальных опросов обычно с помощью вопросников, исключая контакты между экспертами, но предусматривающая ознакомление их с мнениями друг друга между турами; вопросники от тура к туру могут уточняться;**
- 3) в наиболее развитых методиках экспертам присваиваются весовые коэффициенты значимости их мнений, вычисляемые на основе предшествующих опросов, уточняемые от тура к туру и учитываемые при получении обобщенных результатов оценок.**

### **Недостатки метода Дельфи:**

- значительный расход времени на проведение экспертизы, связанный с большим количеством последовательных повторений оценок;**
- необходимость неоднократного пересмотра экспертом своих ответов вызывает у него отрицательную реакцию, что сказывается на результатах экспертизы.**

**Дальнейшим развитием метода Дельфи являются методы:**

**QUWST, SEER, PATTERN.**

## 5. Методы типа дерева целей

«Дерево целей» подразумевает использование иерархической структуры, полученной путем **разделения общей цели на подцели**, а их, в свою очередь, **на более детальные составляющие** - новые подцели, функции и т.д.

**Дерево целей** представляет собой связный **граф**, вершины которого интерпретируются как цели, а ребра или дуги как связи между целями.

**Основным требованием к дереву целей является отсутствие циклов.**

**Дерево целей представляет собой** главный инструмент увязки целей высшего уровня с конкретными средствами их достижения на низшем уровне через ряд промежуточных звеньев.

При этом в понятие целей на разных уровнях вкладывается различное **содержание**: от объективных народнохозяйственных потребностей и желаемых направлений развития на верхнем уровне до решения задач и осуществления отдельных мероприятий на нижних уровнях.

*Метод дерева целей используется для:*

- структуризации и анализа проблемы;
- структуризации системы;
- декомпозиции критериев оптимальности.

## **6. Морфологические методы**

**Основная идея морфологических методов – систематически находить все мыслимые варианты решения проблемы или реализации системы путем комбинирования выделенных элементов или признаков.**

**Этот подход был разработан и применен швейцарским астрономом Ф. Цвикки и долгое время был известен как метод Цвикки.**

**Наиболее известными *разновидностями метода* являются:**

**1) метод систематического покрытия поля (МСПП), основан на выделении так называемых опорных пунктов знания в любой исследуемой области и использовании для заполнения поля некоторых сформулированных принципов мышления.**

**2) метод отрицания и конструирования (МОК), заключающийся в том, что на пути конструктивного прогресса стоят догмы и компромиссные ограничения, которые есть смысл отрицать, и следовательно, сформулировав некоторые положения, полезно заменить их затем на противоположные и использовать при проведении анализа.**

## **7. Матричные методы.**

Матричные формы представления и анализа информации не являются специфическим инструментом системного анализа, однако широко используются на различных его этапах в качестве вспомогательного средства.

**Матрица является не только наглядной формой представления информации, но и формой, которая во многих случаях раскрывает внутренние связи между элементами, помогает выяснить и проанализировать наблюдаемые части структуры.**

**Примером использования свойств матрицы является таблица Менделеева.**

**Матрицы используются для представления и анализа систем и их структур.**

Перестроение дерева целей в матрицу бывает удобно для анализа структуры дерева целей, для выявления взаимосвязей и отношений между целями на этапе отбора вариантов и усечения целей.

## **8. Сетевые методы.**

Сетевые методы являются наиболее наглядным и удобным средством отражения динамических, развивающихся во времени процессов, их анализа и планирования с включением элементов оптимизации. **Используются главным образом на этапе построения программ развития.** Элементы нижних уровней дерева целей, перегруппированные по признаку временных логических взаимосвязей, можно преобразовать в сеть. Анализ этих сетей может послужить для дальнейшей корректировки деревьев целей. Более сложные многомерные сети используются для распределения сфер ответственности, распределения работ по конкретным исполнителям в организациях, ориентированных на цель.

# **7. Методика системного анализа**

## **2 этапа:**

**Первый этап** можно разделить следующим образом:

1. Отделение (или ограничение) системы от среды.
2. Выбор подхода к представлению системы.
3. Формирование вариантов (или одного варианта - что часто делают, если система отображена в виде иерархической структуры) представления системы.

**Второй этап** можно представить следующими под этапами:

1. Выбор подхода к оценке вариантов.
2. Выбор критериев оценки и ограничений.
3. Проведение оценки.
4. Обработка результатов оценки.
5. Анализ полученных результатов и выбор наилучшего варианта (или корректировка варианта, если он был один).

## **8. Количественные методы описания систем**

При создании и эксплуатации сложных систем требуется проводить многочисленные исследования и расчеты, связанные с:

- оценкой показателей, характеризующих различные свойства систем;
- выбором оптимальной структуры системы;
- выбором оптимальных значений ее параметров.

Выполнение таких исследований возможно лишь при наличии математического описания процесса функционирования системы, т.е. ее математической модели

### **Уровни абстрактного описания систем:**

- символический, или, иначе, лингвистический;
- теоретико-множественный;
- абстрактно-алгебраический;
- топологический;
- логико-математический;
- теоретико-информационный;
- динамический;
- эвристический.

# Формирование общего представления системы

- Стадия 1.** Выявление главных функций (свойств, целей, предназначения) системы.
- Стадия 2.** Выявление основных функций и частей (модулей) в системе.
- Стадия 3.** Выявление основных процессов в системе, их роли, условий осуществления; выявление стадийности, скачков, смен состояний в функционировании; в системах с управлением - выделение основных управляющих факторов
- Стадия 4.** Выявление основных элементов «несистемы», с которыми связана изучаемая система. Выявление характера этих связей.
- Стадия 5.** Выявление неопределенностей и случайностей в ситуации их определяющего влияния на систему (для стохастических систем).
- Стадия 6.** Выявление разветвленной структуры, иерархии, формирование представлений о системе как о совокупности модулей, связанных входами-выходами

## Формирование детального представления системы

- Стадия 7.** Выявление всех элементов и связей, важных для целей рассмотрения. Их отнесение к структуре иерархии в системе. Ранжирование элементов и связей по их значимости
- Стадия 8.** Учет изменений и неопределенностей в системе.
- Стадия 9.** Исследование функций и процессов в системе в целях управления ими. Введение управления и процедур принятия решения

# Кибернетика и ее роль в описании систем

**Высокоорганизованные целостные системы** - живые организмы, системы социального порядка, автоматизированные технические средства – это **самоорганизующиеся, самоуправляемые системы.**

На современном этапе наиболее эффективные возможности описания сложных динамических систем выработаны кибернетикой.

Кибернетика - это наука об управлении, изучении общих законов получения, хранения, передачи и переработки информации.

Предмет кибернетики - это кибернетические системы, представленные автоматизированными регуляторами техники, человеческим мозгом, ЭВМ, биологическими популяциями, обществом.

Ее теоретическое ядро представлено *теорией информации, теорией алгоритмов, теорией автоматов, исследованием операций, теорией распознавания образов.*

**Центральная категория кибернетики - науки для изучения информационных систем - информация.**

**В кибернетике системы описываются с помощью информационного языка.**

**Кибернетическое описание систем основывается на подобии процессов управления и связи в машинах, живых организмах и обществе.**

**Специфика кибернетического описания систем состоит и в том, что она раскрывает главным образом формально-логическую, структурную сторону информации, дает ее статистическую интерпретацию.**

# **Тема-8. Этапы системного анализа**

**Для исследования свойств и последующего оптимального управления системой можно выделить следующие основные этапы:**

- **Содержательная постановка задачи**
- **Построение модели изучаемой системы**
- **Отыскание решения задачи с помощью модели**
- **Проверка решения с помощью модели**
- **Подстройка решения под внешние условия**
- **Осуществление решения**

**В постановке задачи системного анализа обязательно участие двух сторон: заказчика (ЛПР) и исполнителя данного системного проекта.**

**Заказчик должен знать, что надо сделать, а исполнитель - специалист в области системного анализа - как это сделать**

# Построение модели изучаемой системы в общем случае

Модель изучаемой системы в лаконичном виде можно представить в виде зависимости

$$E = f(X, Y)$$

**E** - некоторый количественный показатель эффективности системы в плане достижения цели ее существования **T** - *критерий эффективности*;

**X** - управляемые переменные системы - те, на которые мы можем воздействовать или *управляющие воздействия*;

**Y** - неуправляемые, внешние по отношению к системе воздействия; их иногда называют *состояниями природы*.

## 1. Моделирование в условиях определенности

- задача производства и поставок товара,
- задачи управления запасами,
- задачи распределения ресурсов.

## **2. Наличие нескольких целей – многокритериальность системы**

Критерий эффективности системы при наличии нескольких целей приходится выражать через эффективности отдельных стратегий в виде:  **$E_s = \sum S_t - U_t$**

т.е. учитывать веса отдельных целей  **$U_t$** .

### **Метод экспертных оценок, метод Дельфы**

**3. Моделирование системы в условиях неопределенности**

**4. Моделирование систем массового обслуживания**

**5. Моделирование в условиях противодействия, игровые модели**

**6. Моделирование в условиях противодействия, модели торгов**

**7. Методы анализа больших систем, планирование экспериментов**

**8. Методы анализа больших систем, факторный анализ**

# Тема-9. МЕТОДЫ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ

**Опережающее управление** – это способность предвидеть проблемы и строить свои действия так, чтобы исключить или, по крайней мере, ослабить влияние нежелательных последствий этих проблем в настоящем и будущем.

Одним из таких методов является причинно-следственный анализ, который во главу угла ставит, прежде всего, правильную постановку проблемы с точки зрения выявления тех реальных причин, которые породили ее как разрыв между желаемым и действительным.

## 1. Причинно-следственный анализ

При рассмотрении **причинно-следственного анализа** важно ориентироваться на потребность специалистов управления в достижении конкретных результатов

Любой управляющий модулями системного объекта трудится в постоянной борьбе с **законами причин и следствий**.

Когда следствия становятся такими, что требуется вмешательство, управляющий системой должен установить свое место в цепи причин и следствий

Если рассматриваемые следствия нежелательны, неожиданны и не могут быть легко объяснены, управляющий имеет возможность прибегнуть к такому инструменту, как причинно-следственный анализ. Но он должен это делать так, чтобы не вступить в противоречие со своими целями.

При обнаружении нежелательных следствий управляющий может выбрать одно из трех действий:

- 1) *устранить их,*
- 2) *выиграть время и устранить их позже,*
- 3) *приспособиться к новой ситуации.*

Реагируя на ситуацию, управляющий должен решить, к какому из этих действий прибегнуть.

1. «Устранить» – это устранить причину.

*Одна из наиболее распространенных ошибок управляющих на данном этапе – это путаница с симптомами, причинами и следствиями.*

**Симптомы** – это очевидные аспекты проблемы, которые привлекают к ней внимание. Симптомы никогда не объясняют проблему, они являются только ее проявлениями.

**Причины** – это стимулы, благодаря которым что-то происходит, и которые могут быть проверены. Они – основания наблюдаемых следствий.

**Следствия** – то, в чем проявляются последствия проблемы.

**При анализе данных**, эксперт, решающий проблему, стремится:

- **установить причинно-следственную цепь**, т.е. иерархию причин и следствий, которая ведет назад (от следствия к причине) до той точки, в которой можно предпринять действие, устраняющее проблему. Поэтому основное – поиск этих причин;
- **отделить друг от друга несколько явных проблем** для того, чтобы можно было сосредоточиться на наиболее важной из них, а не распылять усилия, пытаясь решить массу взаимосвязанных проблем.

Необходимый набор параметров определения проблемы:

это вопросы - **что? где? когда? насколько?**

## **2. Процесс причинно-следственного анализа**

**Первоначальный сбор информации должен дать следующее описание проблемы:**

**опознание** – на каком объекте/элементе системы замечен дефект? В чем он точно заключается?

**локализация** - где территориально находится объект с замеченным дефектом? Где на объекте возник дефект?

**время** – когда был впервые замечен дефект (часовое, календарное время)? Когда в жизненном цикле части системы был впервые замечен дефект? В какой последовательности наблюдается дефект?

**масштаб** – какая часть объекта дефектна? Сколько дефектных объектов? Какова тенденция?

### **Процесс причинно-следственного анализа системы:**

**Шаг 1.** Формулирование проблемы (выявление объекта)

**Шаг 2.** Описание проблемы (что?, где?, когда?, насколько? и наблюдаемые факты)

**Шаг 3.** Выявление различий, вызывающих проблему

**Шаг 4.** Выявление изменений

**Шаг 5.** Выявление вероятных причин

**Шаг 6.** Проверка наиболее вероятных причин

**Шаг 7.** Подтверждение наиболее вероятной причины.

### **3. Варианты причинно-следственного анализа**

Во многих случаях управляющие сталкиваются с ситуациями, в которых причины и следствия сложным образом переплетены.

**Три варианта анализа:**

- 1) анализ проблем, которые возникли с первого же дня функционирования объекта/системы;**
- 2) причинно-следственный анализ в обратном порядке – от причины к следствию;**
- 3) иерархическое прослеживание причинно-следственных связей, вплоть до первопричины**

**1-й вариант.** При проведении причинно-следственного анализа основной принцип – изменения ведут к причинам – помогает, в конце концов, решить проблему.

**Шаг первый.** *Изучение стандартов работы*

**Шаг второй.** *Уточнение отклонения*

**Шаг третий.** *Сравнение различий в условиях работы.*

**Основные модификации:**

- проверка (с особой тщательностью) обоснованности стандартов работы перед анализом причины;
- распространение сферы поиска сравнительных данных на области, внешние по отношению к изучаемой системе;
- выявление причины путем сравнения различий в условиях работы, а не поиск изменений показателей.

**2-й вариант.** До сих пор при проведении *причинно-следственного анализа* следовали процессу изучения нежелательных последствий ради выявления неизвестной причины.

Управляющие процессами часто попадают в совершенно иную причинно-следственную ситуацию, когда установление причины предшествует установлению следствия.

**Шаг первый.** Проверка четкости определения причины.

**Шаг второй.** Конкретизация прогнозируемого следствия данной причины.

**Шаг третий.** Подтверждение наличия ожидаемого следствия.

**3-й вариант.** Необходимость обнаружить первопричину ведет к построению причинных цепей иерархии – взаимосвязанных причин и следствий. Процесс анализа причинной цепи аналогичен процедуре причинно-следственного анализа.

Главная сложность в работе с причинными цепями – точно определить, когда следует остановиться.

## 4. Принятие решений

Рано или поздно управляющие процессами должны переходить от анализа происшедших событий к действию.

Природа неопределенности в процессе принятия решений радикально отличается от неопределенности в причинно-следственном анализе. Находясь в настоящем времени, управляющие сталкиваются с необходимостью выбирать действия, которые реализуются в будущем. Проблема состоит в том, чтобы сравнивать относительные последствия альтернатив, не имея обоснованных данных.

### Решение может принимать ряд форм:

- **стандартное решение**, при принятии которого существует конечный набор альтернатив;
- **бинарное решение** (“да” или “нет”);
- **многоальтернативное решение** (имеется очень широкий спектр альтернатив);
- **инновационное** (новаторское) решение, когда требуется предпринять действия, но нет приемлемых альтернатив.

## **Основные шаги в процессе принятия решений:**

- постановка цели решения;
- установление критериев решения;
- разделение критериев (ограничения/желательные характеристики);
- выработка альтернатив;
- сравнение альтернатив;
- определение риска;
- оценка риска (вероятность/серьезность);
- принятие решения.

### **5. Процессы принятия решений различных типов**

- 1. Процесс принятия бинарного решения.**
- 2. Процесс принятия многовариантного решения.**
- 3. Процесс принятия инновационного решения, метод оптимизации критериев.**

**Процесс принятия бинарного решения.** В бинарном решении представлены **две диаметрально противоположные альтернативы**. Обычно это конкурирующие по своему характеру альтернативы, которые вынуждают к выбору типа “да/нет”, “**или/или**”.

Эти решения отличаются высокой степенью связанной с ними неопределенности.

Ограничения типа “**да/нет**”, “**делать/не делать**” резко сужают возможности выбора.

**Причины возникновения бинарных ситуаций следующие:**

- 1) переадресовывание принятия решения вышестоящим руководителям
- 2) поверхностный анализ проблемы;
- 3) нехватка времени для выработки оптимальных решений
- 4) оправданность бинарных решений в некоторых случаях.

**Чтобы бинарное решение было правильным, в списке критериев по возможности не должно содержаться данных, описывающих только одну альтернативу.**

Бинарные решения отличаются от других типов решений тем, что они накладывают жесткие ограничения на ситуацию принятия решения

## **Процесс принятия многовариантного решения.**

Стандартный процесс принятия решения предполагает, что управляющий процессами задает набор критериев, а затем сравнивает в соответствии с ними каждую данную альтернативу с каждой другой.

Первые два шага в принятии решения такого типа соответствуют стандартному процессу принятия решения.

Это: а) **постановка цели решения** и б) **установление критериев**, которые должны использоваться при его принятии. **Критерии** следует далее **разделить на ограничения и желательные характеристики**, а последние – **проранжировать по их относительной ценности**.

Для данного типа решений основное значение имеют **ограничения**. Их функция – отсеивать неприемлемые альтернативы, т.е. не надо тратить время на тех претендентов, которые не удовлетворяют установленным ограничениям. В результате сократится число альтернатив для окончательного рассмотрения до приемлемого уровня.

**При принятии многовариантного решения используется тот же метод оценки альтернатив по желательным критериям, что и в случае принятия стандартного решения.**

Наиболее важная характеристика получает наивысшую оценку (например, 10), а остальные критерии ранжируются относительно нее.

Сложность принятия многовариантного решения проявляется в первую очередь при использовании **желательных критериев**.

В стандартной процедуре желательные характеристики используются для определения **относительной ценности альтернатив**.

Но это неосуществимо в ситуации, когда альтернативы чередуются одна за другой, а их список очень велик.

Чтобы преодолеть эту трудность, используют **желательные критерии** не в виде относительных, а **в виде абсолютных измерителей ценности альтернатив**.

Это значит, что **необходимо оценивать каждую альтернативу индивидуально** и **сопоставлять** ее не с другими альтернативами, а **с неким идеальным образцом**.

Несмотря на то, что едва ли такая альтернатива существует в действительности, можно проводить ее сравнение с каждой из реальных альтернатив.

Теперь необходимо оценить каждую альтернативу по всем критериям и выставить баллы, характеризующие, насколько данная альтернатива приближается к идеальной.

**Процесс принятия инновационного решения, метод оптимизации критериев.**

**Инновационным называется решение, предусматривающее некоторое нововведение, т.е. формирование и реализацию ранее неизвестной альтернативы.**

**Рассмотренные нами ранее типы решений являются рациональными уже по своей природе. Они представляют собой методы систематизации массы фактов и оценки выделенных данных. В случае же принятия инновационного решения управляющие процессами в системе сталкиваются с такой ситуацией, когда нужно сделать выбор при отсутствии очевидных готовых альтернатив. Поэтому в данном случае следует переключиться с рационального на творческое решение.**

**Важно отметить, что всякая процедура творческого поиска предписывает определенную последовательность действий по направлению к некоторому поддающемуся проверке результату.**

**Основная часть творческих усилий управляющих направлена на усовершенствование существующих продуктов, процессов и методов. Мы будем называть эту работу нововведением и отличать ее от менее упорядоченного собственного творческого процесса.**

## Общие принципы организации инновационной деятельности

**Принцип 1.** *Создайте инновационный климат.*

Из всех принципов организации инновационной работы этот – **самый важный.**

**Принцип 2.** *Начинайте с простых и доступных альтернатив.*

**Принцип 3.** *Не начинайте сразу с поиска идеального решения.*

**Принцип 4.** *Привлекайте других людей.*

Групповые обсуждения как раз компенсируют свойственную отдельному человеку склонность придерживаться раз избранной версии. Они позволяют взглянуть на ситуацию со свежей точки зрения и повысить объективность процесса выработки альтернатив.

**При анализе альтернатив** может быть использован **метод оптимизации критериев.** Обычно он применяется в тех случаях, когда **ни одна из известных альтернатив не представляется подходящей.**

Основополагающая идея метода состоит в предположении, что **комбинирование лучших черт известных альтернатив может привести к более эффективному решению.** Эта процедура применяется для того, чтобы помочь принять решение в ситуациях, где традиционные методы выработки альтернатив не дают приемлемых результатов.

## **6. Анализ плана управленческой работы и обзор ситуации**

Принятие решения и выбор курса действий, устраняя одну неопределенность, способствуют появлению другой. Управляющий процессами озабочен не тем, какой избрать курс, а тем, как его *реализовать в жизни*.

Будущее состоит из двух частей – **предвидимого** и **непредвидимого** будущего.

Процесс анализа плана управленческой работы имеет две основные цели:

- 1) **выявить потенциальные проблемы**, ответив на вопрос: “**Что может пойти не так при осуществлении данного плана?**”, и на этой основе предусмотреть действия по уменьшению вероятности наступления нежелательных последствий соответствующих проблем;
- 2) **выявить потенциальные благоприятные возможности**, ответив на вопрос: “**В каких аспектах дело может пойти лучше, чем ожидается, при осуществлении данного плана?**”, и на этой основе предусмотреть действия по повышению вероятности и усилению воздействия благоприятных возможностей на всю ситуацию.

## **Процесс анализа плана состоит из следующих шагов:**

- 1) краткое изложение плана, включая описание желательного конечного результата;**
- 2) перечисление и рассмотрение этапов плана и выявление критических моментов;**
- 3) выявление потенциальных проблем и возможностей;**
- 4) определение наиболее вероятных причин основных потенциальных проблем и возможностей;**
- 5) выработка предупредительных или содействующих мероприятий;**
- 6) выработка подстраховывающих мероприятий;**
- 7) предусмотрение условий для введения в действие подстраховывающих мероприятий.**

## **7. Обзор ситуации**

### **Процесс обзора ситуации состоит из четырех основных шагов:**

- 1) выявление и рассмотрение задач (и те их следствия, которые следует поставить под контроль);**
- 2) разделение и уточнение задач (если это необходимо);**
- 3) установление приоритетов (значимость, срочность и тенденции);**
- 4) определение отправной точки анализа.**

# Тема-10. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Важнейшим инструментом познания сложноорганизованных объектов выступает **системное моделирование и проектирование**.

Оно позволяет описать и объединить многие существенные свойства и параметры целостных образований.

**Модель - это мысленный или условный образ какого-либо объекта, процесса или явления, используемый в качестве его "заместителя».**

**Моделирование представляет собой процесс построения и изучения моделей реально существующих органических и неорганических систем.**

В ходе него осуществляется оперирование объектом, который исследуется не сам, а рассматривается некоторая промежуточная вспомогательная (естественная или искусственная) система, которая:

- а) находится в определенном объективном соответствии с изучаемым объектом;**
- б) способна в процессе познания на известных этапах замещать исследуемый объект;**
- в) способна давать информацию об интересующем явлении;**
- г) в необходимой степени тождественна познаваемому объекту.**

## Четыре основных черты модели:

- 1) соответствие моделируемому процессу или явлению;
- 2) способность замещать исследуемый объект;
- 3) способность давать информацию об объекте, которая может быть верифицирована, т.е. проверена опытным путем;
- 4) наличие четких правил перехода от модельной информации к информации о самом моделируемом объекте.

**Моделирование объектов строится на принципе подобия.**

Выделяют следующие виды подобия.

**Полное подобие** означает совпадение основных параметров системы - оригинала и модели.

**Неполное подобие** - это отражение моделью лишь некоторых параметров системы-оригинала.

**Приближенное подобие** - это подобие, при котором упрощение модели по отношению к системе-оригиналу достаточно велико.

**Математическое (кибернетическое) подобие** - это чисто структурное подобие, когда в модели отражаются характеристики системы-оригинала, которые можно выразить количественно.

**Математическое моделирование** - это не только преобразование одного уравнения в другое, но и определенная операция, обосновывающая физическое подобие.

**Многообразии моделей порождает и многообразие их видов.**

**В функциональном плане можно говорить о моделях-гипотезах, объясняющих и описывающих моделях.**

**По субстанциональной основе выделяют материальные и идеальные модели.**

**В зависимости от направленности времени бывают модели прошлого (исторические) и данного состояния, прогнозирующие модели.**

**По способу воплощения, т.е. по языку, на котором выражена модель, они делятся на формальные, выраженные математическим языком, и неформальные, выраженные естественным языком.**

**Наиболее трудно поддаются исследованию многоцелевые модели. Они основаны на построении дерева подцелей. Чем сложнее объект, тем, естественно, больше таких подцелей и сложнее математический аппарат их изучения.**

# Проектирование систем

На базе системного подхода осуществляется и проектирование систем

**Проектирование и улучшение систем** это далеко не одно и то же.

При **улучшении систем** возникающие вопросы связаны с обеспечением работы уже существующих объектов.

**Проектирование** ставит под сомнение сам характер данной системы и ее роль в рамках более широкой системы. Оно направлено на решение экстроспективных задач (**от системы к окружению**), в то время как **улучшение систем интроспективно** по своей сути, ибо направлено **внутрь системы**.

**При проектировании рассматривается вся система, а не отдельные ее части, как это делается при улучшении.**

**Задачей проектирования является оптимизация системы в целом, а не повышение эффективности входящих в нее компонентов.**

**При улучшении системы ищут причины отклонений от заданных параметров в рамках этой системы, не считая необходимым расширить их. Когда ставится цель привести систему к норме, первоначальные предпосылки и цели, лежащие в основе этой системы, под сомнение не ставятся.**

**При проектировании ситуация обратная: под сомнение ставится вся конфигурация системы.**

**Проектирование систем не может быть полностью отождествлено и с моделированием систем.**

Оно может быть рассмотрено как часть или разновидность моделирования. Моделирование часто предполагает снятие простой копии с объекта.

**Модели вполне могут отображать состояние объекта в прошлом или настоящем, а проектирование всегда нацелено на перспективу.** Оно, прежде всего, связано с принятием решений, созданием новых технических систем и технологий. Поэтому моделирование значительно более широкая область.

**Проектирование ведет к творческому созданию новых перспективно-оптимальных моделей систем.**

Фундаментальными положениями, на которых основывается проектирование систем, являются следующие:

- 1) проблема определяется с учетом взаимосвязи с большими (супер) системами, в которые входит рассматриваемая система и с которыми она связана общностью целей;
- 2) **цели проектируемой системы** обычно определяются не в рамках подсистемы, а их следует рассматривать в связи с более крупными системами или системой в целом;
- 3) существующие проекты оцениваются величиной временных издержек или степенью отклонения от оптимального проекта;
- 4) оптимальный проект нельзя получить путем внесения небольших изменений в существующие формы. Он основывается на новых и положительных изменениях для системы в целом;
- 5) проектирование систем строится на методах индукции и синтеза;
- 6) проектирование систем выступает как творческий процесс, ведущий к созданию перспективной, принципиально новой системы;
- 7) проектирование систем достаточно жестко связано с необходимостью учета нравственно-правовых аспектов

**Проектирование систем имеет циклический характер.**

**Цикл процесса проектирования систем** включает в себя: формирование стратегии (или планирование), оценку и реализацию.

В ходе него осуществляется **отбор необходимых фактов**, эмпирических знаний, **формируется концепция проектируемой системы**, осуществляется интеграция ее компонентов. На каждой из отмеченных фаз решаются свои задачи, которые, в конечном счете, приводят к проектированию модели новой системы.

**1-я фаза - формирования стратегии или планирования.**

**Шаг 1.** Определение проблемы

**Шаг 2.** Исследование миропонимания потребителей и проектировщи-ков

**Шаг 3.** Назначение целей

**Шаг 4.** Поиск и разработка вариантов

**2-я фаза – оценивание**

**Шаг 1.** Определение результатов, свойств, критериев, измерительной шкалы и модели измерений

**Шаг 2.** Оценивание вариантов

**Шаг 3.** Процесс выбора

**3-я фаза - фаза реализации**

**Шаг 1.** Реализация выбранных результатов

**Шаг 2.** Управление системами

**Шаг 3.** Проверка и переоценка

# Практическое применение системного подхода в экономике

Принципиальной особенностью систем организации производства и управления экономикой на разных уровнях является то, что неотъемлемой их частью является человек. Это приводит к проявлению у системы особых свойств, принципиально отличающих ее поведение от функционирования технических систем, работающих в соответствии с жестко заданным законом.

**Экономические системы имеют следующие особенности:**

- изменчивость отдельных параметров системы и стохастичность ее поведения;
- уникальность и непредсказуемость поведения системы в конкретных условиях и наличие у нее предельных возможностей, определяемых имеющимися ресурсами;
- способность изменять свою структуру, сохраняя целостность, и формировать варианты поведения;
- способность противостоять энтропийным (разрушающим систему) тенденциям, обусловленная тем, что в системах с активными элементами, стимулирующими обмен материальными, энергетическими и информационными продуктами со средой, не выполняется закономерность возрастания энтропии, а также наблюдается самоорганизация, развитие;
- способность адаптироваться к изменяющимся условиям;
- способность и стремление к целеобразованию; **в отличие от закрытых (технических) систем, которым цели задаются извне, в системах с активными элементами цели формируются внутри системы;**
- неоднозначность использования понятий "система" и "подсистема", "цель" и "средство" и т.п.

**Системный подход** плодотворно применяется при решении многих экономических задач. Он позволяет принимать научно обоснованные, выверенные и верифицируемые управленческие решения.

Благодаря использованию системного исследования значительно снижаются предпринимательские и коммерческие риски.

Применение системного анализа позволяет устранить имеющиеся неопределенности, осуществить сравнительно точное прогнозирование состояния рынка.

Поэтому в принципе очень многие задачи, возникающие при управлении отраслями, регионами, предприятиями, объединениями и другими экономическими объектами, а также при проектировании сложных производственных комплексов могут потребовать применения системного анализа, хотя в ряде случаев эти же задачи могут быть решены традиционными математическими или инженерными методами.

### **Пример – маркетинговые исследования**

Технология маркетингового исследования предполагает наличие двух взаимосвязанных частей:

**во-первых**, анализ внешней среды на основе исследования соответствующих переменных, которые, как правило, не поддаются регулированию со стороны руководства организации;

**во-вторых**, исследование внутренних составляющих организации, находящихся под контролем администрации, и определенных реакций этой организации на изменения окружающей среды. Внутренние и внешние переменные организации составляют маркетинговую среду.

**Результатом маркетингового исследования является оценка потенциальных возможностей предприятия и его позиций на конкретном рынке или сегменте рынка.**

## **Основные области приложения системного анализа с точки зрения характера решаемых задач, следующие:**

- **задачи, связанные с целеобразованием и анализом целей и функций** (это - задачи определения основных направлений развития отрасли, предприятий, объединений и т.д.; формирования прогнозов и перспективных планов экономики на федеральном и региональных уровнях, развития целевых комплексных программ и комплексных программ по решению важнейших научно-технических проблем и т.п.);
- **задачи разработки или совершенствования организационных структур;**
- **задачи проектирования** (проектирование сложных робототехнических комплексов, гибких производственных систем разного рода, управление разработками автоматизированных систем).

Все эти задачи по-разному реализуются на различных уровнях управления экономикой.