



ИГСУ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Лекция 3. Системный подход в управлении.



преподаватель:
Евгения Юрьевна Горохова
к. соц. н., к. ист. н.

Системный подход в управлении

Система — это совокупность элементов произвольной природы, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определённую целостность.



элемент
связь
единство
структура
взаимодействие
целое
упорядоченность
организация

Состояние системы – упорядоченное множество свойств, которыми она обладает в определенный момент времени.

Свойства системы – совокупность параметров системы, определяющих ее поведение.

Поведение системы – реальное или потенциальное действие системы.

Действие системы – происходящее с системой событие, вызванное другим событием.

Событие – изменение по крайней мере одного свойства системы.

Структура – строение системы. Включает элементы, связи и характеристики связей.

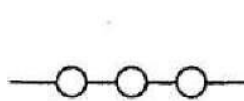
Связь – необходимые и достаточные отношения между элементами.



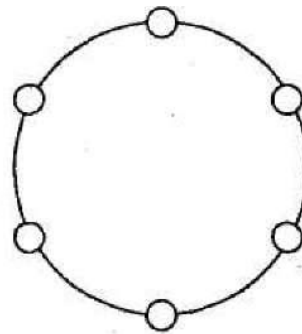
Виды связей в системах:

В самом общем виде связи определяются:

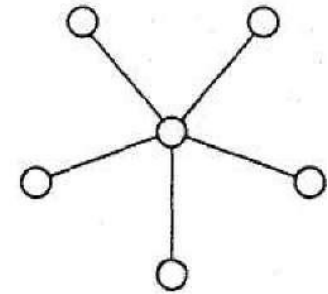
- направлением (направленные, ненаправленные, двусторонние, прямые, обратные);
- силой (сильные, слабые);
- видом (материальные, финансово-экономические, информационные);
- характером (положительные, отрицательные);
- смыслом (подчинения, порождения, равноправия, безразличия, управления);
- местом приложения (входные, выходные, внутренние, внешние);
- интенсивностью (пропускной способностью);
- жесткостью (детерминированностью поведения элементов системы).



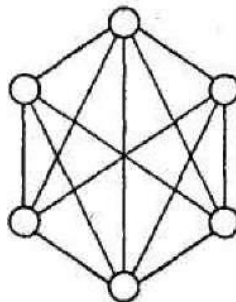
Линейная



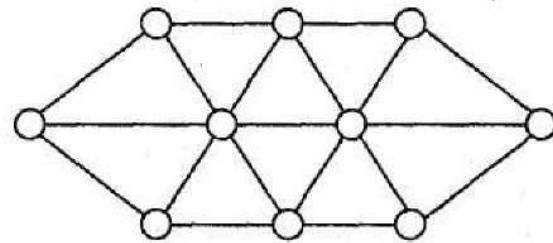
Кольцевая



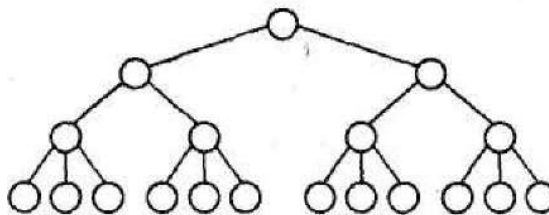
Звездная



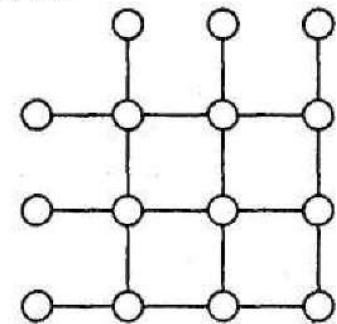
Многосвязная



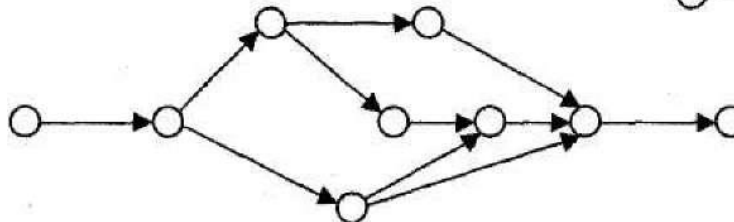
Сотовая



Иерархическая



Матричная



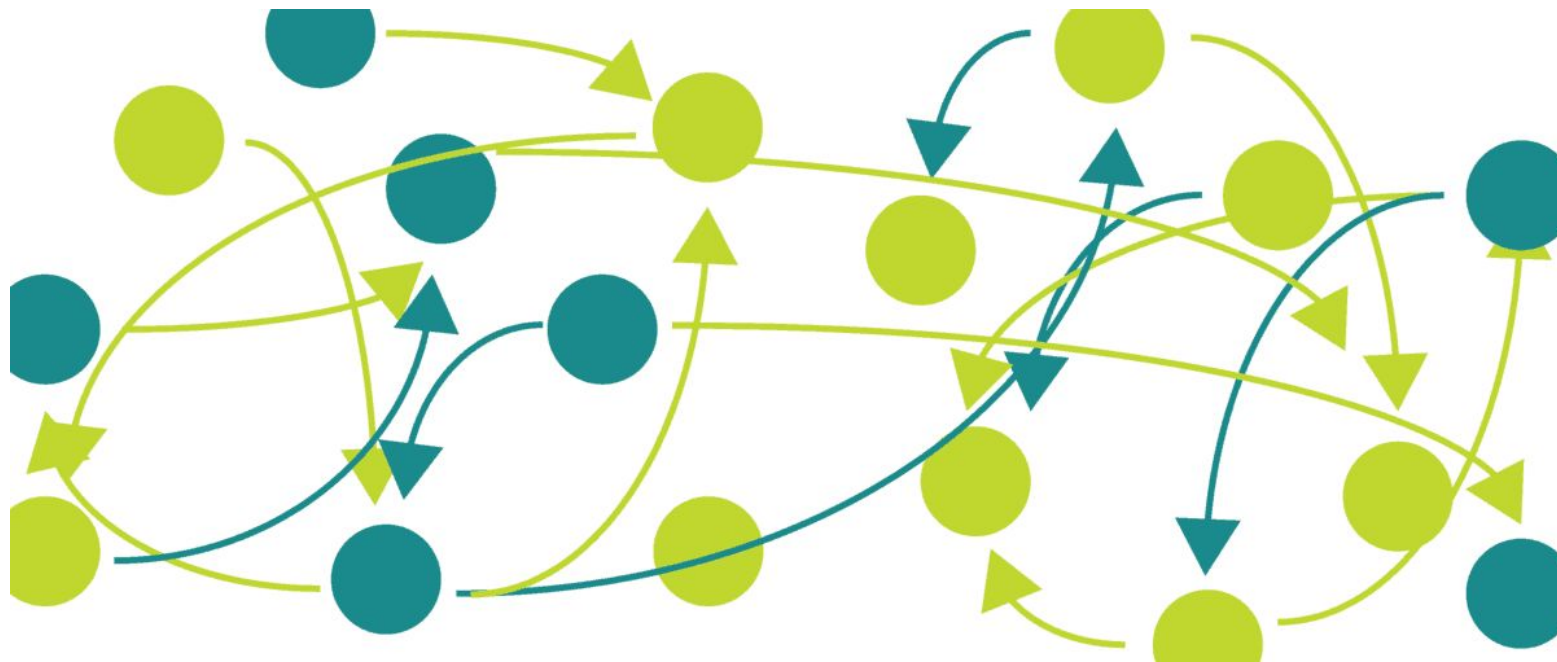
Сетевая

Виды структур:

Свойства системы

Ограниченность - внешнее свойство системы.

Целостность - внутреннее свойство



Целостность - определённая независимость системы от внешней среды и от других систем; в то же время, определённая зависимость каждого элемента системы от его места, функций и так далее внутри целого.

Различные классификации свойств системы

Свойства, характеризующие:

- *сущность системы;*
- *строение системы;*
- *функционирование и развитие системы.*

Свойства, характеризующие сущность системы:

- иерархичность,
 - целостность,
 - когерентность
(внутренняя взаимосвязанность, согласованность),
 - структурность,
 - ограниченность,
 - эмерджентность,
 - эквифинальность
- 

Свойства, характеризующие сущность системы (продолжение)

Эмерджентность – несводимость свойств системы к свойствам ее элементов

Эквифинальность – внутренняя предрасположенность достижения предельного состояния вне зависимости от условий среды; возможность достижения стратегических целей организации различными средствами.

Гомеостаз - саморегуляция, равновесие, способность открытой системы сохранять постоянство своего внутреннего состояния посредством скоординированных реакций элементов

Сущность системы

- **целое первично – части (элементы) вторичны;**
- **существуют системообразующие факторы – то есть условия взаимосвязанности частей (элементов) внутри системы;**
- **части (элементы) образуют неразрывное целое, воздействие на любой элемент влияет на целое;**
- **каждая часть имеет свое назначение с точки зрения общей цели;**
- **функции элементов определяются их положением в системе, поведение регулируется взаимоотношением целого и частей;**
- **целое ведет себя как единое, независимо от его сложности.**

Свойства, характеризующие строение системы:

- Любая система представляет собой комплекс взаимосвязанных элементов;
- Система образует особое единство с внешней средой;
- Как правило система представляет собой элемент системы более высокого порядка;
- Элементы системы выступают в качестве систем более низкого порядка.

Свойства, характеризующие функционирование и развитие системы:

Целенаправленность - стремление системы к реализации определенной цели.

Эффективность - способность выполнять поставленную цель в заданных условиях с определенным качеством.

Сложность системы (имеются в виду системы живой природы) связана со способностью к самоорганизации, вероятностным поведением элементов и/или всей системы, комплексом ценностей и др.

Инерционность – сопротивление воздействию внешней среды.

Устойчивость - способность возвращаться к равновесию.

Система обладает:

состоянием

поведением (движением, процессом)

равновесием

устойчивостью

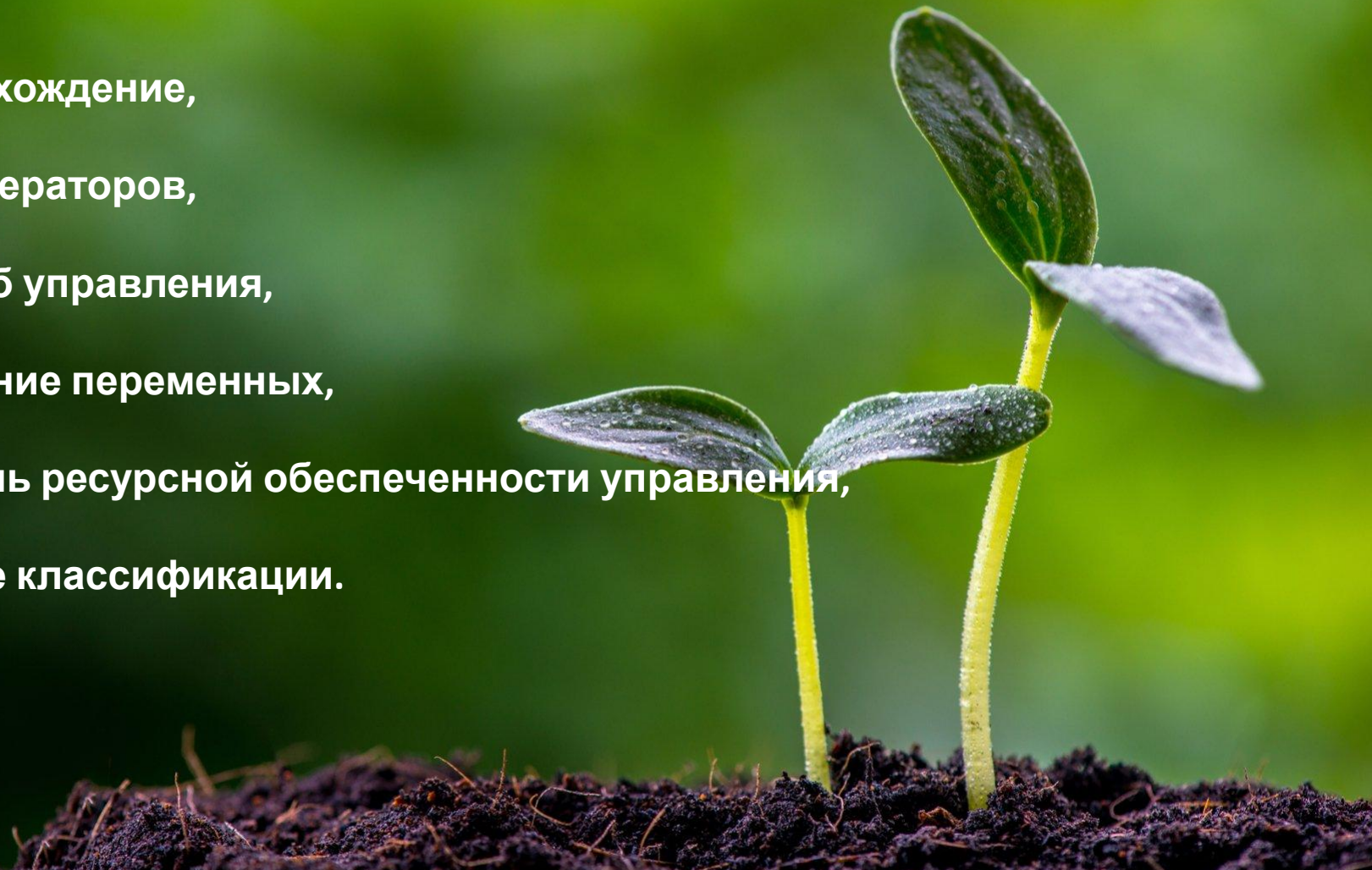
развитием

функциями

ограничениями

Классификации систем:

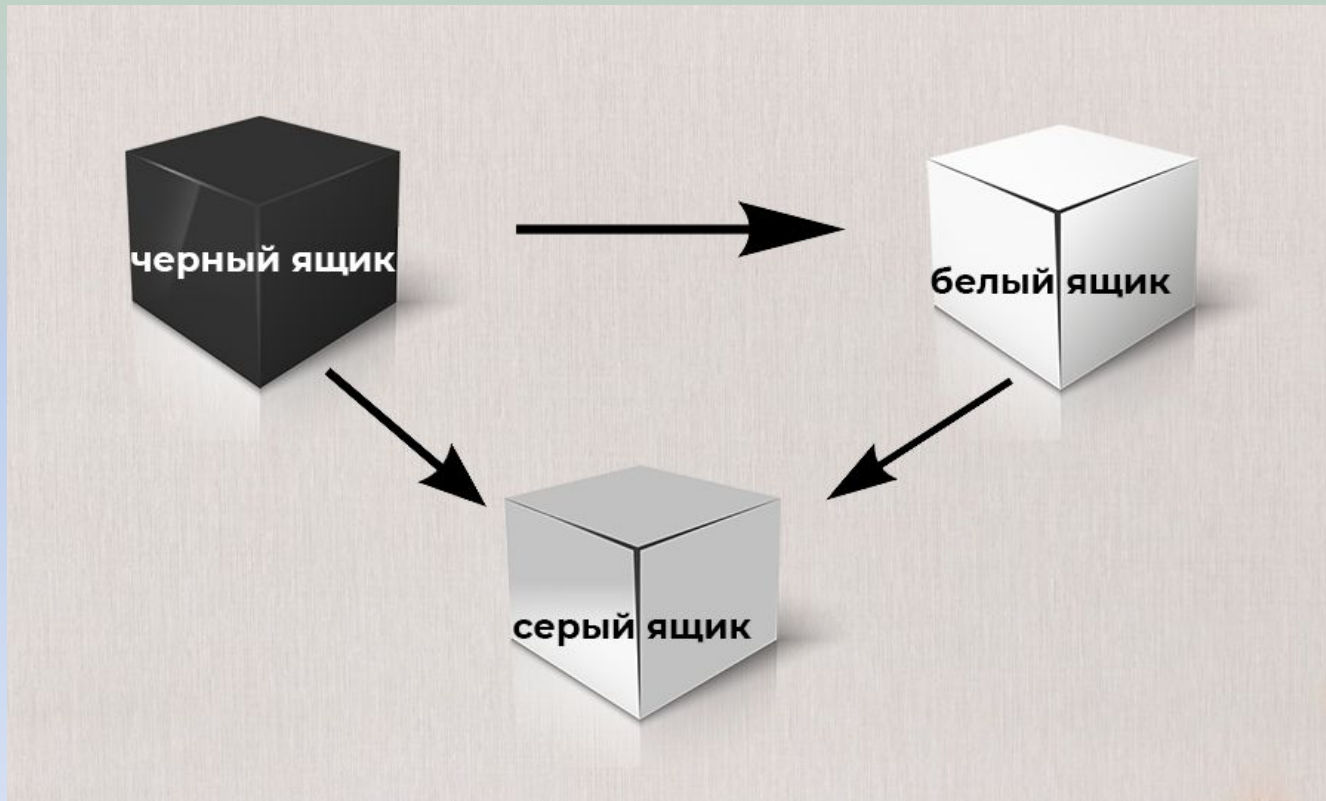
- происхождение,
- тип операторов,
- способ управления,
- описание переменных,
- степень ресурсной обеспеченности управления,
- другие классификации.



Классификации систем по происхождению:

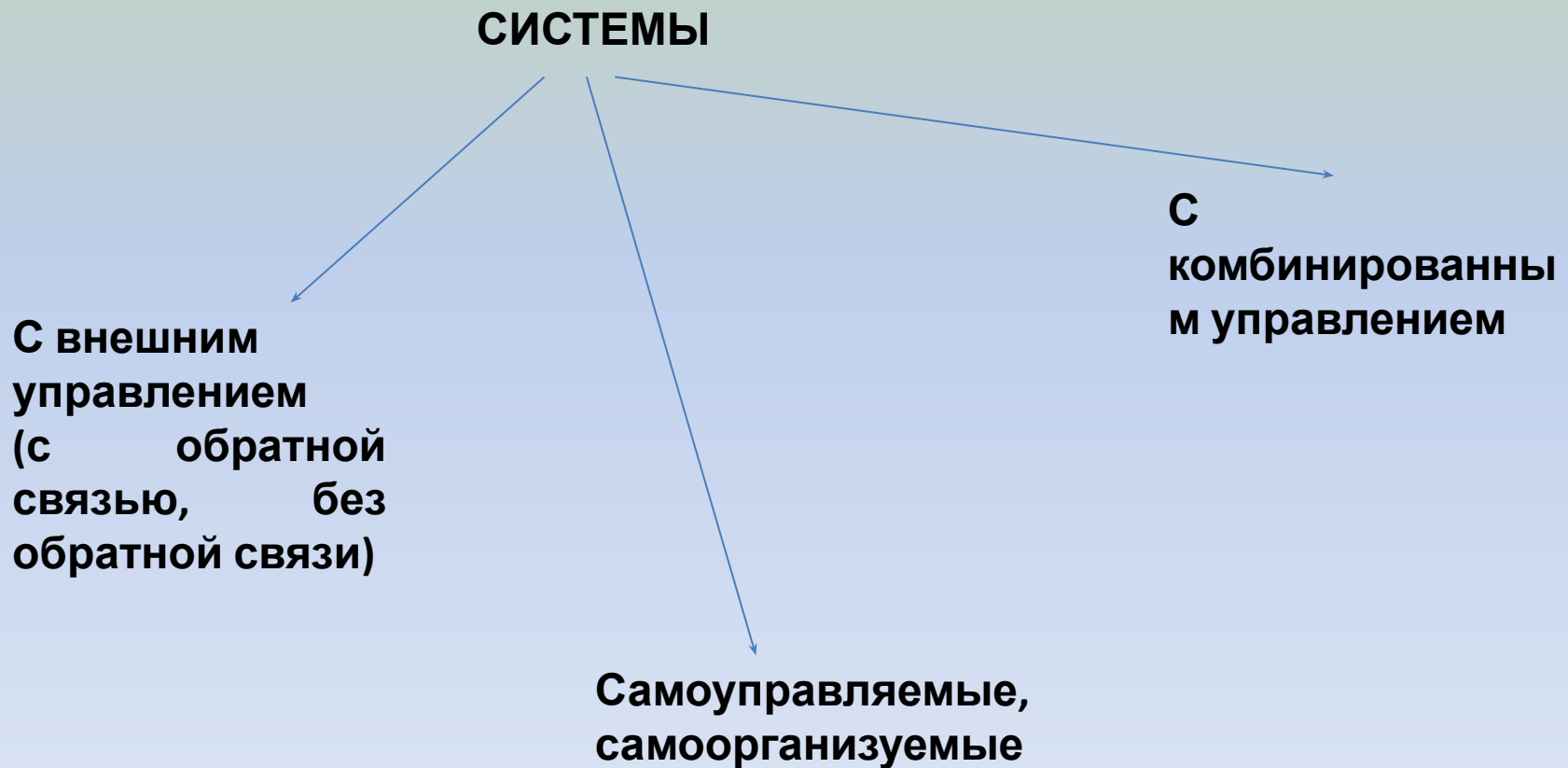
искусственны е	естественные	смешанные
орудия	живые	Эргатические (человеко-машинные)
механизмы	неживые	биотехнические
машины		экологические
автоматы		экономические
		военные
		производственные

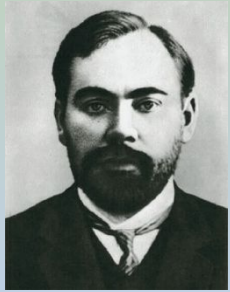
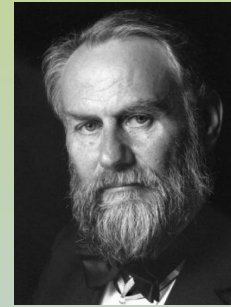
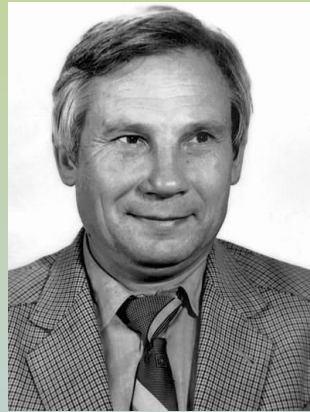
Классификации систем по типу оператора:



Оператор системы - это отображение, которое осуществляет система между входными и выходными переменными, это их связь.

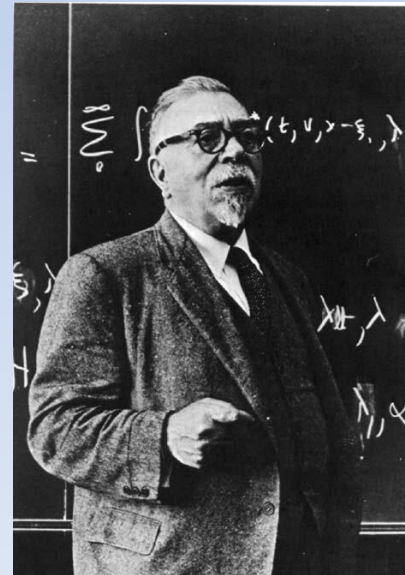
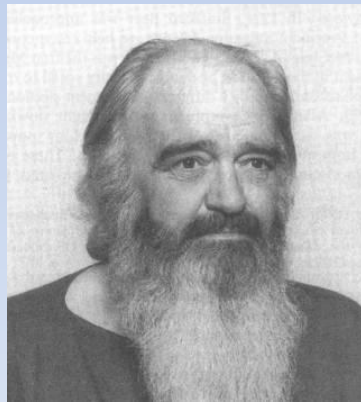
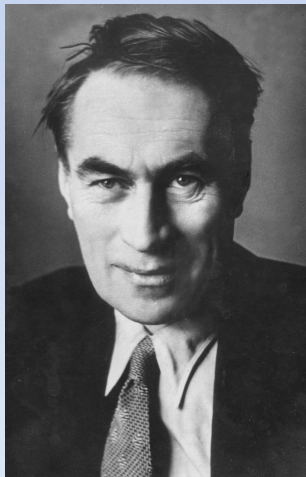
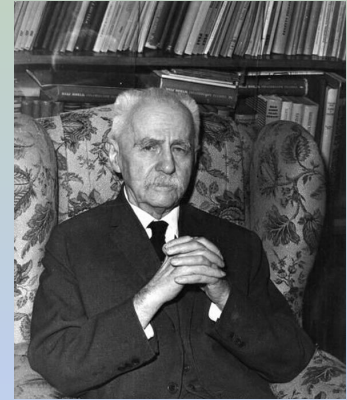
Классификации систем по типу управления:





*Системный подход к
управлению*

Кластер научных направлений



Кластер научных направлений

Системный подход к управлению:

Общая теория систем

Тектология

Праксеология

Кибернетика

Синергетика

Теория диссипативных структур

Теория динамического хаоса

Нелинейная динамика

Теория управляемого хаоса

Карл Людвиг фон Берталанфи (1901-1972) – австрийский биолог, основатель «Общей теории систем»

Первое упоминание об «Общей теории систем» – 1937 г.
Первые публикации – 1947 г.

Система – это некоторое количество взаимосвязанных элементов, объединение которых дает единое целое и новый системный эффект.

Равновесие – стационарное состояние открытой системы.

Выводы о закономерностях функционирования открытых систем и состояниях подвижного равновесия.

Если замкнутую систему вывести из равновесия, в ней начнутся процессы, возвращающие ее к равновесию.

Живой организм - не конгломерат элементов, а система, обладающая целостностью и закономерностями функционирования



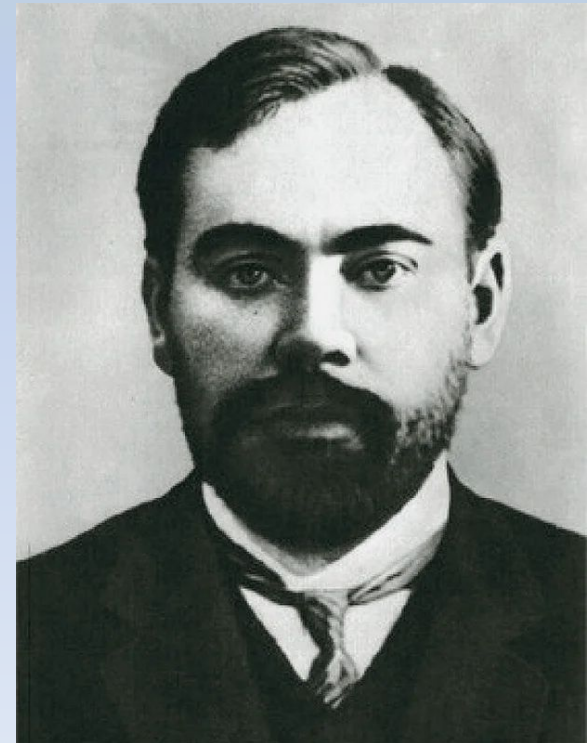
Александр Александрович Богданов (Малиновский) (1873-1928):

Тектология – всеобщая организационная наука:

- в романе-утопии «Красная звезда» впервые о системном подходе (1908 г.), об **«устойчивых и развивающихся системах»** в природе, методах соединения элементов и управления в системах,
- разработки «тектологии» в 1913-1917 гг.,
- три тома «тектологии» изданы в Берлине в 1922 г.,
- предвосхитила кибернетику и общую теорию систем.

1. Все виды управления (в природе, обществе, технике) имеют общие черты, что и является предметом изучения новой науки — тектологии (всеобщей организационной науки).

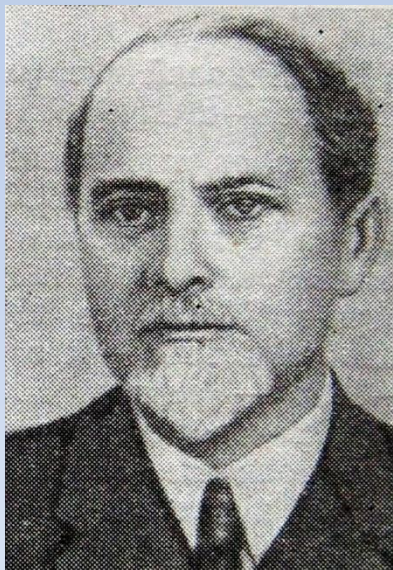
2. Предметом организационной науки являются общие организационные принципы и законы, по которым протекают процессы организации во всех сферах органического и неорганического мира, в работе стихийных сил и сознательной деятельности людей. Они действуют в технике (организация вещей), в экономике (организация людей) и в идеологии (организация идей).



Предшественники разработчиков *теории систем*

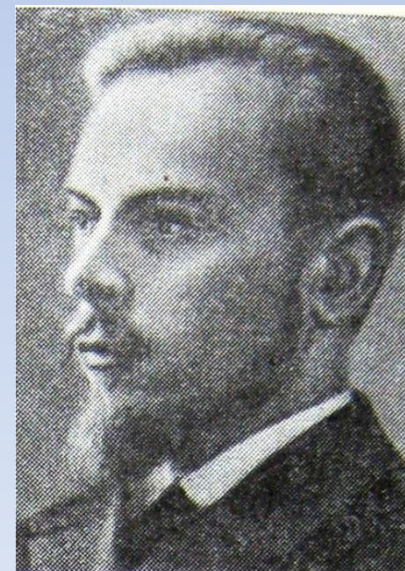
– российские биологи, экологи, зоологи

Д. Н. Кашкаров (1878 – 1941) – о приспособленческих (адаптивных) реакциях сообществ организмов на окружающую среду (биоценоз)



В.В. Станчинский (1882 – 1942)
– о структуре и пропорциях
«биоценотической системы»
(система организмов и среды)

В.И. Талиев (1872 – 1932) – об охране экосистем



Теория систем тесно связана

с праксеологией

ПРАКСЕОЛОГИЯ – наука о практике, практической деятельности человека, **теория эффективной организации деятельности.**

кибернетикой

Термин появился в XIX веке.

Позднее термин был введен в оборот:

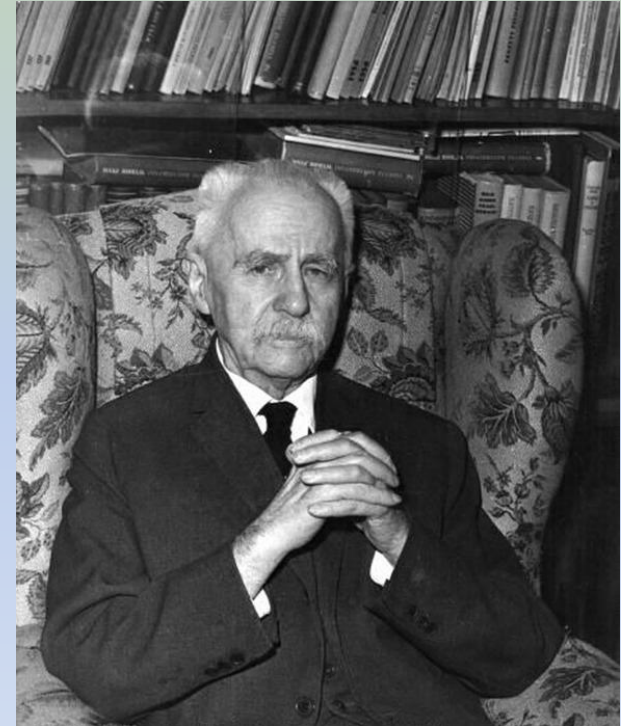
- французским философом Альфредом Эспинасом (1923),
- российским и советским математиком Евгением Слуцким (1926),
- польским философом Тадеушем Котарбиньским.

Т.Котарбиньский впоследствии обобщил свои взгляды на праксеологию в книгах «Принципы хорошей работы» (1946) и «Трактат о хорошей работе» (1955).

Праксеология Котарбиньского:

- описание элементов и форм рациональной деятельности,
- выработка общих норм целесообразности действий,
- составление системы общетехнических рекомендаций и предостережений применительно к профессиональной индивидуальной и коллективной деятельности,
- анализ поступков, морального выбора, принятия решений, ценностных аспектов сотрудничества и взаимодействия.

И



Тадеуш Котарбиньский:

«Если тебе плохо, то и другим с тобой плохо».

«Даже чтобы бороться за права личности, необходимо создать коллектив».

Кибернетика: предыстория

Название «кибернетика» происходит от греческого «кюбернетес», что первоначально означало «рулевой», «кормчий», но впоследствии стало обозначать и «правитель над людьми». Так, древнегреческий философ Платон в своих сочинениях в одних случаях называет кибернетикой искусство управления кораблем или колесницей, а в других — искусство править людьми. Римлянами слово «кюбернетес» было преобразовано в «губернатор».

Позднее термин использован Ампером, выдающимся французским физиком и математиком.

Он определил кибернетику как науку об управлении государством, которая должна обеспечить гражданам разнообразные блага (публикации 1834 – 1843).

Современное понимание кибернетики опирается на работы Норберта Винера.

В его трактовке **кибернетика – наука об управлении и связях в машинах и живых организмах**

Кибернетика («искусство управления») — наука об общих закономерностях процессов управления и передачи информации в различных системах, будь



Кибернетика:

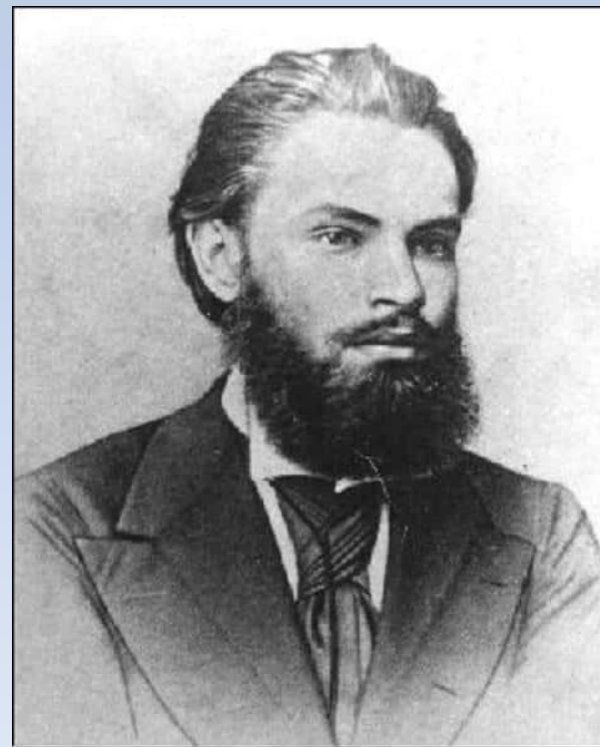
Развитие кибернетики как науки было подкреплено многочисленными работами ученых в области математики, механики, автоматического управления, вычислительной техники, физиологии высшей нервной деятельности.

Предыстория



Иван Алексеевич Вышнеградский (1831—1895) - выдающийся русский математик и механик, обобщивший опыт эксплуатации и разработавший теорию и методы расчета автоматических регуляторов паровых машин.

Александр Михайлович Ляпунов (1857—1918) - выдающийся математик, решивший задачи устойчивости движения, что является фундаментом современной теории автоматического управления.



Кибернетика: предыстория

Александр Александрович Андронов (1901—1952) - советский физик и математик, создатель нового направления в теории колебаний и динамике систем.

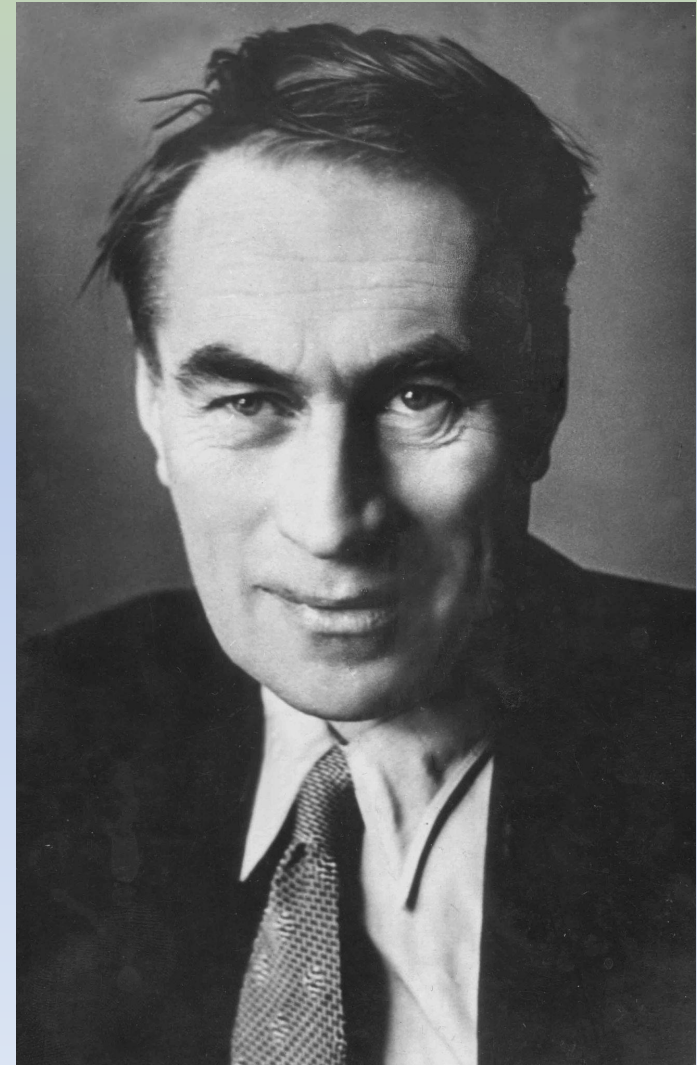
Его труды стали основой для решения ряда нелинейных задач теории автоматического регулирования.

Ввел понятия и методы фазового пространства, сыгравшие важную роль в решении задач оптимального управления.

Во время Великой Отечественной войны Андронов занимался работами оборонного характера (магнитная защита кораблей, траление магнитных мин).

После войны стал создателем крупного научного центра в г. Горьком, основал первый радиофизический факультет.

Заботился о региональном развитии науки.



Кибернетика: предыстория



Александр Андреевич Расплетин (1908-1967) – советский ученый и конструктор в области радиотехники и электроники. Являлся одним из основных создателей новой области науки и техники – **радиотехнических систем управления.**

Автор основных систем зенитного управляемого оружия.

Вел работы в области систем ПРО (противоракетной обороны) ближнего перехвата, участвовал в создании космического вооружения и Систем предупреждения о ракетном нападении.

Создатель противовоздушной обороны СССР практически с нуля!

Расплетиным создана школа разработчиков сложных систем вооружения ПВО, кооперация научно-исследовательских организаций, конструкторских бюро и заводов.

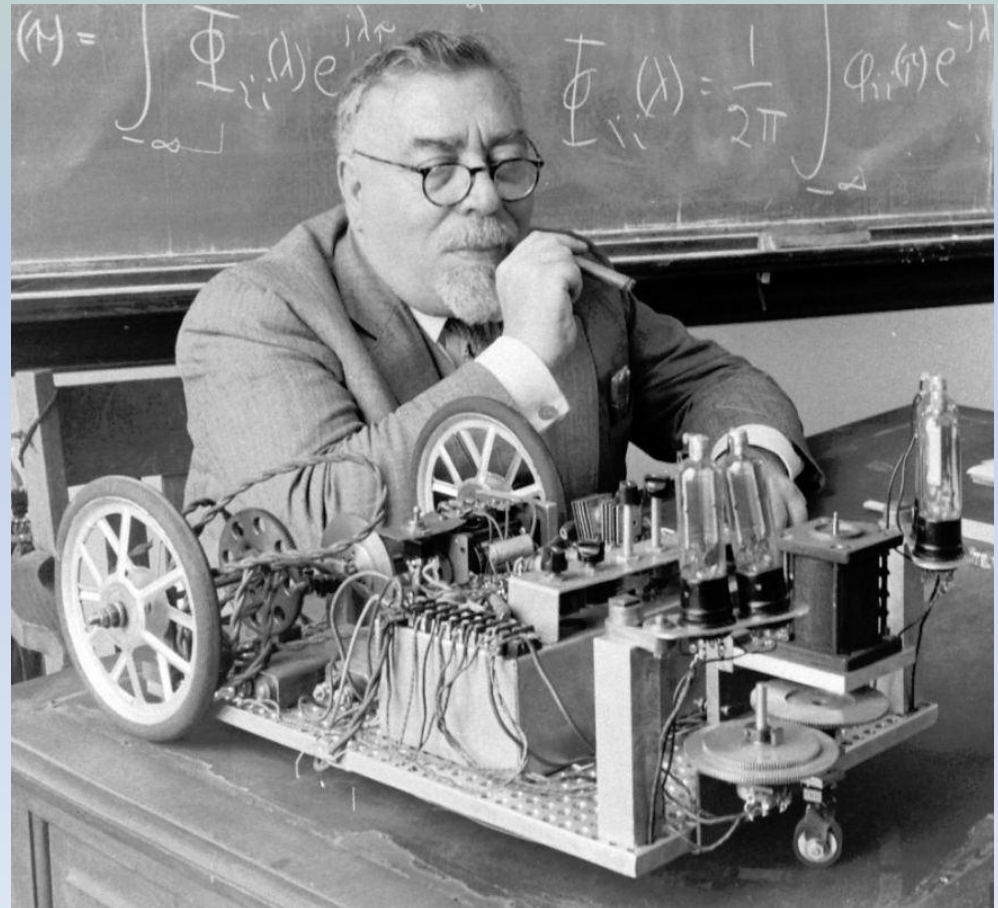
Кибернетика

Норберт Винер (1894 – 1964) - американский математик, один из основоположников кибернетики и теории искусственного интеллекта, разработчик **модели управления силами противовоздушной обороны в США.**

Первая книга по кибернетики опубликована ученым в 1948 г., а наброски метода – в 1943 г.

Автор книг:

- «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине»,
- «Человеческое использование человеческих существ. Кибернетика и общество»,
- «Акционерное общество «Бог и Голем» (или «Творец и робот» в рус. переводе),
- «Нелинейные задачи в теории случайных процессов»,
- «Я — математик»,
- «Интеграл Фурье и некоторые его приложения»,
- «Творец и Будущее».



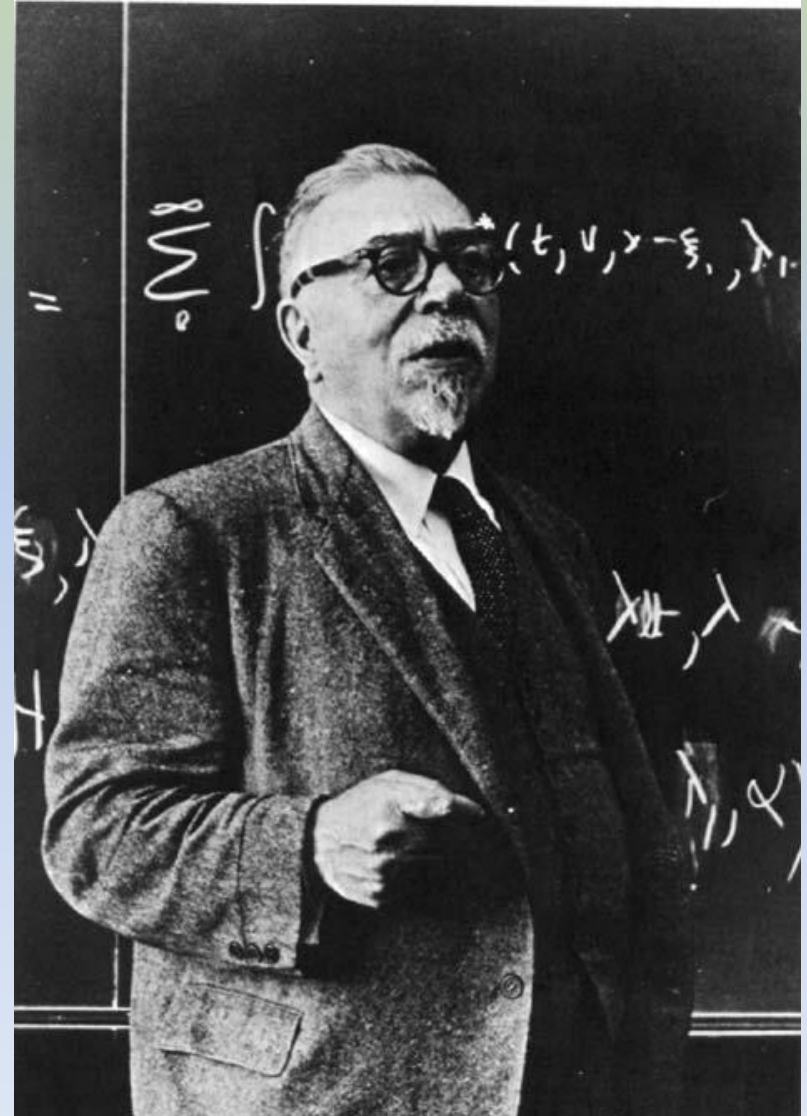
Кибернетика

Винер обратил внимание на общность законов, действующих в области автоматического регулирования, организации производства и в нервной системе человека.

Заслуга Норберта Винера в том, что он впервые понял принципиальное значение информации в процессах управления. Говоря об управлении и связи в живых организмах и машинах, он видел главное не просто в словах «управление» и «связь», а в их сочетании.

Кибернетика — наука об информационном управлении.

Именно школе Винера принадлежит ряд работ, которые, в конечном счете, привели к рождению Интернета.



Кибернетика

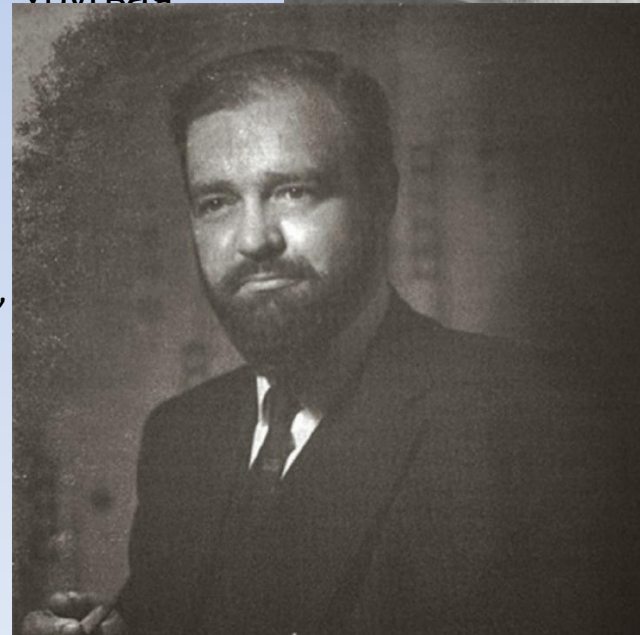
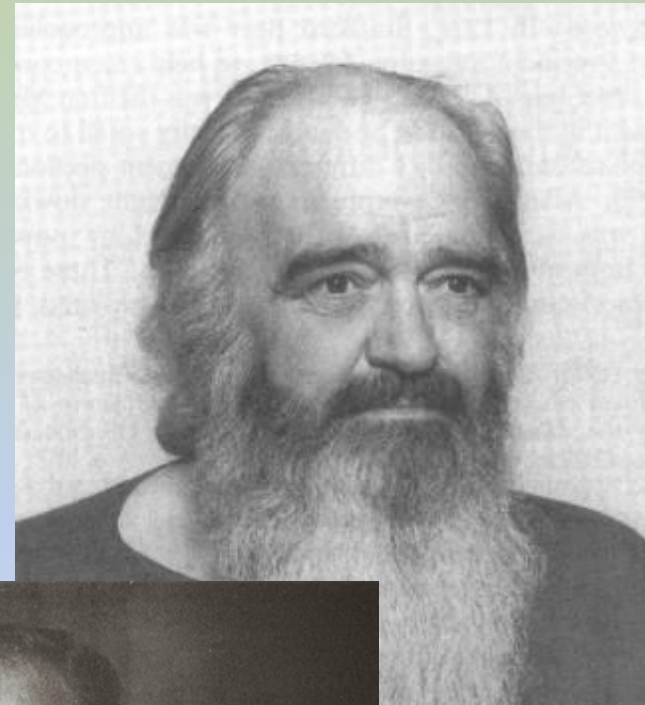
Энтони Стаффорд Бир (1926 - 2002) - британский ученый, внедривший кибернетику в управление организациями. Бир разработал модель жизнеспособной системы для диагностики неисправности в организационных системах.

В 1971–73 годах Бир был научным консультантом по возможностям практической реализации кибернетического подхода к управлению целым государством - Чили.

Консультировал правительства Мексики, Уругвая Венесуэлы.

Автор книг:

- «Кибернетика и управление производством»,
- «Кибернетика и менеджмент»,
- «Решение и контроль»,
- «Мозг фирмы»,
- «Проектируя свободу»,
- «Платформа для изменений»,
- «Сердце предприятия»,
- «Диагностика организационных систем».



Основные законы кибернетики

1. Закон необходимого разнообразия

(чем сложнее объект управления, тем сложнее должен быть и орган, который им управляет).

2. Принцип эмерджентности

(чем больше система и чем больше различия в размерах между частью и целым, тем выше вероятность того, что свойства целого могут сильно отличаться от свойств частей).

3. Принцип внешнего дополнения

(любая система управления нуждается в «черном ящике» – определенных резервах, с помощью которых компенсируются неучтенные воздействия внешней и внутренней среды).

4. Закон обратной связи

(без наличия обратной связи невозможна организация эффективного управления).

5. Принцип декомпозиции

(управляемый объект всегда можно рассматривать как состоящий из относительно независимых друг от друга подсистем).

Управленческая система или система управления



Управленческая система – система целенаправленного воздействия управляющей подсистемы на управляемую в обществе или организации.

Такое воздействие включает в себя:

- целеполагание,
- постановку целей,
- планирование,
- управленческое решение,
- обеспечение целостности, корректирование деятельности,
- удержание отклонений в определенных пределах,
- обеспечение компетентности и дисциплины,
- подведение итогов деятельности или оценку,
- направление движения управленческого объекта к заданной цели.

Внешняя и внутренняя среда системы



Отношения с внешней средой:

- активные,
- адаптивные,
- реактивные,
- превентивные (самоорганизующиеся)

Внешняя среда системы – то, что окружает систему, оказывает на нее воздействие и испытывает воздействие системы

Внутренняя среда системы – перечень всех внутрисистемных факторов, процессов и ресурсов.

Частный случай системы – организация.

Внешняя среда организации – это потребители, конкуренты, поставщики, рынок труда, а также экономическая, политическая, социокультурная, научно-техническая, природная, международная среда.

Внутренняя среда организации включает цели, задачи, технологии, структуру, ресурсы, сотрудников.

Обратные связи в системе

Обратные связи, в основном, выполняют осведомляющие функции, отражая изменение состояния системы в результате управляющего воздействия на нее. Процессы управления, адаптации, саморегулирования, самоорганизации, развития невозможны без использования обратных связей.

Функции обратных связей:

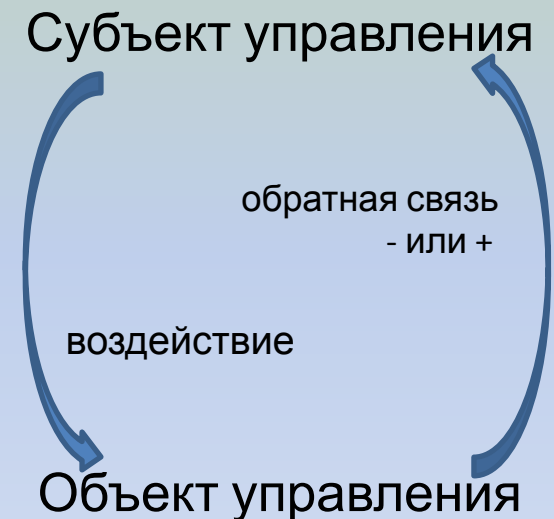
противодействие (за рамками допустимой работы системы)

компенсация,

корректировка управляющего воздействия

Отрицательные обратные связи стабилизируют систему: изменяют входной сигнал так, чтобы противодействовать изменению выходного сигнала («заморозка» состояния).

Положительные обратные связи выводят систему из устойчивого состояния: изменяют входной сигнал так, чтобы усилить изменение выходного сигнала (перевод системы в новое состояние).



Синергетический подход к управлению

Синергетика (сотрудничество, содружество) – это теория самоорганизации разнообразных структур живой и неживой природы.

«Мы называем систему самоорганизующейся, если она без специфического воздействия извне обретает какую-то пространственную, временную или функциональную структуру» (Г.Хакен).

Синергетика – междисциплинарное направление научных исследований, в рамках которого изучаются общие закономерности процессов перехода от хаоса к порядку и обратно (процессов самоорганизации и самопроизвольной дезорганизации) в открытых нелинейных системах различной природы.

Фундаментальным принципом самоорганизации служит возникновение нового порядка и усложнение систем через флуктуации (случайные отклонения) состояний их элементов и подсистем.

Синергетика – наука о неожиданных явлениях, необъяснимых с помощью классических законов, о поведении систем в критических ситуациях.

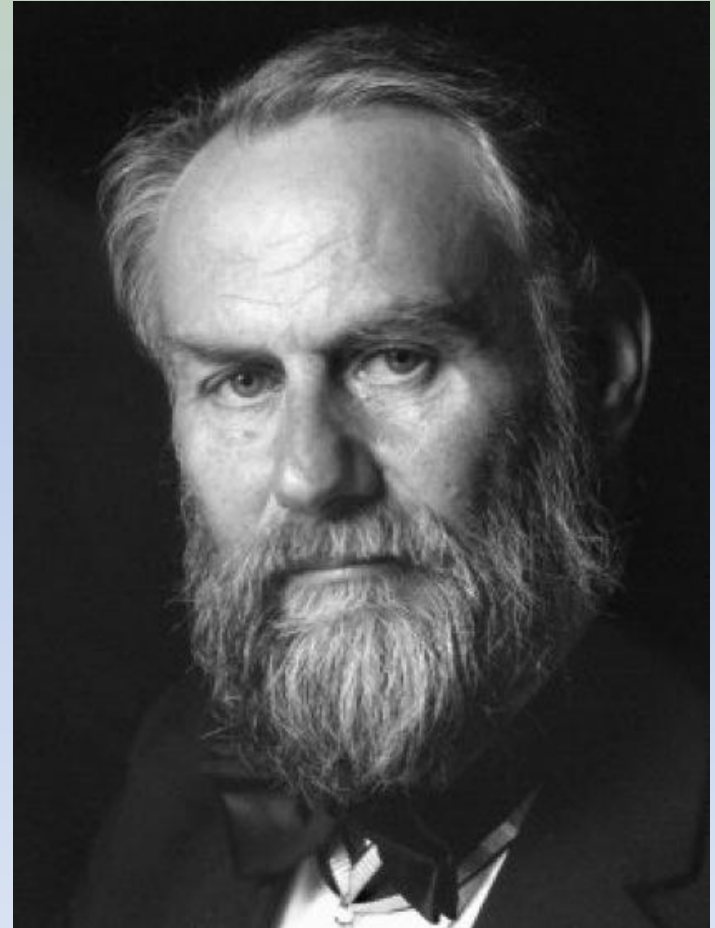
С синергетикой связаны: теория диссипативных структур, теория динамического хаоса, нелинейная динамика.

Синергетика

Герман Хакен (1927 – наст. вр.) – немецкий физик-теоретик, один из основателей синергетики, директор Института теоретической физики и синергетики университета Штутгарда, позднее - почетный профессор данного университета,

автор книг:

- «Синергетика»,
- «Тайны природы»,
- «Принципы работы головного мозга»,
- «Тайны восприятия»,
- «Квантополевая теория твёрдого тела»,
- «Лазерная светодинамика»,
- «Информация и самоорганизация» и др.



Синергетика

Герман Хакен: основные положения синергетики:

1. Исследуемые системы состоят из нескольких или многих одинаковых или разнородных частей, которые находятся во взаимодействии друг с другом.
2. Эти системы являются нелинейными.
3. При рассмотрении физических, химических и биологических систем речь идет об открытых системах, далеких от теплового равновесия.
4. Эти системы подвержены внутренним и внешним колебаниям.
5. Системы могут стать нестабильными.
6. Происходят качественные изменения.
7. В этих системах обнаруживаются эмерджентные (т.е. ранее отсутствовавшие) новые качества.
8. Возникают пространственные, временные, пространственно-временные или функциональные структуры.
9. Структуры могут быть упорядоченными или хаотичными.
10. Во многих случаях возможна математизация.

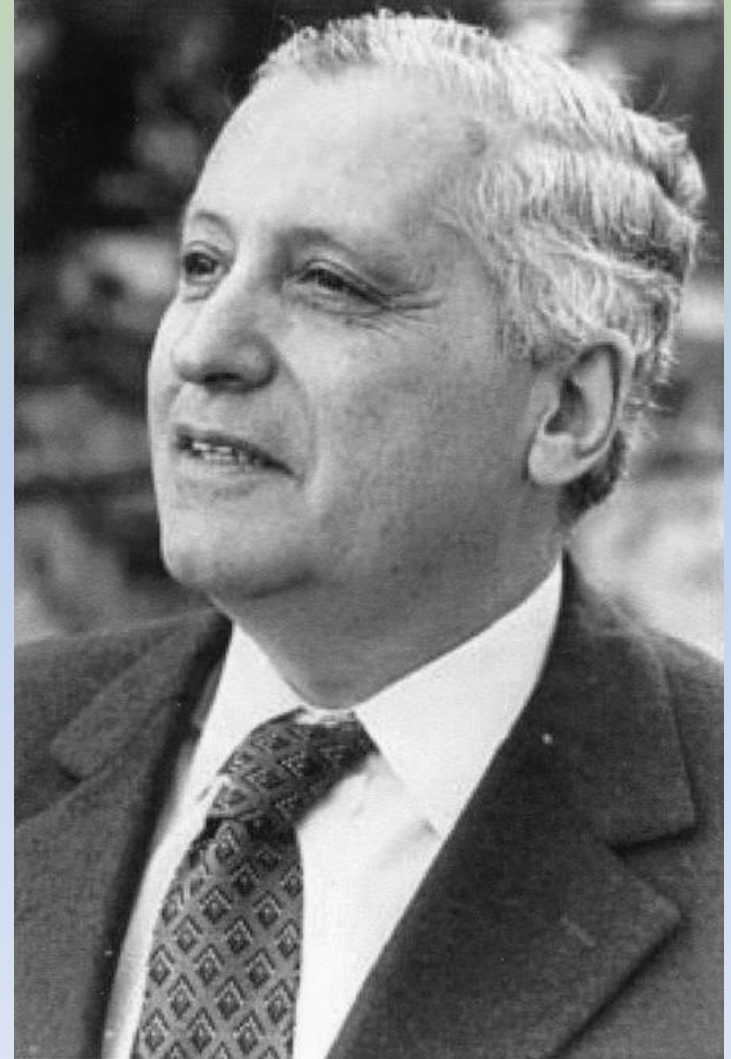


Синергетика

Пригожин Илья Романович (1917-2003) — бельгийский и американский физик и химик, нобелевский лауреат по химии (1977), основатель и директор Центра по изучению сложных квантовых систем (США); с 1982 г. - иностранный член Академии наук СССР; разработал теорию диссипативных структур в рамках неравновесной термодинамики.

Автор книг:

- "Введение в термодинамику необратимых процессов",
- "Неравновесная статистическая механика",
- "Химическая термодинамика",
- "Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций",
- "Самоорганизация в неравновесных системах",
- "Порядок из хаоса",
- "Новый диалог человека с природой",
- "Познание сложного",
- "Молекулярная теория растворов",
- "Современная термодинамика" и др.



Пригожин доказал существование неравновесных термодинамических систем, которые, при определённых условиях, поглощая вещество и энергию из окружающего пространства, могут совершать качественный скачок к усложнению (диссипативные структуры).

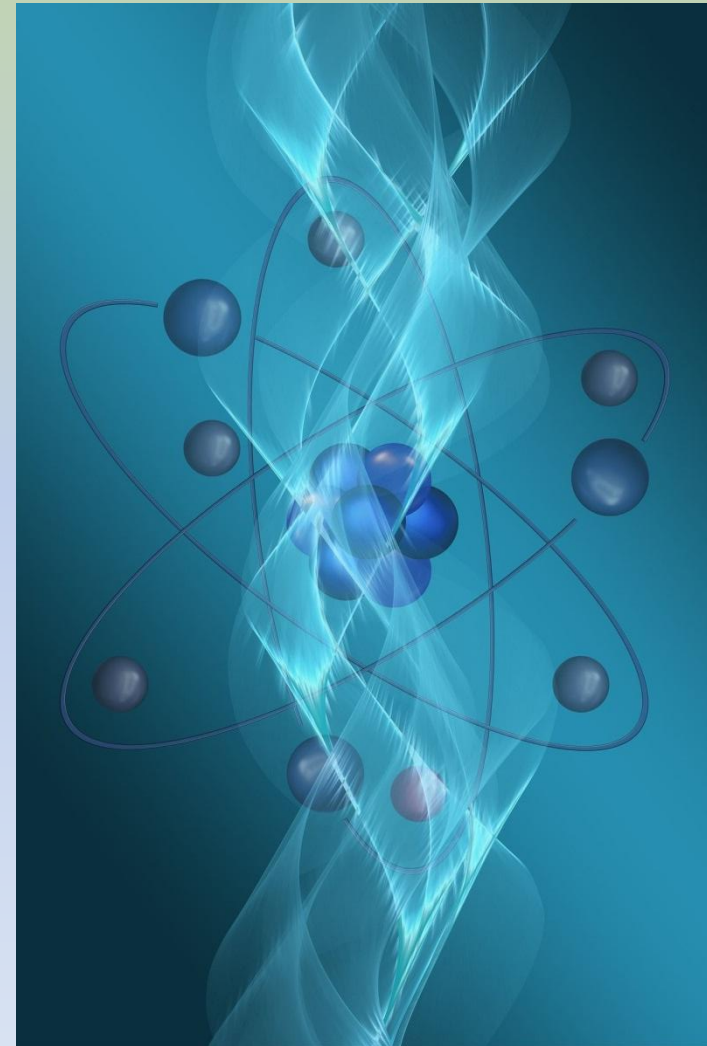
Это противоречит классическим законам термодинамики.

Его парадигма акцентирует внимание на таких аспектах, как:

- разупорядоченность,
- неустойчивость,
- разнообразие,
- неравновесность,
- нелинейные соотношения (*малый сигнал на входе может вызвать сколь угодно сильный отклик на выходе*),
- темпоральность (*повышенная чувствительность к ходу времени*),
- качественный скачок.

Большинство систем открыты — они обмениваются энергией, веществом или информацией с окружающей средой. В мире господствуют не порядок, стабильность и равновесие, а, наоборот, неустойчивость и неравновесность, а порядок — лишь редкий частный случай.

Система может быть разделена в пространстве на множество элементарных ячеек, достаточно больших, чтобы рассматривать их как макроскопические системы, но и достаточно малых для того, чтобы состояние каждой из них было близко к состоянию равновесия.



Синергетика

Сергей Павлович Курдюмов (1928 – 2004) – выдающийся советский и российский ученый, специалист в области математической физики, математического моделирования, физики плазмы и синергетики. Член-корреспондент АН СССР. Основатель синергетического движения в России.

Соавтор книг:

«Нестационарные структуры и диффузионный хаос»

«Законы эволюции и самоорганизации сложных систем»

Синергетика и прогнозы будущего

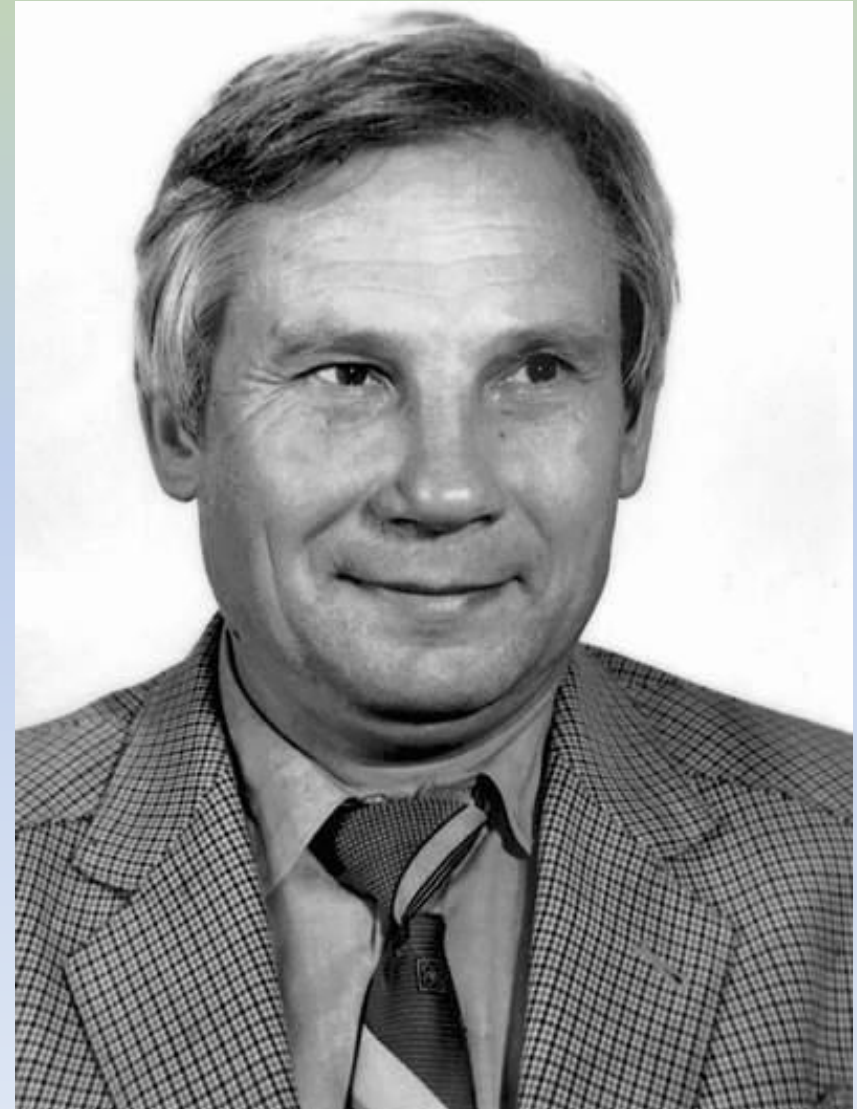
«Режимы с обострением. Эволюция идеи. Законы коэволюции сложных систем»

«Основания синергетики. Режимы с обострением, самоорганизация, темпомиры»

«Основания синергетики. Синергетическое мировидение»

«Основания синергетики. Человек, конструирующий себя и своё будущее»

Синергетика: нелинейность времени и



Синергетика

Аттрактор

(обусловлен законами природы)

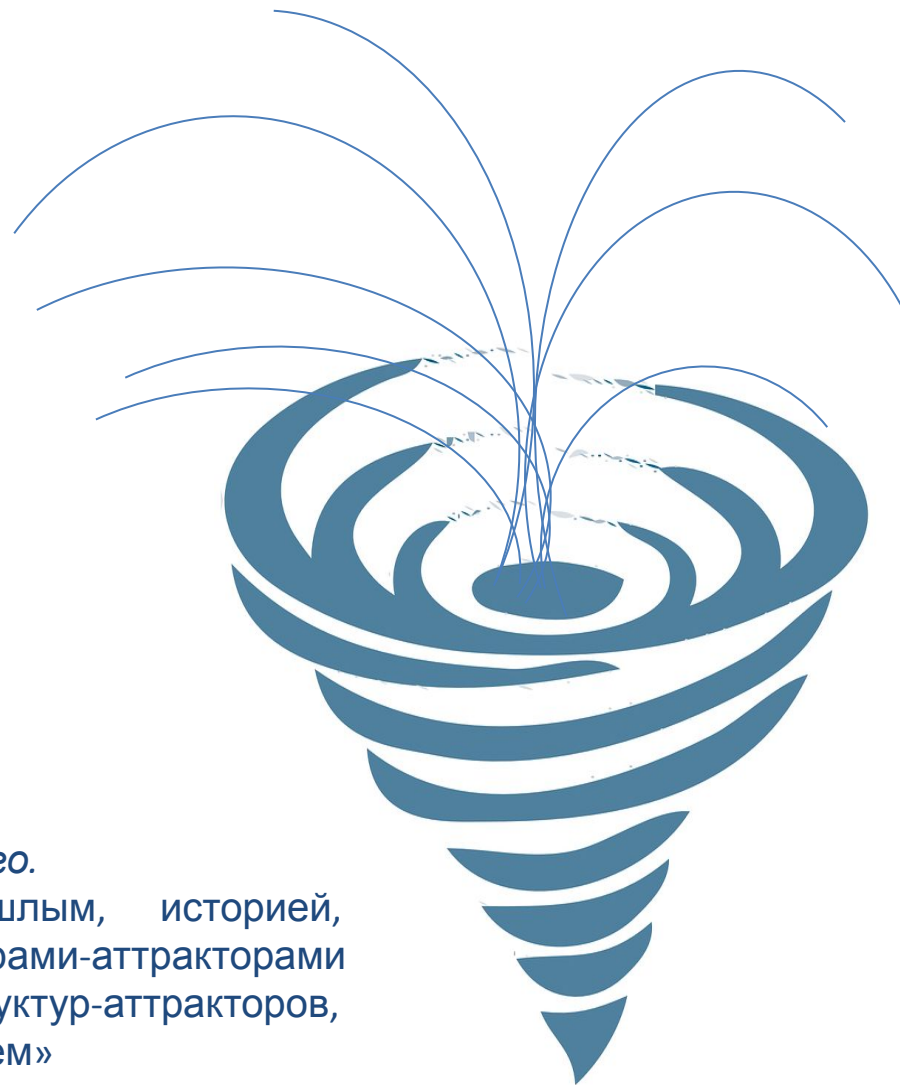
- то, к чему стремятся параметры состояния сложной системы,
- конечное (вероятное) состояние сложной системы,
- потенциальное состояние системы, к которому она эволюционирует,
- состояние системы в будущем.

Аналогия: воронка стягивает разрозненные линии траекторий системы в общий пучок.

Может существовать спектр аттракторов.

«Детерминация процессов эволюции из будущего.»

Развитие определяется не столько прошлым, историей, традициями системы, сколько будущим, структурами-аттракторами эволюции. Можно смоделировать спектры структур-аттракторов, спектры "целей" саморазвития социальных систем» (Курдюмов СП, Князева ЕН).



Параметры порядка, или управляющие параметры:

- условия самоорганизации системы;
- факторы, которые организуют структуру и придаёт ей относительную устойчивость;
- факторы, от которых зависит поведение частей системы (они могут определять не только порядок, как таковой, но и представлять беспорядочные состояния).

Изучая эти факторы, можно делать выводы о поведении частей системы и системы в целом.



Синергетика

Флуктуация - это отклонение какой-либо величины от среднего значения.

Флуктуации могут усиливаться в процессе эволюции системы или затухать, что зависит от эффективности «канала связи» между системой и внешним миром.

Бифуркация – это преобразование, разделение, разветвление в двух направлениях или во многих направлениях.

Точка бифуркации – начало кризиса, смена режима работы системы.

Поведение самоорганизующейся системы **вблизи точки бифуркации** характеризуется следующими закономерностями:

- по мере приближения к точке бифуркации флуктуации в системе нарастают;
- элементы возникающей в точке бифуркации упорядоченной структуры формируются из флуктуаций, случайно возникших до точки бифуркации.