

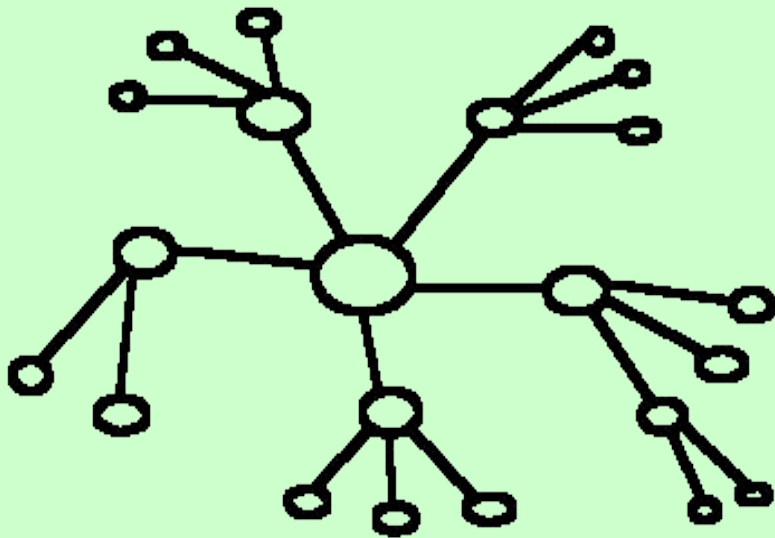
# ОСНОВЫ ТЕОРИИ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ

# План

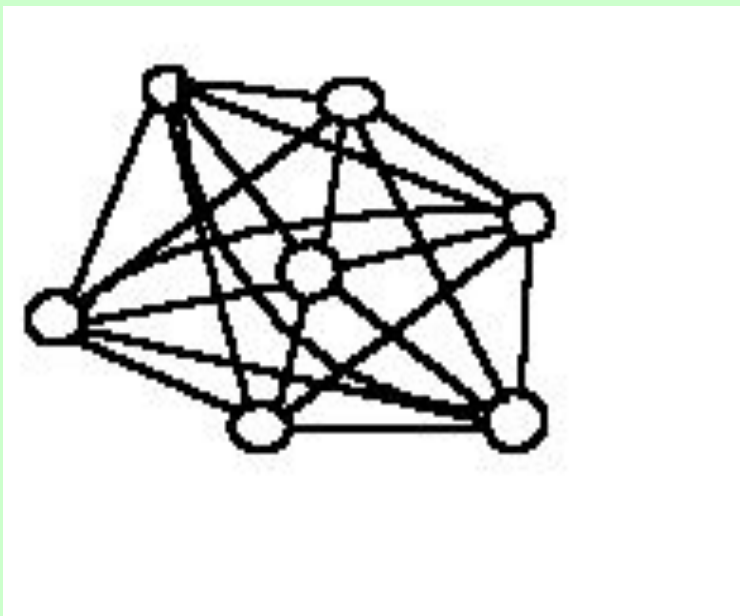
- Типы систем и их структура
- Точки бифуркации
- Триггерные системы

# Типы систем и их структура

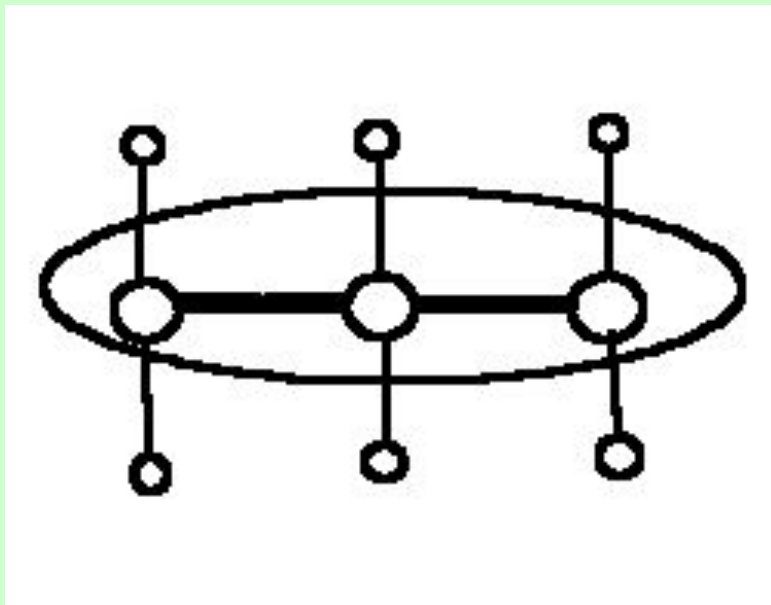
- Системой принято называть **множество элементов или процессов, связанных между собой, образующих некое единство**. Систему характеризуют такие принципы, как целостность, структурность, взаимозависимость системы и среды, иерархичность, множественность описания.
- Есть множество классификаций систем: выделяют системы материальные и абстрактные; первые включают системы неорганической природы и живые; имеются статичные и динамичные системы; однозначно детерминированные и вероятностные (стохастические). По характеру взаимоотношений со средой все системы делят на закрытые и открытые.
- Употребляя понятие устойчивости системы, обычно имеют в виду её способность возвращаться в исходное состояние после кратковременного внешнего воздействия
- Структура системы по степени централизации управления и распределения ресурсов может быть централизованной, скелетной или сетевой. Системы с разной структурой обладают различной степенью устойчивости.



- Система с централизованной структурой обладает высокими мобилизационными способностями, ей требуется относительно малое время для реакции на воздействия (внутренние или внешние).
- Но её адаптационные способности недостаточно высоки, она «негибкая», не слишком надёжная.

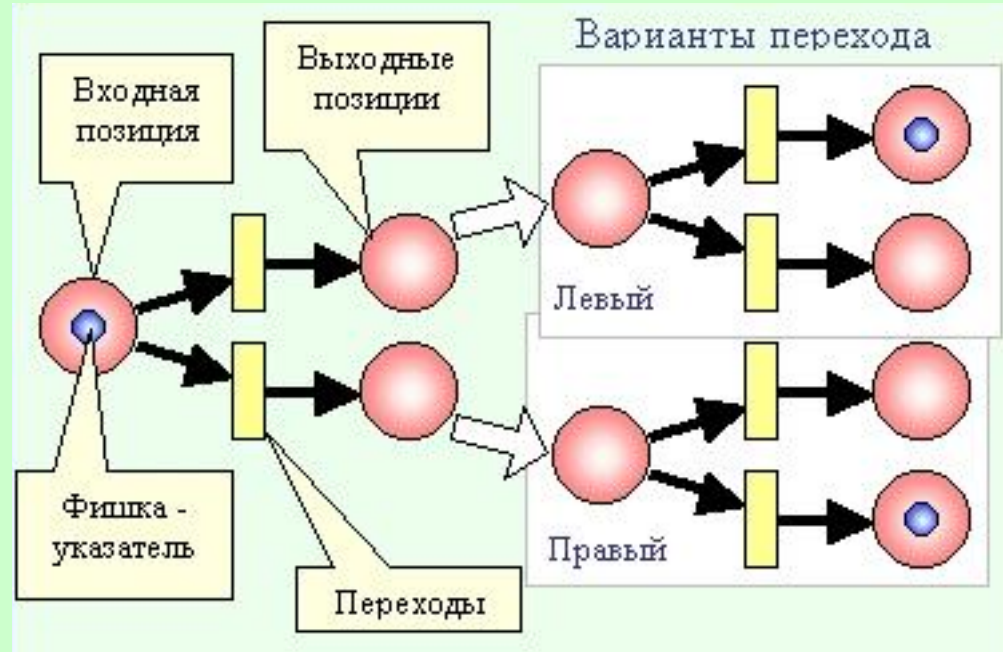


- Сетевая структура отличается высокими адаптационными способностями (структурной гибкостью) и достаточно высокой надежностью функционирования, но при этом для этого типа структуры характерны низкие мобилизационные способности, а на реакцию на внешние воздействия требуется больше времени.

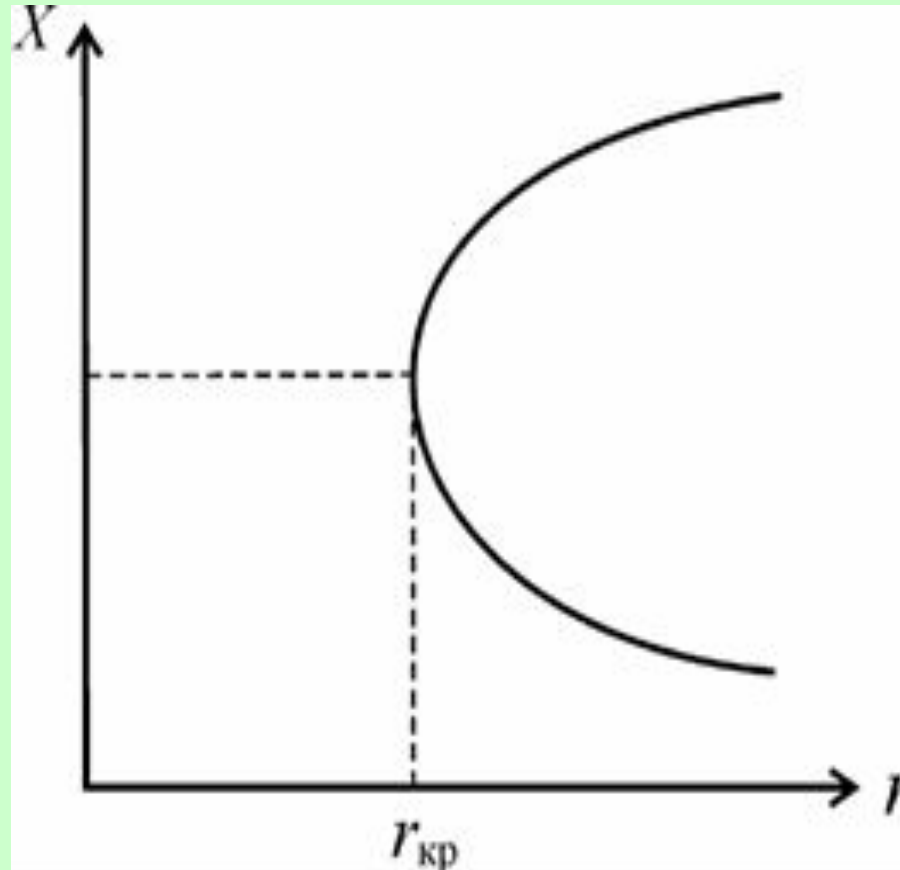


- Скелетная структура - это промежуточный тип между централизованной и сетевой структурами.
- В системе, имеющей такую структуру, элементы могут иметь разную значимость, нет выраженного центра, сформированы несколько узлов. Считается, что система такого типа чаще всего оптимальна для большинства сред.

# Точки бифуркации



- Точкой бифуркации называют критический момент, точку разветвления вариантов развития системы. Предсказать дальнейшее направление в развитии системы в этот момент невозможно.
- Развитие системы можно представить как движение от одной точки бифуркации к другой. В этой точке системой избирается какая-то траектория движения.



Бифуркационная диаграмма.

(Значение управляющего параметра  $r_{кр}$ , при котором решения разветвляются, - точка бифуркации).



# Развитие системы

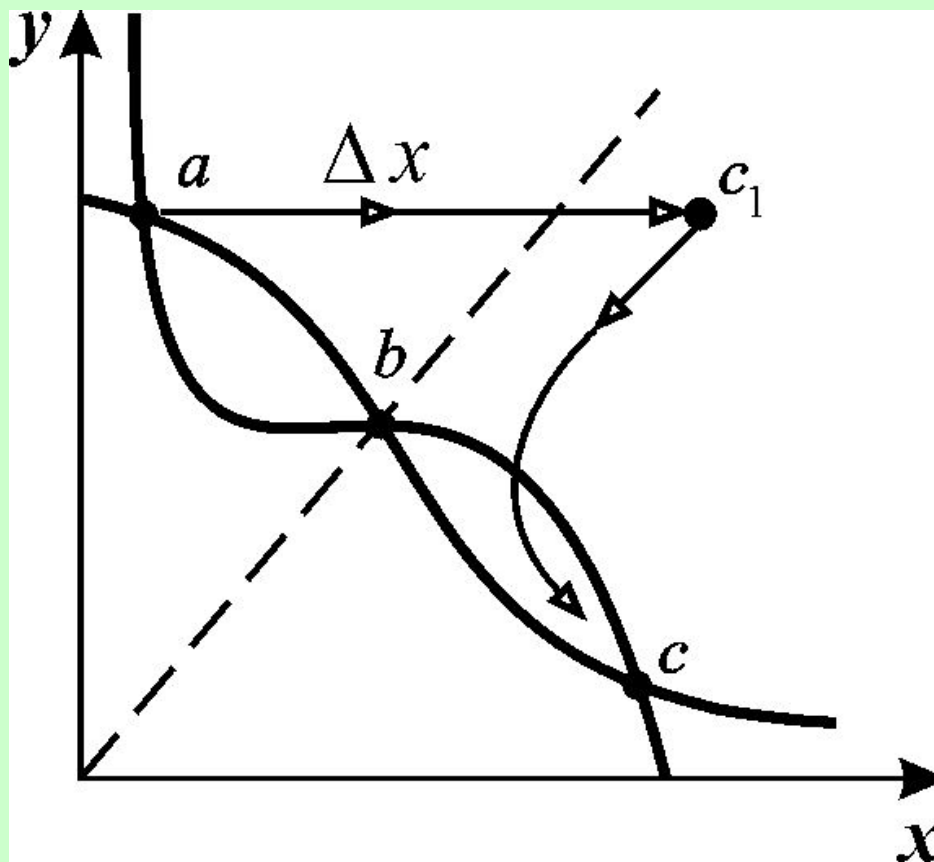
- Система в своём развитии может проходить через эволюционную и революционную стадии.
- Эволюционная – адаптация, поступательное движение, революционная – скачок, катастрофа. На эволюционной стадии идёт накопление количественных и качественных изменений системы. Под влиянием накопленных факторов в точке бифуркации система может совершить качественный скачок, изменить свою структуру.
- Система, развиваясь, чередует стадии эволюции и скачка, переходит из устойчивого состояния в неустойчивое и обратно. Структурная и функциональная её устойчивость вырабатывается в ходе адаптации к изменяющимся внешним и внутренним факторам.
- *В открытой нелинейной системе одновременно сосуществуют и конкурируют два противоположных процесса - размывания (HS-режим) и локализации (LS-режим).*
- *HS-режим - это фактор, размывающий неоднородности в нелинейной открытой среде, аналог диссипации, диффузии, "расплывания" структур. Пример: миграция населения, распространение инфекции, распространение слухов.*
- *LS-режим - это фактор локализации и возрастания интенсивности процессов в открытой нелинейной системе. Может развиваться с обострением. Это определенный тип разворачивания процессов в открытой нелинейной среде, когда происходит все более интенсивное развитие процесса во все более узкой области вблизи максимума. Примеры: возникновение диссипативных структур в виде ячеек Бенара, в социуме - революции.*



- **Аттрактор** – множество, характеризующее значения параметров системы на альтернативных траекториях. Аттрактором может быть, например, хаос или состояние равновесия. Один из аттракторов «притягивает» систему, и она, проходя через точку бифуркации, получает то или иное развитие.
- Странный аттрактор - локальная область фазовом пространстве, в которой наблюдаются спонтанные скачки изменения состояния системы.
- «Крылья бабочки» - аттрактор Лоренца

# Триггерные системы

способны находиться в одном из двух или более устойчивых состояниях. При этом переход из одного устойчивого состояния в другое происходит в результате управления.



Триггерная система.

(Буквами  $a$  и  $c$  показаны устойчивые стационарные состояния, буквой  $b$  – седло, жирными линиями – главные изоклины. Пунктиром обозначена сепаратриса, которая разделяет области влияния  $a$  и  $c$ . Двойная стрелка показывает процесс силового переключения триггера.)