

# Системный анализ

## Тема 2. Классификация систем

Лектор: Захарова Александра Александровна

д.т.н., доцент

2020

# Содержание

- 1. Принципы классификации систем**
- 2. Классификация систем на основе дескриптивного определения системы**
- 3. Классификация систем с управлением**
- 4. Классификация систем по степени организованности**

# Принципы классификации систем

Два основных подхода к классификации систем:

- **предметный** – выделяются основные виды конкретных систем, существующих в природе и обществе:
  - ✓ по виду отображаемого объекта (технические, биологические, экономические и т.д.);
  - ✓ по научному направлению, используемого для моделирования систем (математические, физические, химические и т.д.);
- **категориальный** – системы разделяются по общим характеристикам, присущим любым системам независимо от их материального воплощения:
  - ✓ эмпирический – перечисляются некоторые виды систем, существенные с точки зрения решаемых задач, при этом не обосновываются принципы выбора признаков и полнота классификации;
  - ✓ логико-теоретический – признаки деления пытаются вывести из определения системы и сначала выделить все возможные виды систем, а затем интерпретировать их как реально-существующие и практически значимые объекты.

# Принципы классификации систем

Системы	<b>Простые</b> (состоящие из небольшого числа элементов)	<b>Сложные</b> (достаточно разветвлённые, но поддающиеся описанию)	<b>Очень сложные</b> (не поддающиеся точному и подробному описанию)
<b>Детерминированные</b>	Оконная задвижка Проект механических мастерских	Компьютер Автоматизация	
<b>Вероятностные</b>	Подбрасывание монеты Движение медузы Статистический контроль качества продукции	Хранение запасов Условные рефлексy Прибыль промышленного предприятия	Экономика Мозг Фирма

Эмпирическая классификация Ст. Бира

# Принципы классификации систем:

Тип	Уровень сложности	Примеры
Неживые системы	<p>Статические структуры (остовы).</p> <p>Простые динамические структуры с заданным законом поведения.</p> <p>Кибернетические системы с управляемыми циклами обратной связи</p>	<p>Кристаллы.</p> <p>Часовой механизм.</p> <p>Термостат</p>
Живые системы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Открытые системы с самосохраняемой структурой (первая ступень, на которой возможно разделение на живое и неживое).</li> <li>Живые организмы с низкой способностью воспринимать информацию.</li> <li>Живые организмы с более развитой способностью воспринимать информацию, но не обладающие самосознанием.</li> <li>Системы, характеризующиеся самосознанием, мышлением и нетривиальным поведением.</li> <li>Социальные системы.</li> <li>Трансцендентные системы или системы, лежащие в настоящий момент вне нашего познания</li> </ul>	<p>Клетки, гомеостат.</p> <p>Растения.</p> <p>Животные.</p> <p>Люди.</p> <p>Социальные организации</p> <p>-</p>

Эмпирическая классификация К. Боулдинга

# Принципы классификации систем:

Пример логико-теоретического подхода:

А.И. Уёмов на основе предложенного им определения системы, включающего в себя три компонента (вещи, свойства и отношения), предлагает строить все возможные классификации систем в зависимости от:

- типов вещей (элементов, из которых состоит система),
- свойств
- отношений, характеризующих системы различного вида.

Разнообразие типов систем, которые можно выделить таким путем, практически бесконечно.

Возникает вопрос: каков объективный критерий для выделения из бесконечного множества возможностей наиболее подходящих типов систем

# Принципы классификации систем:

В.Н. Сагатовский предлагает преодолеть недостатки обоих подходов (эмпирического и логического) на основе их комбинирования:

- Все системы делятся на разные типы в зависимости от характера их основных компонентов: свойств системы, составляющих ее элементов и отношений между элементами. Т.е., основанием классификации является дескриптивное определение системы.
- Каждый из указанных компонентов оценивается с точки зрения определенного набора категориальных характеристик. Например, отношения между элементами могут быть статическими или динамическими, система может проявлять свойства детерминированного или вероятностного поведения и т.д.
- В конечном счете получим полную (относительно определенного уровня знаний) классификацию систем, в рамках которой каждое из предложенных и имеющих хоть какое-то реальное содержание определений системы должно оказаться определением одного из возможных типов систем.
- Из полной классификации выделяются те типы систем, знание которых наиболее важно с точки зрения определенной задачи (например, с точки зрения проектирования автоматизированных систем управления).

# Содержание

1. Принципы классификации систем
2. Классификация систем на основе дескриптивного определения системы
3. Классификация систем с управлением
4. Классификация систем по степени организованности



# Классификация систем на основе дескриптивного определения системы:

Категориальные характеристики: количественные, составные и структурные.

Компоненты системы по количественному признаку:

- Монокомпоненты (один элемент, одно отношение);
- Поликомпоненты (много свойств, много элементов, много отношений).

Компоненты системы по составу:

- Статические (такая система находится в состоянии относительного покоя, ее состояние с течением времени остается постоянным)
- Динамические (система изменяет состояние во времени):
  - ✓ функционирующие (без перехода в новое качество);
  - ✓ развивающиеся (с переходом в новое качество).

# Классификация систем на основе дескриптивного определения системы

Категориальные характеристики: количественные, составные и структурные.

Структурно (то есть по характеру отношений между компонентами систем, а также системы и среды) системы классифицируются:

- Открытые и закрытые
- Детерминированные и вероятностные
- Простые и сложные

# Классификация систем по ИЗОЛИРОВАННОСТИ

По степени изолированности от окружающей среды системы подразделяются на два класса:

- 1) закрытые — изолированные системы, не взаимодействующие со средой;
- 2) открытые — системы, взаимодействующие со средой, обменивающиеся с ней материей, энергией, информацией.

# Классификация систем по детерминированности

- 1) **Детерминированная** — знание в данный момент времени множества входящих в систему элементов и отношений позволяет установить состояние системы в любой последующий или предшествующий момент времени. То есть поведение детерминированной системы полностью объяснимо и предсказуемо на основе информации о системе заданный в момент времени.
- 2) **Вероятностная (случайная, стохастическая)** — знание в данный момент времени множества входящих в систему элементов и отношений позволяет только предсказать вероятность нахождения системы в том или ином состоянии в последующие моменты времени. То есть поведение вероятностной системы определяется не только конечным множеством составляющих данной системы, но и объектами, не входящими в данное множество. Это системы с элементами случайности.

# Классификация систем по сложности

Следует различать понятия «сложная» и «большая» система.

Два принципиально различных подхода к определению сложности.

1) связывает сложность не с особенностями самой системы, а с уровнем знаний исследователя о системе, с особенностями формирования и использования модели системы.

Исходя из данной точки зрения на сложность, одна и та же система может быть идентифицирована как сложная (если недостаток информации о системе не позволяет успешно управлять ею или предсказывать ее поведение) и как простая (если исследователь хорошо представляет себе структуру системы и законы ее функционирования).

# Классификация систем по сложности

Берг А.И. и Черняк Ю.И. определяют сложную систему как систему, которую можно описать не менее чем на двух различных математических языках (например, на языке дифференциальных уравнений и языке булевой алгебры).

Сагатовский В.Н. называет систему простой, если её результат на выходе, соответствующий поставленной цели, достигается с помощью заданных средств (например, с помощью органов чувств, интеллекта автоматизированных систем и т.п.). Если же этих средств недостаточно — то система сложная.

Перегудов Ф.И. характеризует сложность систем относительно их моделей: если модель достаточно точно (адекватно) отображает поведение системы, то система простая по отношению к модели; если модель неадекватна, то система сложная по отношению к модели.

# Классификация систем по сложности

Два принципиально различных подхода к определению сложности.

2) Другой подход заключается в определении понятия сложных систем через выделение характерных особенностей этих систем. К числу этих особенностей относятся:

- **многомерность**, обуславливаемая как наличием большого числа подсистем, так и наличием большого числа связей между подсистемами;
- **многообразие природы подсистем и связей**, которое характеризуется их различной физической сущностью;
- **многообразие структуры**, обуславливаемое как разнообразием структур подсистем, так и разнообразием объединения подсистем в единую систему;
- **многокритериальность**, обуславливаемая разнообразием целей отдельных подсистем, а также разнообразием требований, предъявляемых со стороны других систем.

# Классификация систем по сложности

Примеры:

- 1) малые простые системы – исправные бытовые приборы (для пользователя), неисправные приборы (для мастера), шифрозамок (для хозяина сейфа);
- 2) малые сложные системы – неисправные бытового прибор (для пользователя);
- 3) большие простые – шифрозамок для похитителя, поезд (состав из вагонов);
- 4) большие сложные – мозг, экономика, живой организм, система образовани.



# Классификация систем на основе дескриптивного определения системы

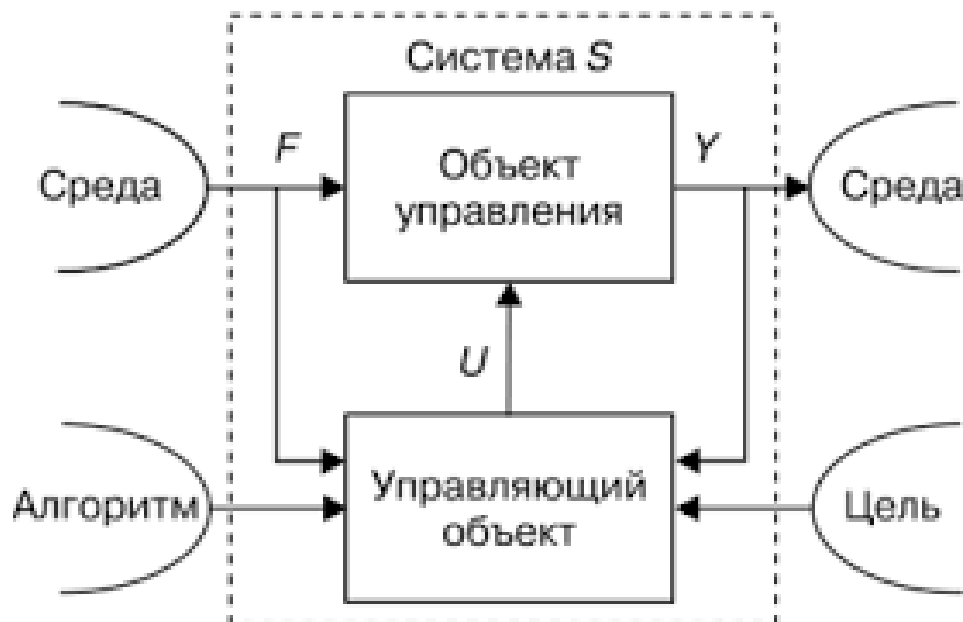
Категориальные характеристики	Свойства	Элементы	Отношения
Моно			
Поли			
Статические			
Динамические (функционирующие)			
Открытые			
Закрытые			
Детерминированные			
Вероятностные			
Простые			
Сложные			

Классификация систем В.Н. Сагатовского

# Содержание

- 1. Принципы классификации систем**
- 2. Классификация систем на основе дескриптивного определения системы**
- 3. Классификация систем с управлением**
- 4. Классификация систем по степени организованности**

# Классификация систем с управлением



## Система управления и ее взаимодействие со средой

$F$  — канал воздействия среды на объект;

$Y$  — канал воздействия объекта на среду;

$U$  — канал воздействия управления на объект

**Система управления (система с управлением)** - такая совокупность объекта управления и управляющего объекта, процесс взаимодействия которых приводит к выполнению поставленной цели управления.

**Объект управления** - объект, для достижения желаемых результатов функционирования которого необходимы и допустимы специально организованные воздействия.

**Управление** - организация и реализация целенаправленного воздействия на объект управления, т.е. управление представляет собой процесс выработки и осуществления управляющего воздействия по переводу объекта в желаемое состояние.

**Алгоритм управления** - инструкция о том, как добиваться целей управления в различных ситуациях. Алгоритм управления реализуется управляющим устройством (управляющим объектом).

# Классификация систем с управлением

Признаки для классификации систем с управлением:

- описание природы (происхождения) системы  $S$ ;
- задание типов входных и выходных переменных системы, а также переменных состояния системы  $S$ ;
- конкретизация типа оператора  $A$  системы  $S$ ;
- описание способа управления (управляющего воздействия)  $U$ ;
- задание условий получения  $U$  (обеспеченности ресурсами).

# Классификация систем по происхождению

1) **природные (естественные)** — системы, существующие в живой и неживой природе, возникшие без участия человека. Примеры таких систем — атом, молекула, организм, популяция;

2) **искусственные** — системы, созданные человеком:

- материальные (реальные), состоящие из физических объектов, собранных человеком в систему с некоторой целью (механизмы, машины, автоматы, роботы, технические комплексы);

- абстрактные (идеальные) — системы представлений, созданные средствами мышления (учения, теории, методологии, проекты, языки).

3) **смешанные** — системы, представляющие собой объединения природных и искусственных объектов (эргономические системы (комплексы «человек — машина»); организационные системы (включающие людей, а также технические устройства).

# Классификация систем по типу переменных системы



- дискретная система – есть хотя бы один дискретный элемент, поэтому выходной сигнал меняется дискретно.
- непрерывная система – нет дискретных элементов, поэтому выходные сигналы меняются непрерывно

# Классификация систем по типу их операторов



# Классификация систем по способу управления

- 1) В зависимости от того, входит ли управляющий блок в систему или является внешним по отношению к ней, выделяют классы самоуправляемых систем, управляемых извне и с комбинированным управлением.
- 2) По тому, используется ли в процессе управления обратная связь, различают системы с программным управлением (без обратной связи) и регулируемые (с обратной связью).
- 3) По виду изменений в объекте управления, осуществляемых блоком управления, различают системы с управлением по параметрам (управление состоит в подстройке параметров) и с управлением по структуре (управление состоит в подстройке структуры)



# Содержание

1. Принципы классификации систем
2. Классификация систем на основе дескриптивного определения системы
3. Классификация систем с управлением
4. **Классификация систем по степени организованности**

# Классификация систем по степени организованности

- **Хорошо организованные** – исследователю удастся определить все элементы и их взаимосвязи между собой и с целями системы в виде детерминированных (аналитических, графических) зависимостей.

В этом случае задачи выбора целей и определения средств их достижения (элементы и связи). Проблемная ситуация может быть описана в виде выражений (в виде критерия функционирования, целевой функции, критерия эффективности и т.д.) , связывающих цель со средствами, которые могут быть представлениями уравнениями, формулами и т.д.

- **Плохо организованные (диффузные)** – система характеризуется некоторым набором макропараметров и закономерностей, которые выявляются на основе исследования не всего объекта или класса явлений, а путем изучения определенной по правилам достаточно представительной выборки компонентов, характеризующих данный объект или процесс. В результате определяются закономерности, которые распространяются на поведение системы в целом.

# Классификация систем по характеру функционирования

По характеру функционирования (по способности менять свою структуру и поведение) и по характеру изменений системы можно отнести к одному из следующих классов.

- 1. Стабильные** — системы, структура и функции которых практически не изменяются в течение всего периода их существования. Как правило, качество функционирования стабильных систем со временем только ухудшается. К данному классу относится, прежде всего, широкий круг неживых систем, как естественных, так и искусственных.
- 2. Развивающиеся** — системы, структура и функции которых с течением времени претерпевают существенные изменения. Качество функционирования данных систем со временем может повышаться. Примерами развивающихся систем могут служить живые организмы, социальные системы (предприятия, учреждения, компании).

# Классификация систем по характеру функционирования

Среди развивающихся систем можно выделить подклассы самостабилизирующихся (адаптивных) и самоорганизующихся систем, в которых происходят соответственно процессы самостабилизации и самоорганизации.

- 1) **самостабилизация** (адаптация) — способность системы в ответ на поток возмущений из внешней среды вырабатывать соответствующие корректирующие действия, возвращающие систему в устойчивое состояние динамического баланса с внешней средой (живые организмы, рыночная система – спрос-предложение);
- 2) **самоорганизация (развитие)** — способность системы в ответ на поток возмущений из внешней среды реорганизовать свою внутреннюю структуру. Самоорганизация выражается в новых устойчивых состояниях, которые более стойки к возмущениям, чем предыдущие.

Адаптивные системы выживают в средах, в которых возмущения находятся в пределах диапазона их корректирующих действий; самоорганизующиеся системы эволюционируют в более сложные и более жизнеспособные системы

# Классификация систем по способу задания цели

- 1) класс систем, для которых цели задаются извне,
- 2) класс систем, в которых цели формируются внутри системы.

Как правило, первому из этих классов соответствует класс стабильных систем, так как стабильные системы не способны к каким-либо активным изменениям, для них цель определяется извне, исходя из задач их использования.

К классу систем, самостоятельно формирующих свои цели, относятся развивающиеся системы, т. к. они способны к выбору своего поведения в соответствии с внутренне присущей целью.

# СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Основы теории систем и системного анализа: Учебное пособие / Силич М. П., Силич В. А. - 2013. 342 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5452> , дата обращения: 01.09.2020.
- Корилов А.М. Теория систем и системный анализ: учебн. пособие. – / А.М. Корилов, С.Н. Павлов. – Томск: ТУСУР, 2007.- 344 с.