



Система — это?

- Система (от греч. — целое, составленное из частей; соединение), совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определенную целостность, единство.

# Понятие сложной системы

- Система - это целостная совокупность взаимосвязанных элементов.
- Она имеет определенную структуру и взаимодействует с окружающей средой в интересах достижения поставленной цели.

# Понятие сложной системы

- **Система** есть упорядоченная совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, закономерно образующих единое целое, **обладающая свойствами, отсутствующими у элементов, ее образующих.**

- Техническая система – это создаваемый человеком на основе достижений науки и техники объект, обладающий структурной и функциональной организацией.

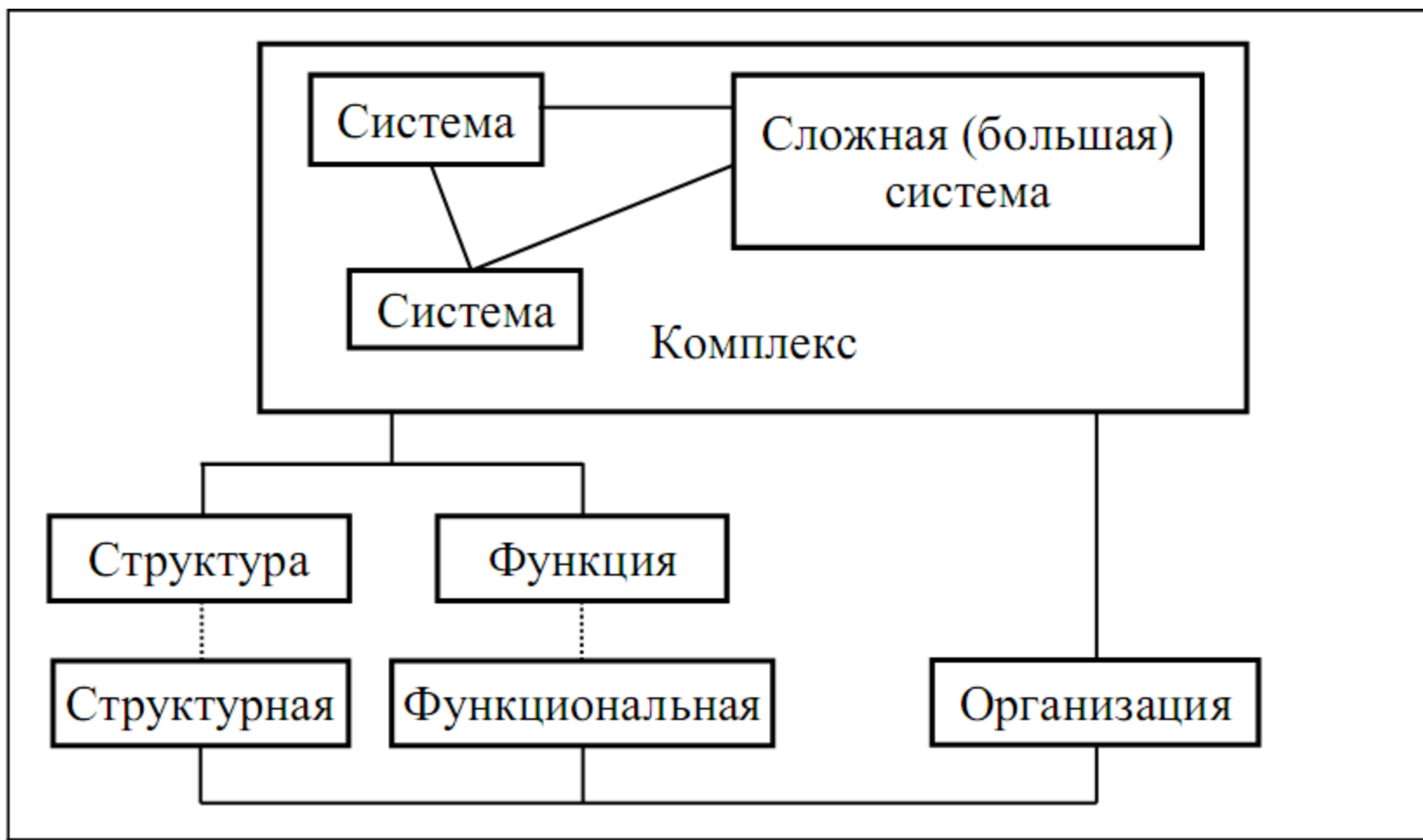
# Теория систем

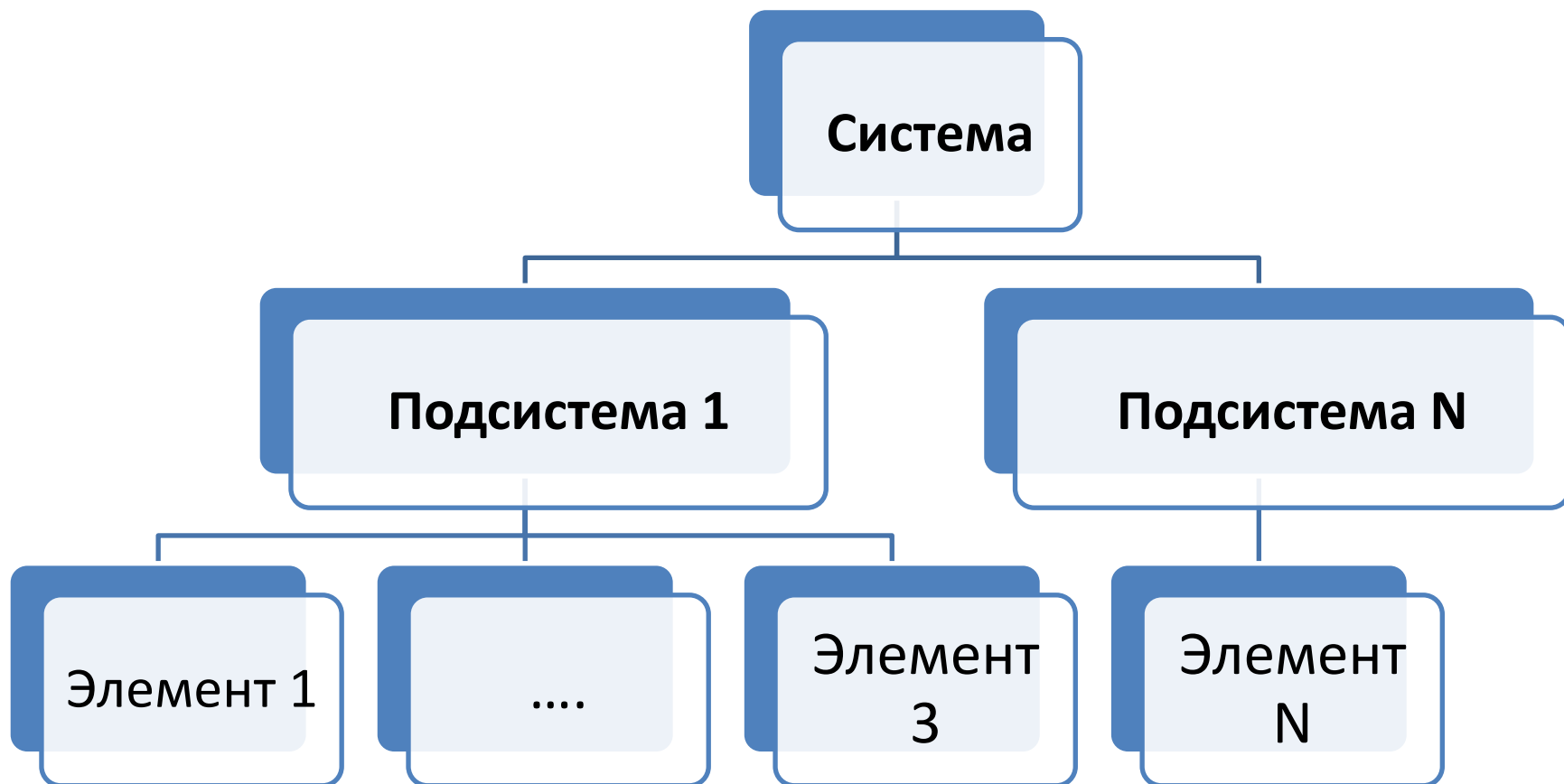


Сложная система –  
это?

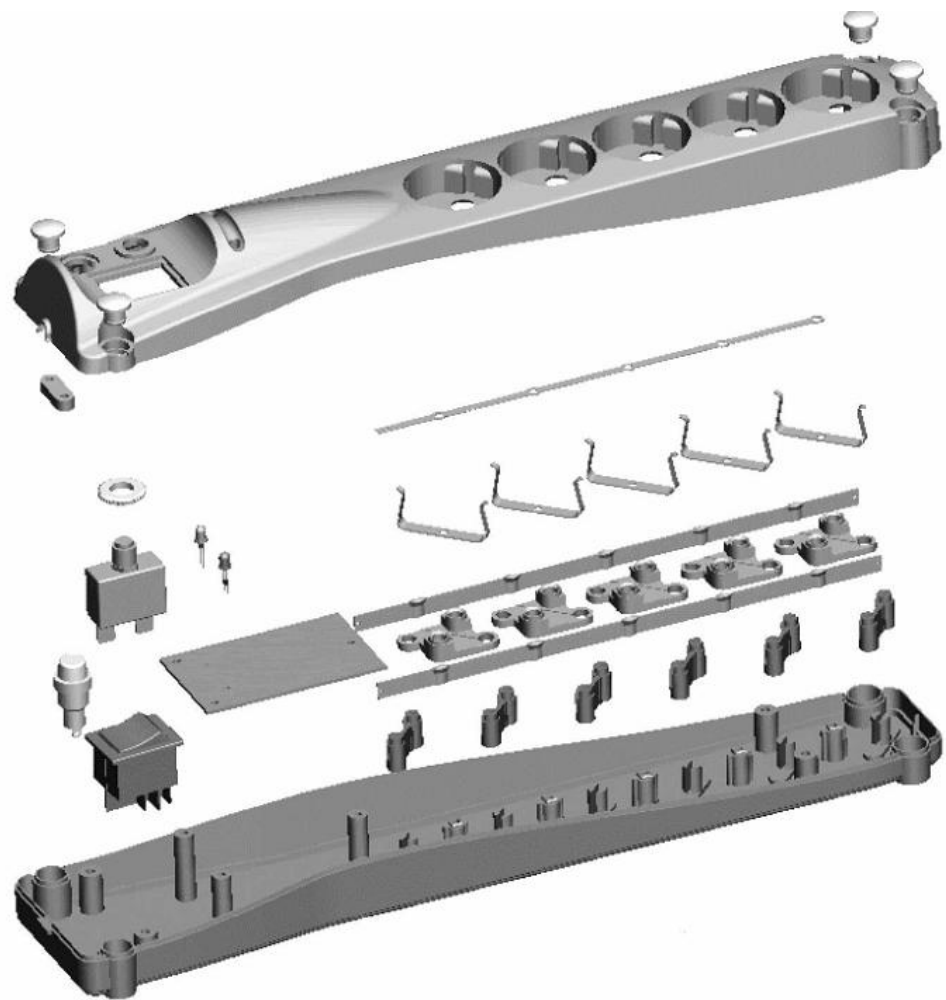
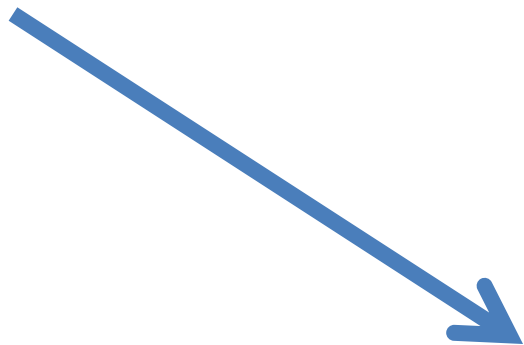
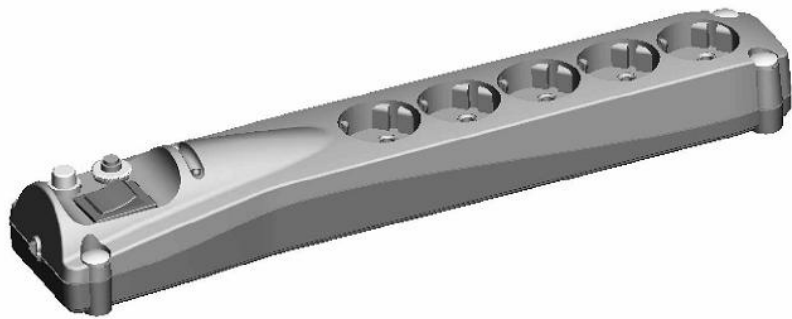


- Сложная (большая) система характеризуется **большим числом входящих в ее состав элементов и множеством связей между ними.**
- Комплекс представляет собой совокупность взаимосвязанных систем.











O'REILLY

Хаос-инжиниринг

O'REILLY

# Хаос-инжиниринг

Революция в разработке  
устойчивых систем



Кейси Розенталь  
Нора Джонс



Хаос-инжиниринг родился по необходимости в **сложной распределенной вычислительной системе**. В нем учтены особенности эксплуатации сложных систем, в частности присущая таким системам **нелинейность**, что делает их непредсказуемыми и, в свою очередь, приводит к нежелательным результатам.

# 1.1. РАЗМЫШЛЕНИЯ О СЛОЖНОСТИ

Прежде чем вы сможете решить, имеет ли смысл хаос-инжиниринг для вашей системы, вам необходимо понять, где провести черту между простым и сложным. Один из способов охарактеризовать систему состоит в описании того, каким образом изменения во входных данных системы соответствуют изменениям в выходных данных. Простые системы часто называют линейными. Изменение на входе линейной системы производит пропорциональное изменение на выходе системы. Многие природные явления представляют собой линейные системы. Чем сильнее вы бросаете мяч, тем дальше он летит.

Нелинейные системы имеют выход, который может сильно меняться в зависимости от изменений в составных частях. Эффект кнута – пример системного явления<sup>1</sup>, которое наглядно иллюстрирует нелинейность: легкое движение запястья (небольшое изменение на входе системы) приводит к тому, что дальний конец кнута разгоняется быстрее скорости звука и издает характерный громкий хлопок, которым известны кнуты (большое изменение на выходе системы).



Мы можем дать менее техническое, но интуитивно более понятное определение сложности. Простая система – это система, в которой человек может понять все части, то, как они работают и как вносят вклад в результат. Сложная система, напротив, имеет так много связанных частей, или части меняются так быстро, что ни один человек не способен держать ее в уме. Взгляните на табл. 1.1.

**Таблица 1.1 Простые и сложные системы**

Простые системы	Сложные системы
Линейные	Нелинейные
Предсказуемый выход	Непредсказуемое поведение
Понятные	Невозможно построить полную ментальную модель

# Понятие сложной системы

Известны различные попытки определить понятие сложной системы:

- в сложной системе обмен информацией происходит на семантическом, смысловом уровне, а в простых системах все информационные связи происходят на синтаксическом уровне;
- в простых системах процесс управления основан на целевых критериях. Для сложных систем характерна возможность поведения, основанного не на заданной структуре целей, а на системе ценностей;
- для простых систем характерно детерминированное поведение, для сложных - вероятностное;
- сложной является самоорганизующаяся система, т. е. система, развивающаяся в направлении уменьшения энтропии без вмешательства систем более высокого уровня;
- сложными являются только системы живой природы.

# Понятие сложной системы

Обобщение многочисленных подходов позволяет выделить несколько основных концепций простоты (сложности) систем. К ним относятся:

- **логическая концепция простоты (сложности)** систем. Здесь определяются меры некоторых свойств отношений, которые считаются упрощающими или усложняющими;
- **теоретико-информационная концепция**, предполагающая отождествление энтропии с мерой сложности систем;
- **алгоритмическая концепция**, согласно которой сложность определяется характеристиками алгоритма, необходимого для реконструкции исследуемого объекта;
- **теоретико-множественная концепция**. Здесь сложность увязана с мощностью множества элементов, из которых состоит изучаемый объект;
- **статистическая концепция**, связывающая сложность с вероятностью состояния системы.

# Элементы и связи

- Под элементом принято понимать простейшую неделимую часть системы.
- Структура системы включает в себя ее элементы, связи между ними и атрибуты этих связей.

# Элементы и связи

Понятие "связь" выражает необходимые и достаточные отношения между элементами.

Атрибутами связи являются:

- направленность;
- сила;
- характер.

# Элементы и связи

По направленности различают связи:

- направленные;
- ненаправленные.

Направленные связи, в свою очередь, разделяют на:

- прямые;
- обратные.

# Элементы и связи

По характеру связи делятся на:

- связи подчинения;
- связи порождения.

Связи подчинения можно разделить на:

- линейные;
- функциональные.

Связи порождения характеризуют причинно-следственные отношения.

# Свойства систем

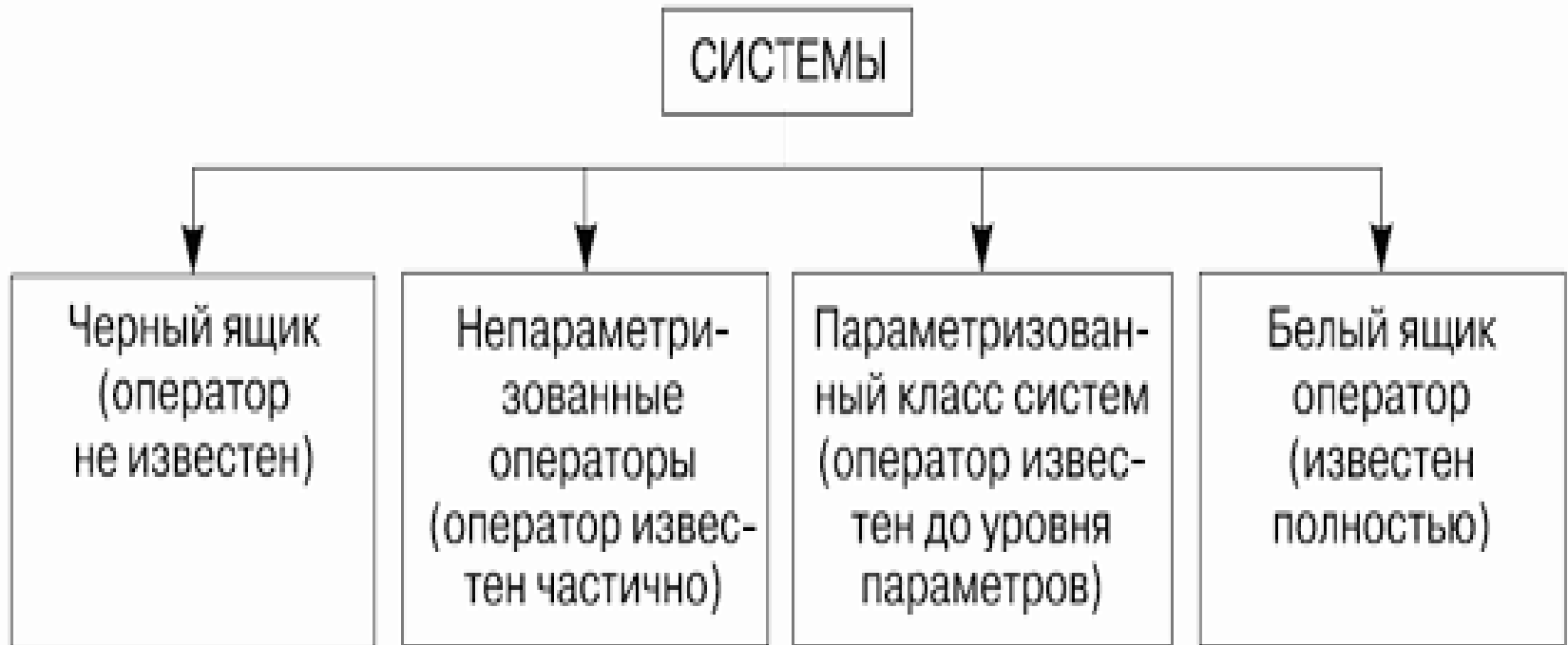
- Устойчивость - способность системы приходить в равновесное состояние после воздействия внутренних и внешних (окружающей среды) возмущений.
- Структурная и функциональная устойчивость - способность системы сохранять свои параметры в определенной области значений, позволяющей ей поддерживать качественную определенность, в том числе состава, связей и поведения.

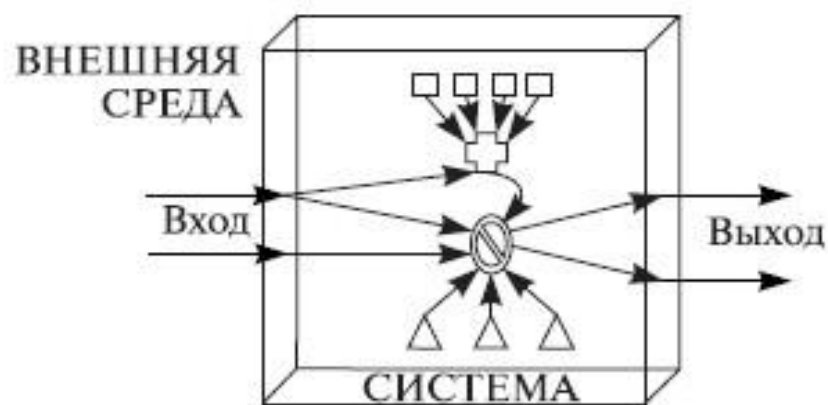


# Свойства систем

- **Гибкость** - способность системы, подвергнутой определенному воздействию, нормативно или адаптивно изменять свое состояние и (или) поведение в пределах, обусловленных критическими значениями параметров системы.
- Гибкость - понятие близко по смыслу понятию "управляемость" .

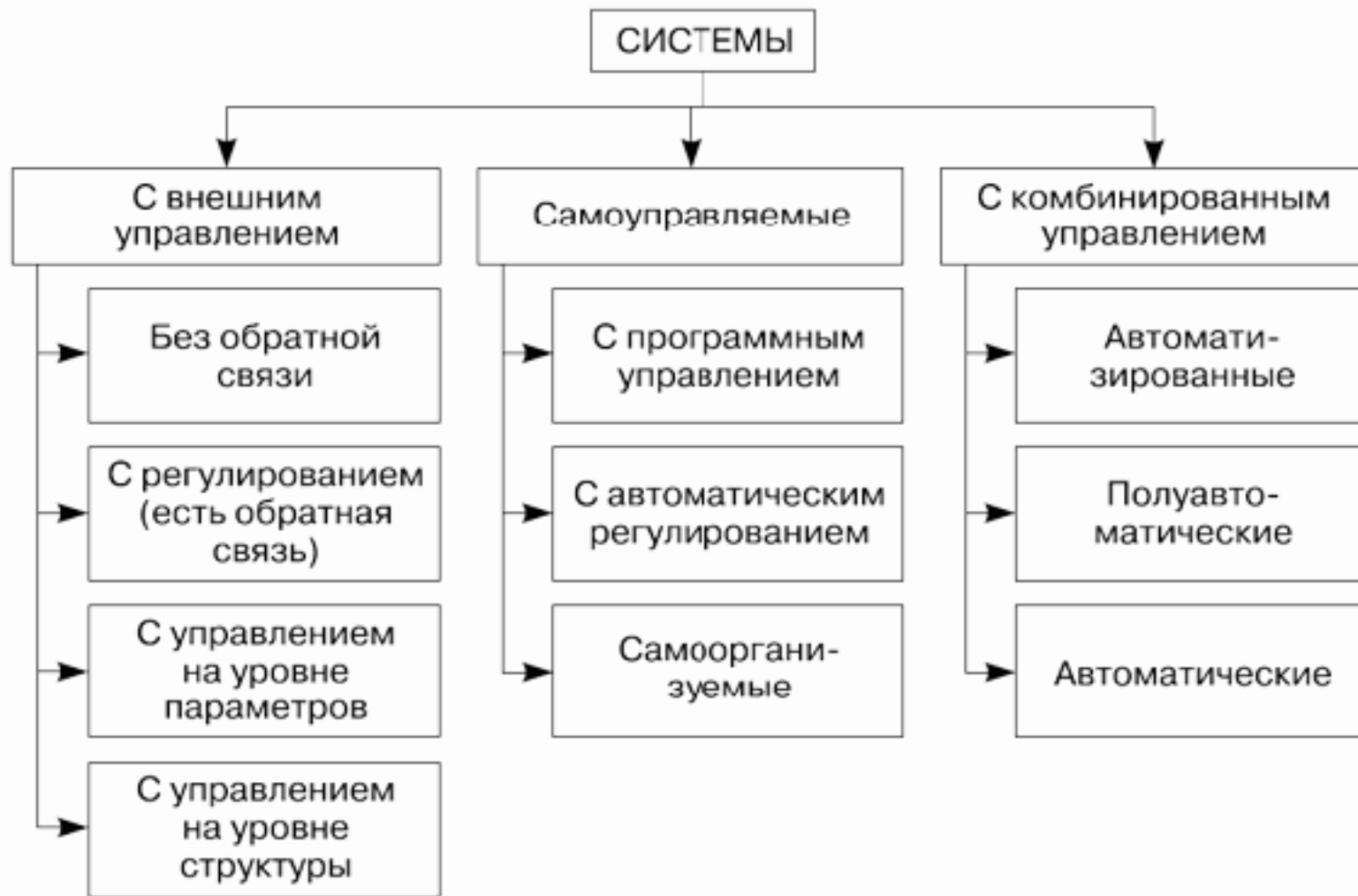
# Классификация систем по типу операторов





- — связь системы с внешней средой (на входе и выходе);  
 □    △ — элементы системы;  
 ————— — подсистемы;  
 ⊕    ⊗ — внутренние связи системы.

# Классификация систем по способу управления



# Классификация систем по В.Н. Спицнаделю



# Робототехнические системы

## Классификация РТС

### Промышленные РТС

#### Технологические



#### Вспомогательные



### Сервисные РТС

#### Медицинские и реабилитационные



#### Логистические



#### Инспекционные и охранные



#### Очистные и уборочные



#### Бытовые



#### Индустрия развлечений



### РТС для экстремальных условий

#### Военного назначения



#### Специального назначения



#### Космические



#### Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций



#### Для атомной промышленности



#### Подводные



# ТЗ на проектирование робототехнических систем

- ТЗ на конструкцию манипулятора,
- ТЗ на конструкцию системы передвижения,
- ТЗ на приводы, ТЗ на рабочие органы,
- ТЗ на аппаратуру управления,
- ТЗ на сенсорную аппаратуру, ТЗ на специальное ПО,
- ТЗ на системное ПО,
- ТЗ на робот,
- ТЗ на околороботную оснастку, изменение смежного оборудования и объектов манипулирования,
- ТЗ на систему управления,
- ТЗ на программное обеспечение (ПО),
- ТЗ на аппаратуру управления,
- ТЗ на механическую систему.