

# Системные методы в психологии

**Тема 1.** Введение в системные методы в психологии.

**Тема 2.** Психофизиологические системные теории.

**Тема 3.** Основные направления и школы психологии с точки зрения системного подхода.

**Тема 4.** Системные методы и объекты психологии.

**Тема 5.** Основные источники системных идей в психологии: кибернетика, синергетика, математика

[ime1151@yandex.ru](mailto:ime1151@yandex.ru)

Password: 1234567

# Литература

## Основная литература

1. Асмолов А. Г. Психология личности: Принципы общепсихологического анализа: Учебник для вузов - М.: Академия; М.: Смысл, 2002. - 416 с. - ISBN 5-89357-118-5.
2. [Ломов](#) Б.Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии. - М.: Директ-Медиа,- 2008 г.- с. 1174. ISBN: 978-5-9989-0399-
3. Никандров В.В. Психология. Учебник для вузов. - М. ВОЛТЕРС КЛУБЕР- 2009 г.- 1008 с. с илл. табл- ISBN 978-5-466-00413-7
4. Системные методы в психологии [Электронный ресурс]: электронный курс: рекомендовано методсоветом ВУЗа/ В. В. Белов, В. Г. Белов, Е. В. Белова; УУИЭ. - Электрон. текстовые дан.. - СПб.: Изд-во СПбАУЭ, 2010 эл. опт. диск (CD-ROM): цв.. - Загл. с этикетки диска. - (в кор.): Б.ц.
5. Теоретическая психология: Учебное пособие для вузов: рекомендовано методсоветом по направлению/ А. В. Петровский, М. Г. Ярошевский. - М.: Академия, 2003. - 496 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 492. - ISBN 5-7695-0799-3:
6. Теории личности. Основные положения, исследования и применение: учебное пособие для вузов/ Л. А. Хьелл, Д. Дж. Зиглер. - 3-е изд.- СПб.: Питер, 2007. - 607 с.: ил.. - (Мастера психологии). - Библиогр. в конце глав. - Глоссарий: в конце глав.. - ISBN 978-5-88782-412-3.

## Дополнительная литература

1. Аллахвердов В.М. Методологическое путешествие по океану бессознательного к таинственному острову сознания: научное издание - СПб.: Речь, 2003. - 368 с. - Имен. указ.: с. 353.. - ISBN 5-9268-0203-2
2. Систематизация психических состояний: учебное пособие/ В. А. Ганзен // Психические состояния/ Сост. Л. В.Куликов. - СПб., 2000. - С. 189-195. - ISBN 5-272-00061-7. - На с. 192: Табл. 1 Классификация психических состояний человека.
3. Психические состояния: учебное пособие/ Сост. Л. В.Куликов. - СПб.; М.; Харьков: Питер, 2000. - 512 с.: ил. - (Хрестоматия по психологии). - Библиогр. : с. 494. - Предм. указ.: с. 505. - На с. 488 : Сведения об авторах. - Глоссарий : с.482. - ISBN 5-272-00061-7
4. Златопольский Д. [Интеллектуальные игры в информатике](http://ibooks.ru/reading.php?productid=18480) СПб.: БХВ-Петербург, 2010, 400 с. <http://ibooks.ru/reading.php?productid=18480>
5. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных: учебное пособие для вузов: рекомендовано методсоветом по направлению/ А. Д. Наследов. - 3-е изд., стер.. - СПб.: Речь, 2008. - 392 с. - Библиогр.: с. 389. - Приложения: с. 353.. - Англо-русский терм. словарь: с. 377.. - Предм. указ.: с. 382.. - ISBN 5-9268-0275-7:
6. Основания синергетики. Человек, конструирующий себя и свое будущее: учебное пособие/ Е. Н. Князева. - М.: КомКнига, 2006. - 232 с. - (Синергетика: от прошлого к будущему). - Библиогр.: с. 197. - Приложения : с. 167. - Глоссарий: с. 192.. - ISBN 5-484-00631-7
7. Никандров, В. В.Метод моделирования в психологии: Учебное пособие/ В. В. Никандров. - СПб.: Речь, 2003. - 55 с. - (Практикум по психодиагностике). - Библиогр.: с. 53. - ISBN 5-9268-0167-2:
8. Паронджанов В. Д. [Дружелюбные алгоритмы, понятные каждому](http://ibooks.ru/reading.php?productid=22484). М.: ДМК-Пресс, 2010, 464 с. <http://ibooks.ru/reading.php?productid=22484>
9. Пригожин И. Р. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени: Пер. с англ./ И. Р. Пригожин, И. Стенгерс. - 5-е изд., испр. - М.: Едиториал УРСС, 2003. - 240 с. - (Синергетика: от прошлого к будущему). - Именной указ.: с. 233. - Предм. указ.: с. 235.. - ISBN 5-354-00268-0
10. Подколзин А.С. [Компьютерное моделирование логических процессов. Архитектура и языки решателя задач](http://ibooks.ru/reading.php?productid=23098) М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 1024 с. <http://ibooks.ru/reading.php?productid=23098>
11. Систематизация психических состояний: учебное пособие/ В. А. Ганзен // Психические состояния/ Сост. Л. В.Куликов. - СПб., 2000. - С. 189-195. - ISBN 5-272-00061-7.

**Тема 1. Введение в системные методы в психологии.**

**Лекция 1. Основные понятия системного подхода**

**Лекция 2. Краткая история системного подхода. Эволюция понятия «система».**

**Лекция 1. Основные понятия системного подхода**

**Что такое «система»?**

**Какие системы Вы знаете?**

**Что такое «метод»?**

**Какие методы Вам известны?**

## **Система и Метод**

**Система** (от греч. systema — целое, составленное из частей; соединение; порядок, определенный планомерным, правильным расположением частей в целом, определенный взаимосвязями частей) - *это совокупность элементов и связей между ними, находящихся в отношениях друг с другом, образующих определённую целостность, единство.*

**Методология** (от греч. methodos - путь исследования или познания, logos - понятие, учение) – *система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности, а также учение об этой системе.*

# УРОВНИ МЕТОДОЛОГИИ

Методология любой науки делится на:

## 1-общенаучную методологию

(это философско-мировоззренческий подход, общий путь движения мысли к научной истине, «стиль мышления», который превалирует в научном сообществе в данной эпохе: *позитивистский*, материалистский, идеалистический, сенсуалистский, прагматический, персоналистический и др.)

## 2-специальную (частно-научную, конкретно-научную) методологию

(законы конкретной науки, ее концепции, теории, аксиомы, понятия, принципы, концептуальные положения).

## 3-специальные конкретно-научные методы.

НАЗОВИТЕ МЕТОДЫ ПСИХОЛОГИИ, ИЗВЕСТНЫЕ ВАМ?

НАЗОВИТЕ МЕТОДЫ ЛЮБОЙ ДРУГОЙ НАУКИ?

## Принцип системности работает на всех уровнях методологии!

**Методы психологии** – это путь научного исследования или способ познания психической реальности, посредством которого познается наука; это *совокупность приемов и операций* практического и теоретического освоения действительности (объекта), которая должна быть признана научным сообществом в качестве обязательной нормы, регулирующей поведение исследования.

*Так, метод наблюдения включает одну совокупность операций, а метод эксперимента – совершенно иную.*

Существуют различные классификации методов психологии, по разным основаниям (Пирьова, Дружинина, Рубинштейна и т.д.). Например, можно выделить 4 группы исследовательских методов по Б.Г. Ананьеву (по этапам исследования): организационные, эмпирические, обрабатывающие, интерпретационные.<sup>[5]</sup>

**Метод психологии конкретизируется в исследовательских методиках.**

*Методика* отвечает конкретным целям и задачам исследования, содержит в себе описание объекта и процедур изучения, способов фиксации и обработки полученных данных.

На основе определенного метода психологии может быть создано множество методик.

Например, экспериментальный метод в психологии воплощен в методиках изучения интеллекта, воли, личности и т.д.

Помимо философии методологию исследований изучает и экспериментальная психология.

# Принцип системности работает на всех уровнях методологии!

Таким образом, принцип системности в психологии важен на всех уровнях методологии науки:

- На уровне **общей методологии** (уровне философии, общей методологии наук) – это принцип системности объяснения научных фактов.
- На уровне **конкретно-научном** – это один из принципов психологической науки как таковой, а именно системно-структурный принцип.
- На уровне **методов** психологии – это конкретно-практическое воплощение в каждой

## Таким образом, системный подход в психологии – это:

- 1) *в широком смысле* – **направление методологии (принцип познания мира;** общий для всех наук и для всех отраслей психологии принцип системности), в основе которой лежит рассмотрение объекта как целостного множества элементов в совокупности отношений и связей между ними, то есть рассмотрение *объекта как системы*.
- 2) *в узком смысле* - **группа методов,** применяемых для каждой из поставленных задач. С помощью этих методов реальный объект описывается как совокупность взаимодействующих компонентов. Эти методы развиваются в рамках отдельных научных дисциплин, междисциплинарных синтезов и общенаучных концепций.

=>

понятия «системный подход», «системный метод» и даже «системный анализ» и ОТС могут выступать как синонимы.

## Первый краеугольный камень нашей дисциплины: ответ на вопрос ЧТО ТАКОЕ «СИСТЕМА»?

Л. Фон Берталанфи понимал **систему как комплекс взаимодействующих элементов**. Это, безусловно, слишком широкое определение, под которое, если постараться, можно пологнуть все в этом мире.

Современные определения понятия «система» очень разнообразны. Если обобщить, то «система» понимается на данный момент через:

- 1) *комплекс элементов, находящихся во взаимодействии*
- 2) *кибернетическое определение, выделяющее входы и выходы системы, связывающие ее с окружающей средой*
- 3) *целенаправленную активность, где цель – состояние, которое должна достичь система в процессе функционирования*
- 4) *признаки объекта, которыми он должен обладать, чтобы называться системой.*

*Какое из данных определений подходит для психологических систем?*

## Наиболее общее определение

**СИСТЕМА** - это совокупность элементов и связей между ними, находящихся в отношениях друг с другом, образующих определённую целостность, единство.

### **Виды систем по их иерархической организации**

*Подсистема* — система, являющаяся частью другой системы и способная выполнять относительно независимые функции, имеющая подцели, направленные на достижение общей цели системы. (например, «клетка – тело человека – вселенная»).

*Надсистема* — более крупная система, частью которой является рассматриваемая система.

*Привести примеры над- и под- систем!*

# Виды системного подхода

Существует несколько разновидностей системного подхода: *комплексный, структурный, целостный.*

## По мере увеличения полноты описания систем

- *Комплексный подход* предполагает наличие некой совокупности компонентов данного объекта или применяемых методов исследования. Комплексный подход изучает только сам состав элементов, а не деление системы на подсистемы, отношения между элементами или элементами и целым.
- *Структурный подход* предполагает изучение состава (подсистем) и структур объекта. При таком подходе еще нет соотнесения подсистем (частей) и системы (целого). Разделение системы на подсистемы производится не единственным способом (состав системы, отношения между ее элементами, отношения элементов и целого так же не учитываются). Динамика (развитие) структур так же не рассматривается, как правило.
- *При целостном подходе* изучаются отношения не только между частями объекта, но и между частями и целым. Декомпозиция целого на части единственная, изучается развитие системы и динамика ее структур.

## Общие задачи СП:

**Общими задачами (теории и практики) системных исследований по Ганзену являются: анализ и синтез систем.**

В процессе **анализа** система выделяется из среды, определяются ее состав и структура, вид и функции, интегральные характеристики (свойства), системообразующие факторы, взаимосвязи со средой.

В процессе **синтеза** строится модель реальной системы, повышается уровень абстрактного описания системы, определяется полнота ее состава и структур, закономерности динамики и развития.

## СЛЕДОВАТЕЛЬНО:

Определений понятия «система», а значит и «системного подхода» очень много...

Классификаций систем в науке много....

*ПОЧЕМУ ЭТО ПРОИСХОДИТ?*

Основные понятия системного подхода:  
понятие «система» и «целостность».

## ПРОБЛЕМА КЛАССИФИКАЦИИ СИСТЕМ

Джордж Клир (специалист в области глобального моделирования и системного анализа, Университет Багдада):

«системой является все, что мы хотим рассматривать как систему»

**Система** (от греч. *systema* — целое, составленное из частей; соединение; порядок, определенный планомерным, правильным расположением частей в целом, определенный взаимосвязями частей) - с греческого буквально означает "*целое, составленное из частей*" или другое значение – «*порядок, определенный планомерным, правильным расположением частей в целом, определенный взаимосвязями частей*».

**Система** - множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство.

**Из этих определений мы можем вывести существенные свойства (признаки) систем, которые являются ключевыми** (при всех нюансах, которыми различаются системы у них есть общие признаки) – т.е. то что отличает «систему» от «не-системы» или одну систему от другой.

**Состав** – множество элементов, из которых образована система. Множество можно разбивать на подмножества и элементы, поэтому выделяют макро и микро составы.

**Структура** – постоянная часть отношений, характерных для компонентов системы. Отношения определяют ограничения на сочетания элементов разных множеств или одного и того же множества. Отношения могут быть разными по виду => в одной системе может быть несколько структур.

Любая система существует в некоторой **среде**. Соответствие между средой и системой – функция системы. Может быть 1 или несколько.

Свойства системы – постоянные суммарные характеристики состава и отношений между компонентами (смотри ниже общие свойства систем).

Процесс – динамическое изменение системы во времени.

Функция – работа элемента в системе.

Состояние – положение системы относительно других её положений.

Системный эффект – такой результат специальной реорганизации элементов системы, когда целое становится больше простой суммы частей.

## Свойства систем.

### 1. Связанные с целями и функциями

- 1.1. Синергичность — однонаправленность (или целенаправленность) действий компонентов усиливает эффективность функционирования системы.
- 1.2. Приоритет интересов системы более широкого (глобального) уровня перед интересами её компонентов.
- 1.3. Эмерджентность — появление у целой системы свойств, не присущих отдельным ее элементам системы. Т.е. простая сумма элементов не равна целому.
- 1.4. Мультипликативность — и позитивные, и негативные эффекты функционирования компонентов в системе обладают свойством умножения, а не сложения.
- 1.5. Целенаправленность.
- 1.6. Альтернативность путей функционирования и развития.

### 2. Связанные со структурой и составом

- 2.1. Целостность — первичность целого по отношению к частям; появление у системы новой функции, нового качества, органично вытекающих из составляющих ее элементов, но не присущих ни одному из них, взятому изолированно.
- 2.2. Неаддитивность — принципиальная несводимость свойств системы к сумме свойств составляющих её компонентов.
- 2.3. Структурность — возможна декомпозиция системы на компоненты, установление связей между ними.
- 2.4. Иерархичность — каждый компонент системы может рассматриваться как система (подсистема) более широкой глобальной системы.

### 3. Связанные с ресурсами и особенностями взаимодействия со средой

- 3.1. Коммуникативность — существование сложной системы коммуникаций со средой в виде иерархии.
- 3.2. *Взаимодействие и взаимозависимость системы и внешней среды.*
- 3.3. *Адаптивность* — стремление к состоянию устойчивого равновесия, которое предполагает адаптацию параметров системы к изменяющимся параметрам внешней среды (однако «неустойчивость» не во всех случаях является дисфункциональной для системы, она может выступать и в качестве условия динамического развития).
- 3.4. Надёжность — функционирование системы при выходе из строя одной из её компонент, сохраняемость проектных значений параметров системы в течение запланированного периода.
- 3.5. Интерактивность

### 4. Иные

- 4.1. Интегративность — наличие системообразующих, системосохраняющих факторов.
- 4.2. *Эквифинальность* — способность системы достигать состояний, не зависящих от исходных условий и определяющихся только параметрами системы.
- 4.3. Наследственность.
- 4.4. Развитие

# Таким образом, можно выделить **ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СИСТЕМ**

Признаки системы – по ним можно распознать является ли данная структура, образование, явление, феномен, элемент системой или нет!

Общие для всех систем свойства (признаки, закономерности), по которым можно распознать, является ли данная совокупность элементов системой или нет.

## **1. Целостность.**

*Целостность* - первичность целого по отношению к частям («целое не равно сумме своих частей»), появление у системы новой функции, нового качества, органично вытекающих из составляющих ее элементов, но не присущих ни одному из них, взятому изолированно; несводимость любой системы к сумме образующих ее частей, невыводимость из какой-то части ее свойств как целого.

Целостность выражается, в свою очередь, через ряд других свойств, среди которых выделяют: *неаддитивность* (принципиальная несводимость свойств системы к сумме свойств составляющих её компонентов); *эмерджентность* (появление у целой системы свойств, не присущих отдельным ее элементам системы); *синергичность* (однонаправленность (или целенаправленность) действий компонентов, которая усиливает эффективность функционирования системы).

# Основные свойства систем любого рода

## 2. Упорядоченность.

Упорядоченность выражается через *структурность* и *иерархичность*.

Упорядоченность бывает пространственной и временной. Слишком высокая и слишком низкая упорядоченность пагубны для системы, так как мешают адаптации.

*Структурность* (от лат. *structūra* — строение) - это возможность декомпозиции системы на компоненты, установление связей между ними; способ взаимодействия элементов системы посредством определенных связей; *внутреннее устройство* чего-либо.

*Иерархичность* — каждый компонент системы может рассматриваться как система (подсистема) более широкой глобальной системы, т.е. каждый компонент системы может быть одновременно и элементом (подсистемой) данной системы и сам включать в себя другую систему (т.е. быть надсистемой).

## 3. Связь со средой.

*Среда влияет двояко*: с одной стороны, среда «питает» системы, поставляя ей **ресурсы** (психике нужна информация, иначе человек сойдет с ума; цветку – свет и минеральные вещества, иначе он не выживет). С другой стороны – среда **нарушает целостность** (равновесие) системы. Для осуществления коммуникаций со средой и поддержания состояния равновесия возникают свойства *эквифинальности* (способности системы достигать состояний, не зависящих от исходных условий и определяющихся только параметрами системы), *адаптивности* (стремления к состоянию устойчивого равновесия, которое предполагает адаптацию параметров системы к изменяющимся параметрам внешней среды) и *целенаправленности*.

## Основные свойства систем любого рода

- 4. Развитие.** Существуют альтернативные пути функционирования и развития. Развитие может заключаться в изменении структуры, функций или связей системы. Время является непременной характеристикой системы, поэтому каждая система исторична, и это такая же закономерность, как целостность, интегративность и др. Легко привести примеры становления, расцвета, упадка и даже смерти биологических и общественных систем, но для технических и организационных систем определить периоды развития довольно трудно. Основа закономерности историчности - внутренние противоречия между компонентами системы.
- 5. Множественность описания системы** с точки зрения разных наук (биологии, химии, психологии), с точки зрения разного масштаба описания (разных уровней иерархии системы: целой системы, ее подсистем, надсистем), с точки зрения разных задач. При этом объект описывается с учетом всех вышеизложенных свойств.

**Системность** - свойство объекта обладать всеми признаками системы

+ **специфические свойства (характерны для сложных технических, живых и социальных систем):**

саморегуляция (в т.ч. как один из ее видов - самоорганизация (способность менять структуру)) и целеустремленность.

## Свойства систем по А.Г. Асмолову

Историко-эволюционный подход А.Г. Асмолова рассматривает личность с точки зрения основных параметров системы:

1. *Целостность* – несводимость любой системы к сумме образующих ее частей и невыводимость из какой-либо части системы ее свойств как целого;
2. *Структурность* – связи и отношения элементов системы упорядочиваются в некоторую структуру, которая и определяет поведение системы в целом;
3. *Взаимосвязь* системы со средой, которая может иметь «закрытый» (не изменяющий среду и систему) или «открытый» (преобразующий среду и систему) характер;
4. *Иерархичность* – каждый компонент системы может рассматриваться как система, в которую входит другая система, то есть каждый компонент системы может быть одновременно и элементом (подсистемой) данной системы, и сам включать в себя другую систему;
5. *Множественность* описания – каждая система, являясь сложным объектом, в принципе не может быть сведена только к какой-то одной картине, одному отображению, что предполагает для полного описания системы сосуществования множества ее отображений.

Наряду с этими наиболее общими характеристиками любой системы А.Г. Асмолов выделяет и ряд более специфичных характеристик, например *целеустремленность* сложных технических, живых и социальных систем, их *самоорганизацию*, то есть способность менять свою собственную структуру, и т.п.

## На основе этих свойств и признаков формируют различные Классификации систем

*Классификацией называется распределение некоторой совокупности объектов на классы по наиболее существенным признакам.*

**Требования к построению классификации следующие:**

- в одной и той же классификации необходимо применять одно и то же основание;
- объем элементов классифицируемой совокупности должен равняться объему элементов всех образованных классов;
- члены классификации (образованные классы) должны взаимно исключать друг друга, то есть должны быть непересекающимися;
- подразделение на классы (для многоступенчатых классификаций) должно быть непрерывным, то есть при переходах с одного уровня иерархии на другой необходимо следующим классом для исследования брать ближайший по иерархической структуре системы.

Системы разделяются на классы по различным признакам, и в зависимости от решаемой задачи можно выбрать разные принципы классификации. При этом систему можно охарактеризовать одним или несколькими признаками.

## Существуют различные подходы к классификации систем:

- ❑ по связи элементов внутри и вне системы: целостные (связи между элементами прочнее связей между элементами и средой) и суммативные (связи между элементами одного порядка что и связи элементов и среды);
- ❑ по наличию развития системы: динамические и статические;
- ❑ по виду отображаемого объекта - технические, биологические, органические и механические и др.;
- ❑ по виду научного направления - математические, физические, химические и т. п.;
- ❑ по виду формализованного аппарата представления системы — детерминированные и стохастические;
- ❑ по типу целеустремленности - открытые и закрытые;
- ❑ по сложности структуры и поведения - простые и сложные;
- ❑ по степени организованности - хорошо организованные, плохо организованные (диффузные), самоорганизующиеся системы.
- ❑ по происхождению: искусственные, смешанные и естественные;
- ❑ по степени изученности структуры (наличию информации): "черный ящик", непараметризованный класс, параметризованный класс, "белый ящик";
- ❑ по способу управления: управляемые извне, самоуправляемые, с комбинированным управлением;
- ❑ по ресурсной обеспеченности управления: энергетические ресурсы (обычные и энергокритичные), материальные ресурсы (малые и большие), информационные ресурсы (простые и сложные).

# Основные классификации систем в науке

## по их иерархической организации

*Подсистема* — система, являющаяся частью другой системы и способная выполнять относительно независимые функции, имеющая подцели, направленные на достижение общей цели системы. (Г.М. – тело человека или лес и планета, планет и вселенная).

*Надсистема* — более крупная система, частью которой является рассматриваемая система.

## Двухуровневая классификация систем по происхождению (природной принадлежности):

*Естественные (природные)*

Неорганические; биологические; экологические и др.

*Искусственные*

Материальные; абстрактные (идеальные); абстрактно-материальные

*Смешанные*

Социо-технологические; организационно-технические; социально-экономические и др.

# Термодинамическая классификация

## Термодинамическая классификация

Системы классифицируются по характеру связей параметров системы с окружающей средой.

Закрываются системы — какой-либо обмен энергией, веществом и информацией с окружающей средой отсутствует. Для закрытых систем характерно увеличение беспорядка (второй закон термодинамики).

*замкнутые системы* — обмениваются только энергией, но не обмениваются веществом;

*изолированные системы* — любой обмен исключен.

Открытые системы — свободно обменивающиеся энергией, веществом и информацией с окружающей средой. В открытых системах могут происходить явления самоорганизации, усложнения или спонтанного возникновения порядка.

Все объекты в природе – открытые, т.е. обмениваются со средой. Эта классификация существует по субъективным показателям. Если наблюдателю удобно описывать объект как изолированную систему, то только ради упрощения.

Кроме того, выделяют термодинамические системы, диссипативные системы, динамические системы, системы управления, детерминированные и вероятностные системы, живые системы, экологические системы, банковские системы и др.

**В соответствии с требованиями классификация систем предусматривает деление их на два вида – абстрактные и материальные**

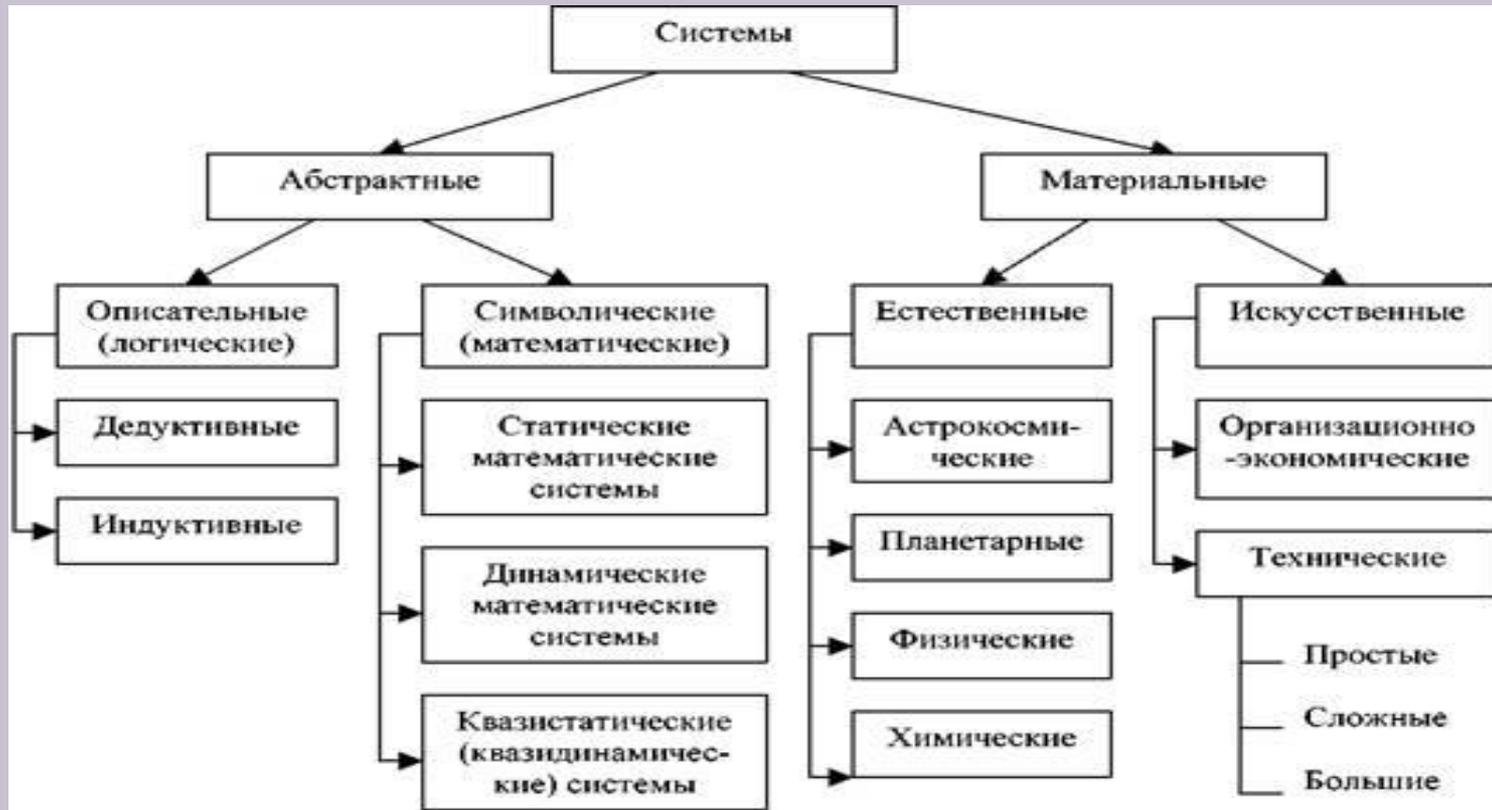


Рис. 1.7. Классификация систем

*Материальные системы* являются объектами реального времени. Среди всего многообразия материальных систем существуют *естественные и искусственные системы*.

*Естественные системы* представляют собой совокупность объектов природы, а *искусственные системы* – совокупность социально-экономических или технических объектов.

*Естественные системы*, в свою очередь, подразделяются на астрокосмические и планетарные, физические и химические.

*Искусственные системы* могут быть классифицированы по нескольким признакам, главным из которых является роль человека в системе. По этому признаку можно выделить два класса систем: *технические и организационно-экономические системы*. В основе функционирования технических систем лежат процессы, совершаемые машинами, а в основе функционирования организационно-экономических систем – процессы, совершаемые человеко-машинными комплексами.

*Абстрактные системы* – это умозрительное представление образов или моделей материальных систем, которые подразделяются на описательные (логические) и символические (математические).

*Логические системы* есть результат дедуктивного или индуктивного представления материальных систем. Их можно рассматривать как системы понятий и определений (совокупность представлений) о структуре, об основных закономерностях состояний и о динамике материальных систем.

*Символические системы* представляют собой формализацию логических систем, они подразделяются на три класса:

- статические математические системы или модели, которые можно рассматривать как описание средствами математического аппарата состояния материальных систем (уравнения состояния);
- динамические математические системы или модели, которые можно рассматривать как математическую формализацию процессов материальных (или абстрактных) систем;
- квазистатические (квазидинамические) системы, находящиеся в неустойчивом положении между статикой и динамикой, которые при одних взаимодействиях ведут себя как статические, а при других – как динамические.

## По степени организации:

**Хорошо организованные системы.** Представить анализируемый объект или процесс в виде «хорошо организованной системы» означает определить элементы системы, их взаимосвязь, правила объединения в более крупные компоненты, т. е. определить связи между всеми компонентами и целями системы, с точки зрения которых рассматривается объект или ради достижения которых создается система. Проблемная ситуация может быть описана в виде математического выражения, связывающего цель со средствами, т. е. в виде критерия эффективности, критерия функционирования системы, который может быть представлен сложным уравнением или системой уравнений. Решение задачи при представлении ее в виде хорошо организованной системы осуществляется аналитическими методами формализованного представления системы.

*Примеры хорошо организованных систем:* солнечная система, описывающая наиболее существенные закономерности движения планет вокруг Солнца; отображение атома в виде планетарной системы, состоящей из ядра и электронов; описание работы сложного электронного устройства с помощью системы уравнений, учитывающей особенности условий его работы (наличие шумов, нестабильности источников питания и т. п.).

Для отображения объекта в виде хорошо организованной системы необходимо выделять существенные и не учитывать относительно несущественные для данной цели рассматриваемой компоненты: например, при рассмотрении солнечной системы не учитывать метеориты, астероиды и другие мелкие по сравнению с планетами элементы межпланетного пространства.

Описание объекта в виде хорошо организованной системы применяется в тех случаях, когда можно предложить детерминированное описание и экспериментально доказать правомерность его применения, адекватность модели реальному процессу. Попытки применить класс хорошо организованных систем для представления сложных многокомпонентных объектов или многокритериальных задач плохо удаются: они требуют недопустимо больших затрат времени, практически нереализуемы и неадекватны применяемым моделям.

**Плохо организованные системы.** При представлении объекта в виде «плохо организованной или диффузной системы» не ставится задача определить все учитываемые компоненты, их свойства и связи между ними и целями системы. Система характеризуется некоторым набором макропараметров и закономерностями, которые находятся на основе исследования не всего объекта или класса явлений, а на основе определенной с помощью некоторых правил выборки компонентов, характеризующих исследуемый объект или процесс. На основе такого выборочного исследования получают характеристики или закономерности (статистические, экономические) и распространяют их на всю систему в целом. При этом делаются соответствующие оговорки. Например, при получении статистических закономерностей их распространяют на поведение всей системы с некоторой доверительной вероятностью.

Подход к отображению объектов в виде диффузных систем широко применяется при: описании систем массового обслуживания, определении численности штатов на предприятиях и учреждениях, исследовании документальных потоков информации в системах управления и т. д.

**Самоорганизующиеся системы.** Отображение объекта в виде самоорганизующейся системы - это подход, позволяющий исследовать наименее изученные объекты и процессы. Самоорганизующиеся системы обладают признаками диффузных систем: стохастичностью поведения, нестационарностью отдельных параметров и процессов. К этому добавляются такие признаки, как непредсказуемость поведения; способность адаптироваться к изменяющимся условиям среды, изменять структуру при взаимодействии системы со средой, сохраняя при этом свойства целостности; способность формировать возможные варианты поведения и выбирать из них наилучший и др. Иногда этот класс разбивают на подклассы, выделяя адаптивные или самоприспосабливающиеся системы, самовосстанавливающиеся, самовоспроизводящиеся и другие подклассы, соответствующие различным свойствам развивающихся систем.

*Примеры:* биологические организации, коллективное поведение людей, организация управления на уровне предприятия, отрасли, государства в целом, т. е. в тех системах, где обязательно имеется человеческий фактор.

## **Ю.И.Черняк дает следующее подразделение систем, нашедшее широкое распространение в практике системного анализа.**

*Большие системы* – это системы, не наблюдаемые одновременно с позиции одного наблюдателя либо во времени, либо в пространстве. Схема построения большой системы представлена на рис. 1.8.

Для того чтобы получить необходимые знания о большом объекте, наблюдатель последовательно рассматривает его по частям, строя его подсистемы. Далее он перемещается на более высокую ступень, на следующий уровень иерархии и, рассматривая подсистемы уже в качестве объектов, строит для них единую систему. Если совокупность подсистем оказывается снова слишком большой, чтобы можно было построить из них общую систему, то процедура повторяется, и наблюдатель переходит на следующий уровень иерархии и т.д.

Каждая из подсистем одного уровня описывается одним и тем же языком, а при переходе на следующий уровень наблюдатель использует уже метаязык, представляющий собой расширение языка первого уровня за счет средств описания свойств самого этого языка.

Если исследователь идет от наблюдения реального объекта, то большая система создается путем композиции – составления ее из малых подсистем, описываемых одним языком.

Операция, противоположная композиции, есть декомпозиция большой системы, то есть разбиение ее на подсистемы. Она осуществляется для того, чтобы извлечь новую ценную информацию из знания системы в целом, которая не может быть получена другим путем. Важным понятийным инструментом системного анализа является иерархия подсистем в большой системе. В иерархии экономических систем можно, например, выделить уровни: народное хозяйство, отрасль, подотрасль, предприятие, цех, бригада. Рассмотрение систем в иерархии дает возможность выявить новые их свойства.

Величина большой системы может быть измерена по разным критериям: по числу подсистем; по числу ступеней иерархии подсистем.

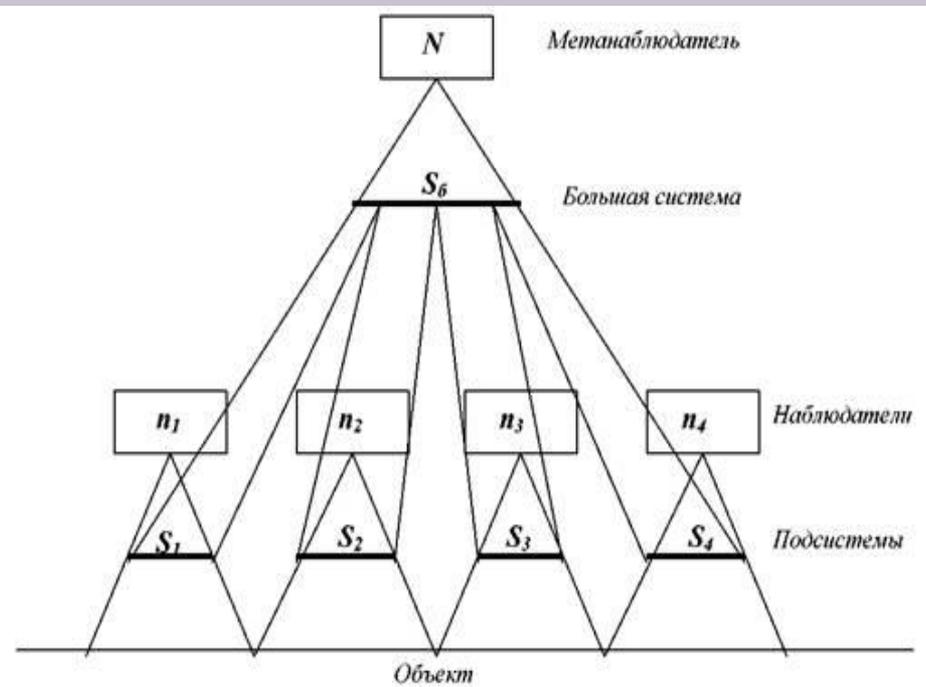


Рис. 1.8. Построение большой системы

*Сложные системы* – это системы, которые нельзя скомпоновать из некоторых подсистем. Это равноценно тому, что:

наблюдатель последовательно меняет свою позицию по отношению к объекту и наблюдает его с разных сторон;

разные наблюдатели исследуют объект с разных сторон.

*Пример 1.5. Решается задача выбора конкретного материала для промышленного изготовления ветрового стекла автомобиля. Задачу нельзя решить без того, чтобы не рассмотреть этот объект в самых разных аспектах и на разных языках: прозрачность и коэффициент преломления – язык оптики; прочность и упругость – язык физики; наличие станков и инструментов для изготовления – язык технологии; стоимость и рентабельность – язык экономики и т.д.*

Каждый из наблюдателей отбирает подмножество прозрачных материалов, удовлетворяющих его требованиям и критериям. В области пересечения подмножеств, отобранных всеми наблюдателями, метанаблюдатель отбирает единственный материал, работая в метаязыке, объединяющем понятия всех языков низшего уровня и описывающем их свойства и отношения.

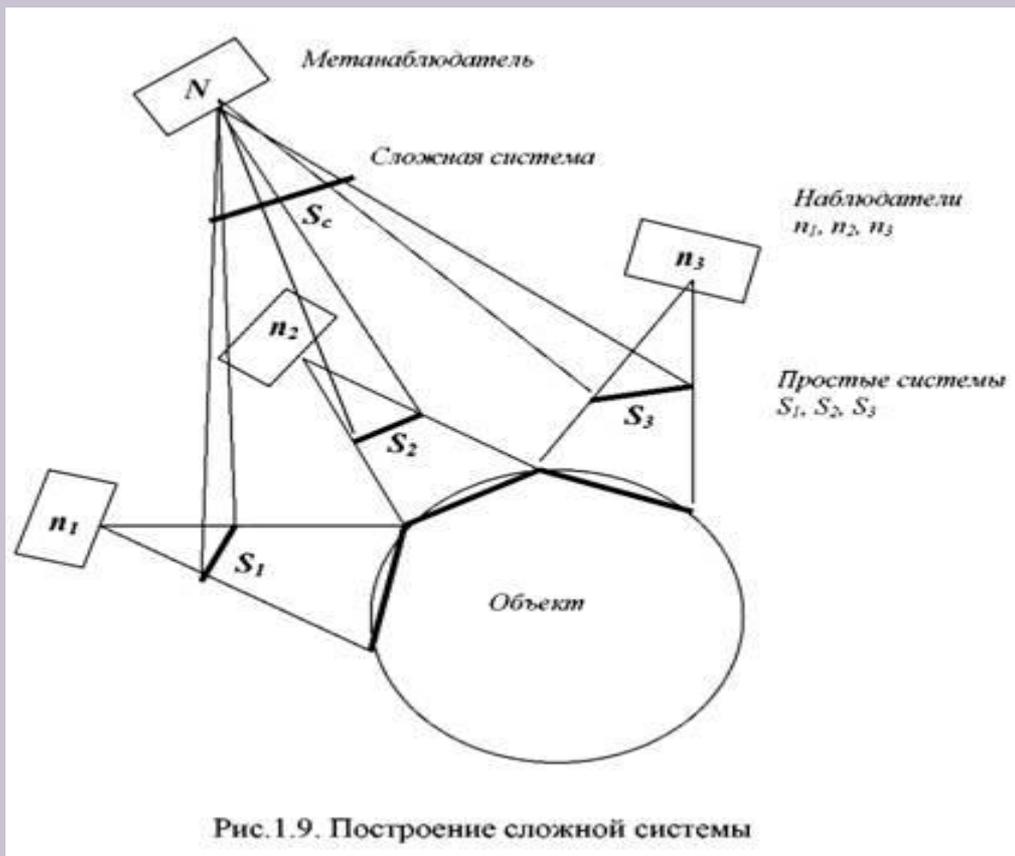
Принципиальная трудность решения задачи состоит в том, что подмножества, отобранные наблюдателями первого уровня, могут вообще не пересекаться. В таком случае метанаблюдателю придется потребовать снизить некоторым из наблюдателей свои требования и расширить подмножества потенциальных решений. В другом случае область пересечения может оказаться слишком большой, так что метанаблюдатель будет испытывать затруднения в выборе конкретного элемента. В первом случае встает вопрос: кому из наблюдателей первого уровня приказать снизить свои требования (оптику, физику, технологу, экономисту). Во втором случае – чьими требованиями и в какой степени руководствоваться в отборе конечного решения? Очевидно, что здесь не может существовать никаких строгих объективных правил отбора, а приходится прибегать к чисто человеческим процедурам социологического типа – опросу общественного мнения, выявлению мнений авторитетных экспертов в различных областях и приданию им количественных оценок. Подобные процедуры получения субъективных оценок представляют собой композицию сложной системы из комплекса моделей.

Противоположным случаем является декомпозиция сложной системы, когда критерий системы известен, но решение задачи достигается в результате решения каждой из подсистем своей собственной задачи в собственном языке. В этом случае приходится осуществлять декомпозицию критерия системы в критерии составляющих ее подсистем с одновременным переводом его в различные языки подсистем.

С измерением сложности систем дело обстоит так же, как и с измерением их величины. Системы можно соизмерять по степени сложности, используя разные аспекты самого этого понятия: путем соизмерения числа моделей сложной системы; путем сопоставления числа языков, используемых в системе; путем соизмерения числа объединений и дополнений метаязыка.

Понятие **сложности** является одним из основополагающих в системном анализе. Системный анализ есть стратегия исследования, которая принимает сложность как существенное, неотъемлемое свойство объектов и показывает, как можно извлечь ценную информацию, подходя к ней с позиции сложных систем. По мнению американского исследователя Рассела Аккофа, простота не задается в начале исследования, но если ее вообще можно найти, то она находится в результате исследования.

Процесс построения сложной системы показан на рис. 1.9.



Итак, сложная система – это система, построенная для решения многоцелевой задачи; система, отражающая разные несравнимые аспекты характеристики объекта; система, для описания которой необходимо использование нескольких языков; система, включающая взаимосвязанный комплекс разных моделей.

Очевидно, что большие и сложные системы – это фактически два способа разложения задачи на ее составляющие или, соответственно, построения различным способом модели системы. Этот способ получил такое широкое распространение, что понятия цель и критерий в некоторых областях техники и исследования операций стали считать синонимами.

Также выше на примере больших и сложных систем были рассмотрены процедуры системного анализа – композиция и декомпозиция.

## Определение большие системы. Существует ряд подходов к разделению систем по сложности

В частности, **Г. Н. Поваров** в зависимости от числа элементов, входящих в систему, выделяет четыре класса систем: малые системы ( $10 \dots 10^3$  элементов), сложные ( $10^3 \dots 10^7$  элементов), ультрасложные ( $10^7 \dots 10^{30}$  элементов), суперсистемы ( $10^{30} \dots 10^{200}$  элементов). Так как понятие элемента возникает относительно задачи и цели исследования системы, то и данное определение сложности является относительным, а не абсолютным.

**Английский кибернетик С. Бир** классифицирует все кибернетические системы на простые и сложные в зависимости от способа описания: детерминированного или теоретико-вероятностного. **А. И. Берг** определяет сложную систему как систему, которую можно описать не менее чем на двух различных математических языках (например, с помощью теории дифференциальных уравнений и алгебры Буля).

Очень часто **сложными системами** называют системы, которые нельзя корректно описать математически, либо потому, что в системе имеется очень большое число элементов, неизвестным образом связанных друг с другом, либо неизвестна природа явлений, протекающих в системе. Все это свидетельствует об отсутствии единого определения сложности системы.

При разработке сложных систем возникают проблемы, относящиеся не только к свойствам их составляющих элементов и подсистем, но также к закономерностям функционирования системы в целом. При этом появляется широкий круг специфических задач, таких, как определение общей структуры системы; организация взаимодействия между элементами и подсистемами; учет влияния внешней среды; выбор оптимальных режимов функционирования системы; оптимальное управление системой и др.

Чем сложнее система, тем большее внимание уделяется этим вопросам.

Математической базой исследования сложных систем является теория систем. В теории систем большой системой (сложной, системой большого масштаба. Large Scale Systems) называют систему, если она состоит из большого числа взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов и способна выполнять сложную функцию.

Четкой границы, отделяющей простые системы от больших, нет. Деление это условное и возникло из-за появления систем, имеющих в своем составе совокупность подсистем с наличием функциональной избыточности. Простая система может находиться только в двух состояниях: состоянии работоспособности (исправном) и состоянии отказа (неисправном). При отказе элемента простая система либо полностью прекращает выполнение своей функции, либо продолжает ее выполнение в полном объеме, если отказавший элемент резервирован. Большая система при отказе отдельных элементов и даже целых подсистем не всегда теряет работоспособность, зачастую только снижаются характеристики ее эффективности. Это свойство больших систем обусловлено их функциональной избыточностью и, в свою очередь, затрудняет формулировку понятия «отказ» системы.

**Примеры больших систем:** информационная система; пассажирский транспорт крупного города; производственный процесс; система управления полетом крупного аэродрома; энергетическая система и др.

**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.

**Между большими и сложными системами имеется много общего:** очень часто большие системы одновременно являются и сложными. Но есть и существенное различие между ними: адекватное моделирование больших систем оказывается возможным при удовлетворении высоких требований к инструментам обработки (компьютерам и программным системам), тогда как при моделировании сложных систем возникают более фундаментальные проблемы, связанные с недостатком значимой информации.

- *Динамические системы* – это постоянно изменяющиеся системы. Всякое изменение, происходящее в динамической системе, называется процессом. Его иногда определяют как преобразование входа в выход системы.
- Если у системы может быть только одно поведение, то ее называют детерминированной системой.
- *Вероятностная система* – система, поведение которой может быть предсказано с определенной степенью вероятности на основе изучения ее прошлого поведения.
- *Управляющие системы* – это системы, с помощью которых исследуются процессы управления в технических, биологических и социальных системах. Центральным понятием здесь является информация – средство воздействия на систему. Управляющая система позволяет предельно упростить трудно понимаемые процессы управления в целях решения задач исследования проектирования.
- *Целенаправленные системы* – это системы, обладающие целенаправленностью, то есть управлением системы и приведением к определенному поведению или состоянию, компенсируя внешние возмущения. Достижение цели в большинстве случаев имеет вероятностный характер.

# Всякая ли совокупность элементов есть система?

- 1) неорганизованные совокупности состоят из элементов
  - 2) эти элементы определенным образом связаны между собой
  - 3) эта связь объединяет элементы в совокупность определенной формы-структуры (куча, толпа)
  - 4) т.к. существует связь элементов, то есть и закономерности этой связи (временные или пространственные) => все совокупности = системам, материя системна...она одновременно целостна внутренне (приобретает в ходе развития) и отграничена от внешней среды => есть некий системообразующий фактор, объединяет систему!
- Естественнонаучный подход (специфика со факторов для каждой системы), например типы ковалентной, водородной, ионной связи в химии!
  - Единичный, универсальность со факторов как закономерностей, присущих всем системам, но проявляющихся по-разному на разных уровнях.