

Системный анализ как методология решения проблем

1. Сущность и назначение метода.
2. Классификация методов
3. Характеристика
4. Основные этапы проведения

Место СА в научном исследовании

Системность есть всеобщее свойство материи, форма ее существования, а значит, и неотъемлемое свойство человеческой практики, включая мышление.

Всякая деятельность может быть менее или более системной. Появление проблемы — признак недостаточной системности; решение проблемы — результат повышения системности.

Теоретическая мысль на разных уровнях абстракции отражала системность мира вообще и системность человеческого познания и практики.

На философском уровне — это диалектический материализм, на общенаучном — системология и общая теория систем, теория организации; на естественно-научном — кибернетика.

С развитием вычислительной техники возникли

Место СА в научном исследовании

В начале 80-х годов стало очевидным, что все эти теоретические и прикладные дисциплины образуют как бы единый поток, «системное движение».

Системность становится не только теоретической категорией, но и осознанным аспектом практической деятельности.

Поскольку большие и сложные системы по необходимости стали предметом изучения, управления и проектирования, потребовалось обобщение методов исследования систем и методов воздействия на них.

Возникла некая прикладная наука, являющаяся «мостом» между абстрактными теориями системности и живой системной практикой.

Сначала, в различных областях и под разными названиями, а в последующие годы сформировалась в науку, которая получила название «системный анализ».

Системный подход

Системный подход представляет собой совокупность методов и средств, позволяющих исследовать свойства, структуру и функции объектов и процессов в целом, представив их в качестве систем со сложными межэлементными взаимосвязями, взаимовлиянием самой системы на ее структурные элементы.

Системный подход заключается в рассмотрении элементов системы как взаимосвязанных и взаимодействующих для достижения глобальной цели

Основные преимущества системного подхода

- Высвечивается то общее в различных объектах и процессах, что затеняется различными деталями и трудно обнаруживается, пока не отброшены частности.
- Методы принятия решений переносятся из одних функциональных областей в другие;
- Не допускается переоценка возможностей отдельных методов при принятии решений, например, только математического моделирования в ущерб экспертным оценкам;
- Осуществляется синтез знаний из

Принципы системного подхода:

- *Единства* – совместное рассмотрение системы как единого целого и как совокупность частей;
- *Развития* – учет изменяемости системы, ее способности к развитию, накоплению информации с учетом динамики среды;
- *Глобальной цели* – ответственность за выбор глобальной цели, оптимум подсистем не является оптимумом всей системы;
- *Функциональности* – совместное рассмотрение структуры системы и функций;
- *Сочетания децентрализации и централизации*;
- *Иерархии* – учет соподчинения и ранжирования частей;

Развитие системного подхода:

Современное развитие системного подхода идет в трех направлениях:

- системология как теория систем;
- системотехника как практика;
- системный анализ как методология.

Объектами его исследования являются большие и сложные системы, которые являются одновременно открытыми (взаимодействующими с внешней средой) и в состав которых входит человеческий фактор.

Методологически системный анализ направлен на исследование причин сложности систем и их устранение.

Сущность и назначение

Курс системного анализа — типично меж- и наддисциплинарный курс, обобщающий методологию исследования сложных технических, природных и социальных систем.

В результате проявления интегративной тенденции появилась новая область научной деятельности:

системные исследования, которые направлены на решение комплексных крупномасштабных проблем большой сложности.

Сущность и назначение

Системный анализ разрабатывает системную методологию решения сложных прикладных проблем, опираясь на принципы системного подхода и общей теории систем, развивая и методологически обобщая концептуальный (идейный) и математический аппарат кибернетики, исследования операций и системотехники.

Системный анализ представляет собой новое научное направление интеграционного типа, которое разрабатывает системную методологию принятия решений и занимает важное место в структуре современных исследований.

Развитие системных



Классификация проблем по степени их структуризации

Согласно классификации, предложенной Саймоном и Ньюэллом, все множество проблем в зависимости от глубины их познания подразделяется на 3 класса:

1. **хорошо структурированные** или количественно выраженные проблемы, которые поддаются математической формализации и решаются с использованием формальных методов;
2. **неструктурированные** или качественно выраженные проблемы, которые описываются лишь на содержательном уровне и решаются с использованием неформальных процедур;
3. **слабоструктурированные** (смешанные проблемы), которые содержат количественные и качественные проблемы, причем качественные, малоизвестные и неопределенные стороны проблем имеют тенденцию доминирования.

Принципы решения неструктурированных проблем

Для решения проблем первого класса широко используются *математические методы исследования операций*.

Для решения проблем второго класса целесообразно использовать методы экспертных оценок.

Методы экспертных оценок применяются в тех случаях, когда математическая формализация проблем либо невозможна в силу их новизны и сложности, либо требует больших затрат времени и средств.

Для решения проблем третьего класса целесообразно использовать методы сист. анализа

Основные этапы и методы СА

Системный анализ представляет собой многошаговый итеративный процесс, причем исходным моментом этого процесса является формулировка проблемы в некоторой первоначальной форме.

При формулировке проблемы необходимо учитывать два противоречивых требования:

1. проблема должна формулироваться достаточно широко, чтобы ничего существенного не упустить;
2. проблема должна формулироваться т.о., чтобы она была обозримой и могла быть структурирована.

В ходе системного анализа степень структуризации проблемы повышается, т.е.

Определения

1. Система – это обособленная часть, фрагмент мира, обладающий эмерджентностью и относительной самодостаточностью.

2. Система – это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом и образующих целостность или органическое единство.

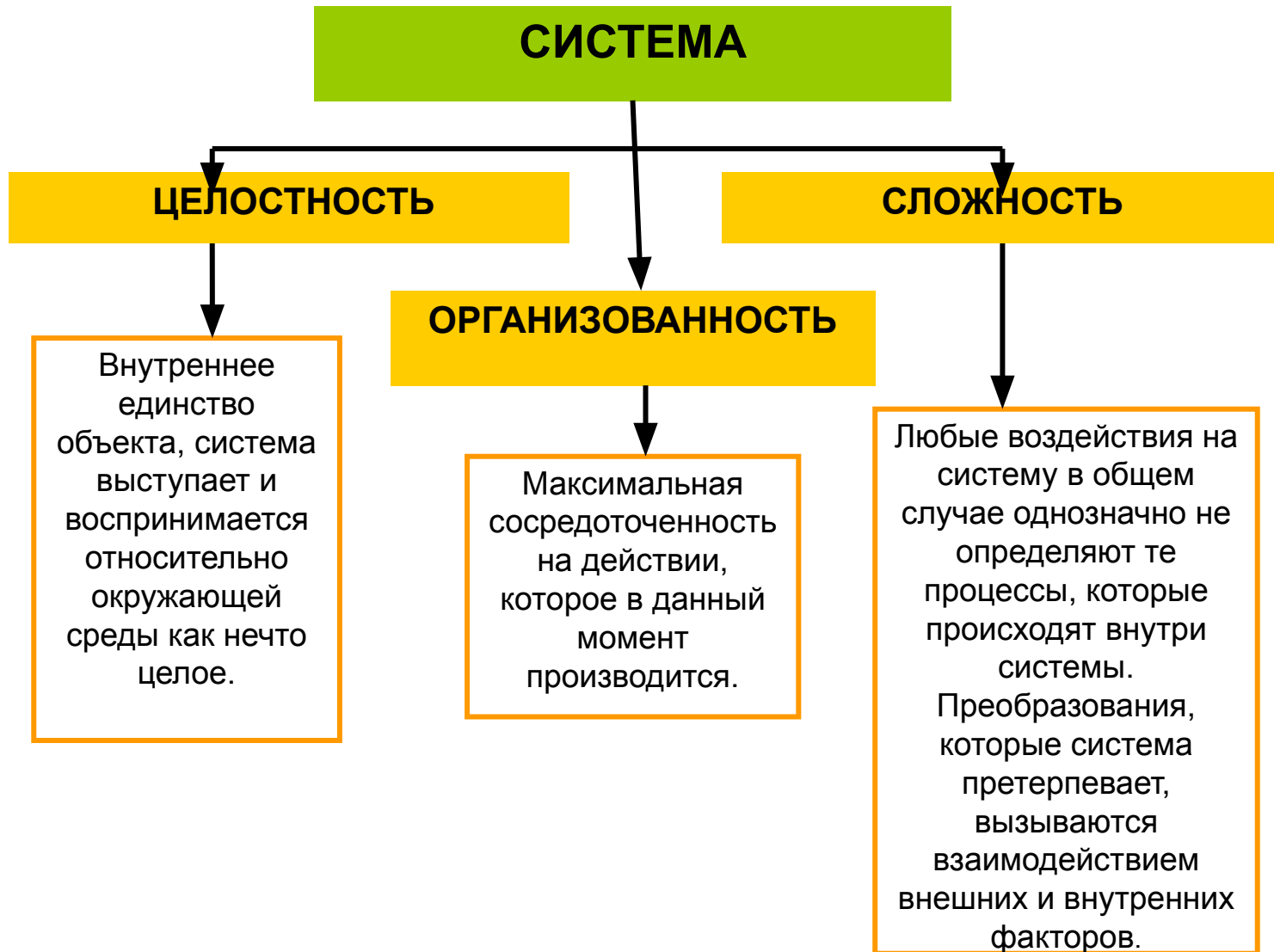
3. Система – совокупность элементов, находящихся в от-

ношениях и связях друг с другом, которая образует определенную целостность, единство.

С учетом общепринятых утверждений о том, что система – всегда целое, а целое указывает на связанность частей, при системном рассмотрении объекта прежде всего определяют его состав и внутренние связи.

Как показывают многовековые наблюдения в системном объекте наряду с элементами имеют место более крупные составляющие – **подсистемы**.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СИСТЕМЫ



Определения

Организованность, взаимосвязанность и целостность рассматривают в качестве основных свойств систем многочисленные определения, встречающиеся в современной науке.

Понятие системы - это способ найти простое в сложном в целях упрощения анализа.

Системные свойства

Эмерджентность – свойство систем, обуславливающее *появление новых свойств и качеств*, не присущих элементам, входящим в состав системы.

Целостность системы означает, что каждый элемент системы вносит вклад в реализацию целевой функции системы.

Системные свойства

Организованность – сложное свойство систем, заключающиеся в наличии структуры и функционирования (поведения).

Функциональность – это проявление определенных свойств (функций) при взаимодействии с внешней средой.

Структурность – это упорядоченность системы, определенный набор и расположение элементов со связями между ними.

Свойство роста (**развития**).

Фундаментальным свойством систем является **устойчивость**.

Надежность – свойство сохранения структуры систем.

Адаптируемость – свойство изменять поведение или структуру с целью сохранения, улучшения или приобретения новых качеств в условиях изменения внешней среды.

Определения

Подсистема – относительно самостоятельная составляющая изучаемой системы, которая, в свою очередь, рассматривается как система.

Элемент (от лат. *elementum* – первоначальное вещество) – составляющая изучаемой системы, рассматриваемая как неделимая вследствие несущественного влияния ее внутренних взаимосвязей и взаимодействий на свойства системы.

Для подсистемы и элемента используют общий термин «компонент».

Окружающая среда (далее среда) – это совокупность объектов, не вошедших в исследуемую систему, но оказывающих на нее влияние и/или подверженных влиянию со

Определения

Качество – свойство объекта, означающее его пригодность для использования по тому или другому назначению.

Отношения здесь рассматриваются в общепринятом смысле, а связь как n -арное отношение ($n \geq 2$, где n – объекты, на которых оно определено), характеризующееся наличием физического обменного канала между n объектами.

Связи классифицируют по физической природе, мощности, направленности,

Классификация связей

По физической природе различают вещественные, энергетические, информационные, а также другие, в том числе смешанные связи.

По мощности связей различают сильную и слабую связанность. Под мощностью связей обычно понимается их число.

По направленности различают направленные и ненаправленные (нейтральные) связи, а среди направленных – **прямые**, направленные от входа к выходу системы (и от начальной к конечным вершинам базовой структуры системы), и **обратные**, имеющие противоположное направление.

Определения

Целостность системного объекта имеет два смысловых аспекта:

- *обособленность* от окружающей среды;
- *определенность* строения.

Единство системного объекта имеет следующие смысловые аспекты:

- *системы и окружающей среды;*
- *компонентов системы,*
- *ее взаимоисключающих сторон.*

Определения

Для распознавания систем используются системные *признаки*, а для описания – *характеристики* систем.

Признак – свойство (или совокупность свойств), по которому осуществляют классификацию или идентификацию объектов либо определяют их состояние.

В качестве признаков системного объекта будем использовать: *членимость, связанность; целостность, единство; эмерджентность.*

Характеристика – существенное отличительное свойство объекта

Эмерджентность

Эмерджентность означает несводимость свойств/закономерностей системы к свойствам/закономерностям ее компонентов и невыводимость системных свойств/закономерностей из свойств/закономерностей компонентов.

Данный признак отличает системные объекты от несистемных, таких как стакан воды или мешок картофеля, между частями которых нет устойчивых и сильных (структурных) связей (не обладают эмерджентными свойствами).

Характеристики системы

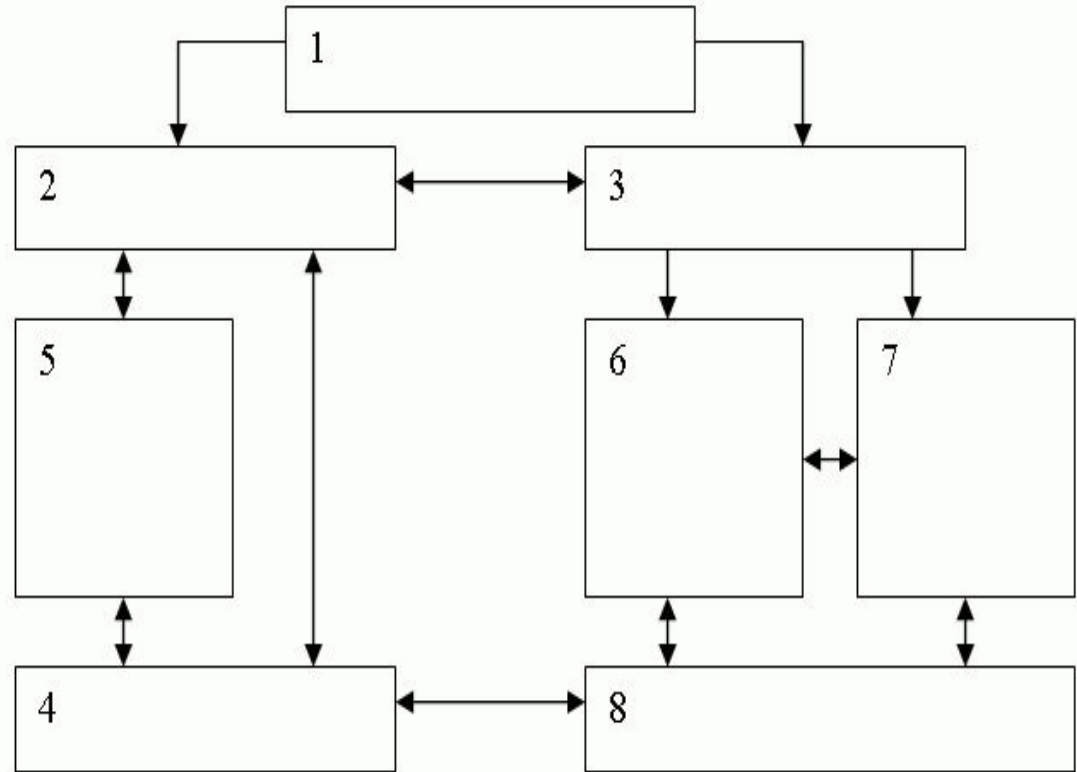
Основными характеристиками системы являются:

- *состав компонентов;*
- *структура и организация;*
- *свойства;*
- *состояние и поведение.*

Изучение, создание и изменение, а также управление любой системой (даже природной) различными лицами осуществляются по-разному в силу сложности систем, непредсказуемости их поведения и многих других факторов.

Системный анализ

1. системные исследования
2. системный подход
3. конкретные системные концепции
4. общая теория систем (метатеория)
5. диалектический материализм (философские проблемы системных исследований)
6. научные системные теории и модели (учение о биосфере земли; теория вероятностей; кибернетика и др.)
7. технические системные теории и разработки — исследование операций; системотехника, системный анализ и др.
8. частные теории системы.



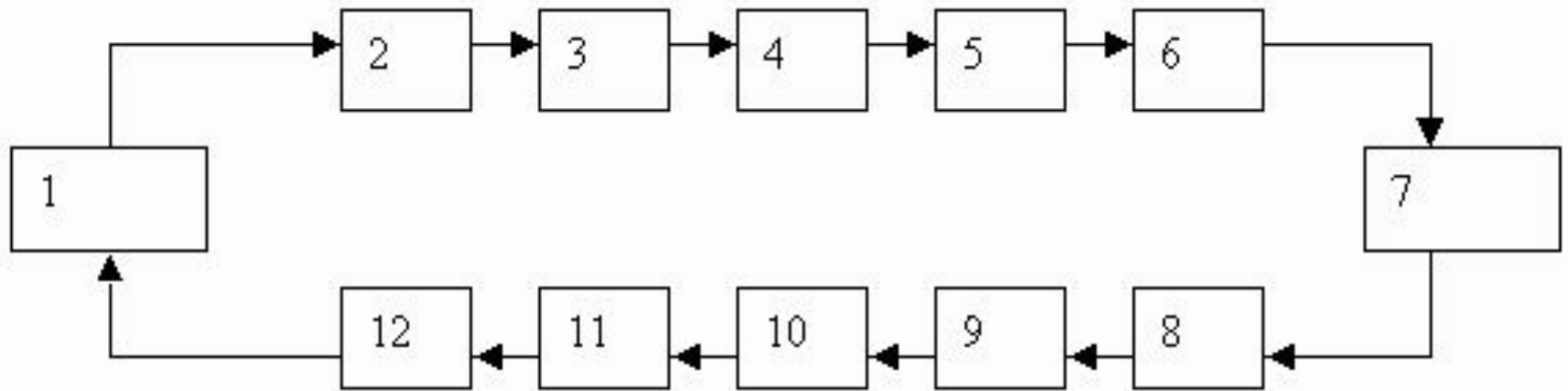
Область применения СА

Проблемы, решаемые с помощью системного анализа, имеют ряд характерных особенностей:

- принимаемое решение относится к будущему (завод, которого пока нет)
- имеется широкий диапазон альтернатив
- решения зависят от текущей неполноты технологических достижений
- принимаемые решения требуют больших вложений ресурсов и содержат элементы риска
- не полностью определены требования, относящиеся к стоимости и времени решения проблемы
- проблема внутренне сложна вследствие того, что для ее решения необходимо комбинирование различных ресурсов.

Основные положения концепции системного анализа

1. Процесс решения проблемы должен начинаться с выявления и обоснования конечной цели, которой хотят достичь в той или иной области и уже на этом основании определяются промежуточные цели и задачи.
2. К любой проблеме необходимо подходить, как к сложной системе, выявляя при этом все возможные подпроблемы и взаимосвязи, а также последствия тех или иных решений
3. В процессе решения проблемы осуществляется формирование множества альтернатив достижения цели; оценка этих альтернатив с помощью соответствующих критериев и выбор предпочтительной альтернативы.
4. Организационная структура механизма решения проблемы должна подчиняться цели или ряду целей, а не наоборот.



Один шаг системного анализа

1. постановка проблемы
2. обоснование цели
3. формирование альтернатив
4. исследование ресурса
5. построение модели
6. оценка альтернатив
7. принятие решения (выбор одного решения)
8. анализ чувствительности
9. проверка исходных данных
10. уточнение конечной цели
11. поиск новых альтернатив
12. анализ ресурсов и критериев

Основные этапы и методы СА

СА предусматривает разработку системного метода решения проблемы, т. е. логически и процедурно организованную последовательность операций, направленных на выбор предпочтительной альтернативы решения.

СА реализуется практически в несколько этапов, однако в отношении их числа и содержания пока еще нет единства, т.к. существует большое разнообразие прикладных проблем.

Основные этапы системного анализа

По Ф. Хансману ФРГ, 1978 год	По Д. Джеферсу США, 1981 год	По В.В. Дружинину СССР, 1988 год
1. Общая ориентация в проблеме (эскизная постановка проблемы)		1. Выделение проблемы
2. Выбор соответствующих критериев	1. Выбор проблемы	2. Описание
3. Формирование альтернативных решений	2. Постановка задачи и ограничение степени ее сложности	3. Установление критериев
4. Выделение существенных факторов внешней среды	3. Установление иерархии, целей и задач	4. Идеализация (предельное упрощение, попытка построения модели)

Основные этапы системного анализа

По Ф. Хансману ФРГ, 1978 год	По Д. Джеферсу США, 1981 год	По В.В. Дружинину СССР, 1988 год
5. Построение модели и ее проверка	5. Моделирование	5. Декомпозиция (разбивка и нахождение решений по частям)
6. Оценка и прогноз параметров модели	6. Оценка возможных стратегий	6. Композиция («склеивание» частей вместе)
7. Получение информации на основе модели	7. Внедрение результатов	7. Принятие наилучшего решения
8. Подготовка к выбору решения		
9. Реализация и контроль		

В научный инструментарий СА входят следующие методы:

- метод сценариев (попытка дать описание системы)
- метод дерева целей (т.е. декомпозиция до задач, которые можно решить)
- метод морфологического анализа (для изобретений)
- методы экспертных оценок
- вероятностно-статистические методы (теория МО, игр и т.д.)
- кибернетические методы (объект в виде черного ящика)
- методы Исследования Операций (скалярная opt)
- методы векторной оптимизации
- методы имитационного моделирования (например, GPSS)
- сетевые методы
- матричные методы
- методы экономического анализа и др.

Место СА в научном исследовании

В процессе СА на разных его уровнях применяются различные методы, в которых эвристика сочетается с формализацией.

СА выполняет роль методологического каркаса, объединяющего все необходимые методы, исследовательские приемы, мероприятия и ресурсы для решения проблем.

Современный системный анализ является прикладной наукой, нацеленной на выяснение причин реальных сложностей, возникших перед «обладателем проблемы» и на выработку вариантов их устранения.

Место СА в научном исследовании

Особенности современного системного анализа вытекают из самой природы сложных систем.

Имея в качестве цели ликвидацию проблемы или, как минимум, выяснение ее причин, системный анализ привлекает для этого широкий спектр средств, использует возможности различных наук и практических сфер деятельности.

Являясь по существу прикладной диалектикой, системный анализ придает большое значение методологическим аспектам любого системного исследования.

С другой стороны, прикладная направленность системного анализа приводит к использованию всех современных средств научных исследований — математики, вычислительной техники, моделирования, натуральных наблюдений и экспериментов.

Очевидные признаки системности

- структурированность системы;
- взаимосвязанность составляющих ее частей;
- подчиненность организации всей системы определенной цели.

Системность практической деятельности

Всякое наше осознанное действие преследует вполне определенную цель; во всяком действии легко увидеть его составные части, которые выполняются в определенной последовательности.

Системность познавательной деятельности

Одна из особенностей познания — наличие аналитического и синтетического образов мышления.

Суть анализа состоит в разделении целого на части, в представлении сложного в виде совокупности более простых компонент.

Но чтобы познать целое, сложное, необходим и обратный процесс — синтез.

Это относится не только к индивидуальному мышлению, но и к общечеловеческому знанию. Скажем так, расчлененность мышления на анализ и синтез и взаимосвязанность этих частей являются важнейшим признаком системности познания.

Системность нашего мышления вытекает из системности мира.

Современные научные данные и современные системные представления позволяют говорить о мире как о бесконечной иерархической системе систем, находящихся в развитии и на разных стадиях развития, на разных уровнях системной иерархии.

Области применения системного анализа



Задание 1. Провести классификацию системы с учетом основных классификационных признаков. Объект - КГТУ

Признак классификации	Класс объекта по признаку	Обоснование
По степени организованности	Хорошо организованная	Действует по установленным законам
По взаимодействию с внешней средой		
По структуре		
По характеру связи между элементами		
По характеру функций		
По характеру развития		
По степени организованности		
По сложности		