

1. Понятие системы. Причины возникновения общей теории систем

Система представляет собой определенное множество взаимосвязанных элементов, образующих устойчивое единство и целостность, обладающие интегральными свойствами и закономерностями.

Причины возникновения:

- потребность в языке междисциплинарного обмена знаниями;
- физика-химия-биология (нач. 20в.)
- экономика-социология-психология (сер. 20в.)
- экономика-биология-термодинамика (кон. 20в.)

До 20 в. в качестве междисциплинарного формализованного языка использовалась математика. Но ее средств оказалось недостаточно для эффективного переноса знаний.

2. Формальное определение системы (с помощью отношения)

Система – это множество элементов.

$\langle X, Q \rangle$ где X – множество элементов, Q – множество отношений между элементами

$\langle N, Q \rangle$ $N = \{1, 2, 3, \dots\}$ $Q = \{<, >, :, +, =, \dots\}$

Бинарное отношение на A, B – это декартово подмножество декартового произведения $A \times B$

$A \times B = \{(a, b) | a \in A, b \in B\}$

Отношение – функция, отображающая значение своих аргументов на логическое (булево) значение.

Отношения на N : $< = \{(1;2), (1;3), \dots, (2;3)\}$

$= = \{(1;1), (2;2), \dots\}$

$: = \{(1;1), (2;1), \dots\}$

n -арное отношение на A_1, \dots, A_n – это подмножество $A_1 \times \dots \times A_n$

$A_1 \times \dots \times A_n = \{(a_1, \dots, a_n) | a_i \in A_i\}$

3. Основные понятия: явления, события, поведения. Фазовое пространство системы

Явление – категория отражающая внешние свойства и отношения предмета; форма выражения сущности предмета (системы)

Событие – явление состоящее в существенном или качественном изменении состояния объекта. (например, фазовый переход – изменение агрегатного состояния вещества)

Поведение – процесс изменения состояния системы с течением времени.

Фазовое пространство – это отношение к динамическим системам

4. Методы теории систем

Системный анализ.

Цель – выяснение структуры системы

Опирается на:

- абстрактно-логические методы: индукция, дедукция, анализ, метод чёрного ящика, метод аналогий
- математические методы: корреляционный, дисперсионный, регрессионный, факторный анализ
- компьютерную имитацию часто с использованием методов исследования операций

Математическое моделирование

Цель – создание объекта, подобного исследуемой системе, для:

- проверки полноты знаний об объекте
- получения нового знания об объекте с помощью модели
- предсказания поведения объекта
- управления объектом

Синтез систем

Цель – в создании систем с заданными свойствами на основе знаний об изученных системах

Опирается на:

- расчётно-конструктивный метод
- исследование операций;
- вариационное исчисление;
- оптимальное управление;
- теорию решения изобретательских задач

Связь теории систем с другими науками

- Общая теория систем, Философия, Математика
формы представления знаний Мат. Методы, Теория формальных систем
- Экономика, инженерные науки, биология, физика, информатика
Методы исследования: Знания, подлежащие обобщению

5. История возникновения и развитие общей теории систем

1 этап: начался в глубокой древности и завершился в начале 20 века. Возникали отдельные понятия и идеи.

2 этап: сначала и до середины 20 века. Происходила теоретизация системных идей, сформировались первые системные теории.

3 этап: с середины 20 века. Системность превращается в метод научных исследований.

Слово «Система» появилось в Др. Греции 2 – 2,5 тыс. лет назад

Демокрит выдвинул идею атомного строения взаимодействия (5-4 в)

Аристотель создал первую философскую систему (4 в)

Гегель развивал идею единства

Бертран Рассел (20в) формализовал понятие структуры

Гёдель (18-19в) завершил формирование теории чисел, доказав ее неполноту

Шеннон (20в) заложил основы теории информации

6. Классификации систем

Классификацией называется разбиение на классы по наиболее существенным признакам.

По отношению ко времени:

- Статические – без учета времени (компьютерная сеть)
- Динамические – представляют объект во времени (солнечная система)

По отношению к среде:

- Закрытые – без учета взаимодействия со средой (солнечная система)
- Открытые – во взаимодействии со средой (система земледелия)

По поведению:

- Детерминированные – системы, состояние которых полностью предсказуемо (компьютер)
- Стохастические – системы, изменение в которых носит случайный характер. При случайных воздействиях данных о состоянии системы недостаточно для предсказания в последующий момент времени. (с/х предприятия)

По сложности:

- Простые – системы в которых число переменных невелико
- Сложные – системы в которых несмотря на изученность всех связей недостижимо полное знание
- Очень сложные – системы в которых не все переменные и связи поддаются изучению при современном уровне развития науки

По виду научного направления: биологические, математические, химические

По степени организованности: хорошо организованные, плохо, самоорганизующиеся

По происхождению: естественные, искусственные и др.

7. Свойства систем

Состоянием системы называется совокупность существенных свойств, которыми система обладает в каждый момент времени.

Под **свойством** понимают сторону объекта, показывающую его отличие от других объектов или сходство с ними и проявляющуюся при взаимодействии с другими объектами.

Характеристика – то, что отражает некоторое свойство системы.

Целостность – главное свойство системы, состоящее в том, что ей присущи качественно новые свойства, не обнаруживаемые у её элементов, взятых по отдельности.

Сложность – свойство систем, состоящее в резком увеличении количества возможных состояний системы с увеличением численности связей между её элементами.

Связность – свойство систем, состоящее в существовании закономерных связей между её элементами. По наличию либо отсутствию характерной для данной системы связи с другими её элементами можно судить о том, относится ли элемент к данной системе либо к её среде.

Структура – свойство системы, состоящее в закономерном изменении одних элементов под влиянием изменений, произошедших в других элементах, вследствие существования закономерных связей между элементами.

Организованность – свойство системы, проявляющееся в изменении соотношения между нарастанием сложности системы и совершенствованием её структуры. Согласно Норберту Винеру, количество информации в системе есть мера её организованности.

Разнообразие – свойство систем, состоящее в их способности по-разному реагировать на одни и те же воздействия внешней среды.

И др.

8. Динамические системы

9. Состав системы

Состав системы – сводится к полному перечню ее элементов. (земной шар и глобус)

Системы имеющие одинаковый состав нередко обладают разными свойствами, элементы систем могут иметь различную внутреннюю организацию.

В ТС есть 2 доп.характеристики: организация системы и структура. Нередко их отождествляют.

Элемент – это неразложимая единица при данном способе расчленения входящая в состав системы.

Свойство – это вхождение вещи, элемента в некоторый класс вещей, когда не образуется новый предмет, характеристика присущая вещам и явлениям, позволяющая отличать или отождествлять их. Все элементы обладают 2-мя видами свойств: элементарность, свойства природы элементов.

Элементы: по степени родства (гамогенный, гетерогенный); по времени существования (постоянный, временный); роли в системе (основная, неосновная); по характеристике воздействия (предсказуемы, непредсказуемый); и т.д.

Связь – взаимное ограничение объектов, создающее ограничение на их поведение, зависимость с/у ними, обмен м/у элементами, энергией, информацией.

Связи выполняют неско-ко функ-й: системообразующая, специфицирующая, витальная.

10. Структура системы

Структура – множество связей между переменными или элементами системы;

М.классифицировать по разным состояниям:

- По сферам существования (материальные, мысленные, идеальные) (структурная схема сборного моста, которая состоит из отдельных, собираемых на месте секций и указывает только эти секции и порядок их соединения)
- По выполняемой роли (нормативные, оптимальные, реальные, целевые)
- По размещению (внутренние (обр-ся внутр-ми связями сис-мы), внешние)
- По разнообразию (простые сложные)
- По характеру связи (с прямыми связями, с обратными, со смешанными)
- По степени изменчивости (статическая, переменная)

Древовидная структура наиболее проста для анализа и реализации. в ней всегда удобно выделять иерархические уровни – группы элементов, находящиеся на одинаковом удалении от верхнего элемента. Пример древовидной структуры – задача проектирования технического объекта от его основных характеристик (верхний уровень) через проектирование основных частей, функциональных систем, групп агрегатов, механизмов до уровня отдельных деталей.

Любая структура описывается след.основной характеристикой:

- Общим числом связей, характеризующих сложность системы
- Общим числом взаимодействий, которые определяют устойчивость системы
- Частотой связи
- Числом внутренних связей
- Числом внешних связей

Для практической деятельности очень важны 2 проблемы: описания и оптимизации структур

Часто для описания исп-ют теорию графов.

11. Цель как общесистемная категория

12. Основные этапы жизненного цикла системы

13. Кибернетические системы

Основы кибернетики заложил Н.Винер

Кибернетическая система – система, рассматриваемая с точки зрения протекающих в ней информационных процессов управления.

Энтропия системы – степень неопределенности. Чем > неопределенность, тем выше энтропия.

Управляемость – характеристика системы управления, отражающая способность управляемой подсистемы снижать энтропию управляемой подсистемы. Характеризуется долей снятой энтропии в общей энтропии управляемой подсистемы (до акта управления).

Достижимость – характеристика системы управления, отражающая способность управляющей подсистемы достичь требуемых характеристик выходного сигнала управляемой подсистемы.

Устойчивость – характеристика системы управления, отражающая способность управляющей подсистемы поддерживать характеристики выходного сигнала управляемой подсистемы, предписанные целью управления.

14. Меры информации в системе

Мера Р. Хартли. Пусть имеется N состояний системы S или N опытов с различными, равновероятными последовательными состояниями системы. Если каждое состояние системы закодировать, например, двоичными кодами определённой длины d , то эту длину необходимо выбрать так, чтобы число всех различных комбинаций было бы не меньше, чем N . Наименьшее число, при котором это возможно или мера разнообразия множества состояний системы задаётся формулой Р. Хартли: $H = k \log_a N$

Где k - коэффициент пропорциональности, a - основание рассматриваемой системы. Если измерение ведётся в экспоненциальной (натуральной) системе, то $k = 1, H = \ln N$ (нат);

если измерение ведётся в двоичной системе, то $k = \frac{1}{\ln 2}, H = \log_2 N$ (бит);

если измерение ведётся в десятичной системе, то $k = \frac{1}{\ln 10}, h = \lg N$ (бит);

Справедливо **утверждение Хартли**: если во множестве $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ выделить произвольный элемент $x_i \in X$, то для того, чтобы найти его, необходимо получить не менее $\log_a n$ (единиц) информации.

По Хартли, чтобы мера информации имела практическую ценность - она должна быть такова, чтобы информация была пропорциональна числу выборов.

Мера К.Шеннона

$$I = -\sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

Где n - число состояний системы; p_i - вероятность перехода системы в i -ое состояние, причем

$$\sum_{i=1}^n P_i = 1$$

Если все состояния равновероятны (т.е. $p_i=1/n$), то $I=\log_2 n$.

Закон Эшби. Энтропия управляемой подсистемы м.б. снята полностью лишь в том случае, если энтропия управляющей подсистемы не < энтропии управляемой подсистемы. Менее сложная система не может контролировать более сложную.

15. Закон Шенона Эшби и Виннера

16. Системный анализ – основной метод теории систем. Принципы системного анализа

Цель химического анализа: Определить состав вещества

Цель экономического анализа: Определить причины текущего состояния хозяйствующего субъекта

Цель математического анализа: Определить свойства функции

Цель системного анализа: Определить происхождение эффекта взаимодействия

Декомпозиция — метод исследования систем, состоящий в её разделении на элементы, каждый из которых обладает свойствами системы, и последующем независимом изучении каждого из этих элементов.

Из чего состоит:

- Определение декомпозиции общ. цели основ.ф-и
- Выделение системы из среды
- Описание воздействия факторов
- Описание неопределенностей
- Описание как черного ящика
- Функция компонентов декомпозиции

Анализ:

- Функционально-структурный (задание пространства)
- Морфологический
- Генетический (построение прогнозов)
- Аналоговый
- Эффективности (результат, оперативность)

17. Этапы реализации(применения) системного анализа

18. Классификация методов моделирования систем МФПС

- аналитические методы (методы мат. исследования, программирование, метод теории игр, исследование операций и др.);
- статистические методы (применяются к хорошо организованным системам, которые имеют четкие зависимости; для плохо организованных систем);
- теоретико-множественные (используются для построения баз данных информационных систем (реляционные БД));
- логические (переводят реальную систему и отношение между элементами этой системы на язык одной из алгебр логики (алгебра Буля));
- лингвистические (языки);
- семиотические методы;

- графические (строится граф взаимозависимостей элементов системы и затем анализируется (имеют количественные методы обработки графов)).

19. Классификация методов моделирования систем МАИС

Основные черты МАИС:

1. ассоциативность мышления;
 2. нестереотипность мышления (необходимо "отмахнуться" от стереотипов);
 3. нетривиальность мышления (оригинальность);
 4. раскрепощенность.
- мозговая атака (обсуждение проблемы, запись на магнитофон; оценка идей путем прослушивания записи, установление корреляционных связей между мнениями, выбор программы действий)
 - морфологический анализ;
 - метод аналогий;
 - сценарный метод (метод реализации ситуационного подхода к принятию решений. Базируется на итеративной последовательности построения сценариев с целью выбора подходящей альтернативы управления);
 - структуризация (дерево целей, графические методы, сетевые модели);
 - метод Дельфи;
 - метод решающих матриц;
 - экспертные методы.

20. Измерительные шкалы. Типы шкал

Шкала – последовательность чисел, служащая для измерения или количественной оценки каких-либо величин.

Виды:

- Шкалы номинального типа (**Самая слабая качественная шкала, по которой объектам или их неразличимым группам дается некоторый признак.**)
- Шкалы порядка (называется ранговой, если множество Φ состоит из всех монотонно возрастающих допустимых преобразований шкальных значений)
- Шкалы интервалов (содержит шкалы, единственные с точностью до множества положительных линейных допустимых преобразований вида $\phi(x) = ax + b$, где $x \in Y$ шкальные значения из области определения Y ; $a > 0$; b – любое значение.)
- Шкалы отношений (называется шкала, если Φ состоит из преобразований подобия $\phi(x) = ax$, $a > 0$, где $x \in Y$ шкальные значения из области определения Y ; $a > 0$; a – действительные числа.)
- Шкалы разностей (определяются как шкалы, единственные с точностью до преобразований сдвига)

- 21. Способы шкалирования**
- 22. Элементы теории игр. Решение матричной игры в чистых стратегиях**
- 23. Решение матричной игры в смешанных стратегиях**
- 24. Принятие решений в условиях неопределенности (игры с природой)**

Принятие решений в условиях неопределенности основано на том, что вероятности различных вариантов развития событий неизвестны. В этом случае субъект руководствуется, с одной стороны, своим рисковым предпочтением, а с другой — критерием выбора из всех альтернатив по составленной «матрице решений». Принятие решений в условиях риска основано на том, что каждой ситуации развития событий может быть задана вероятность его осуществления. Это позволяет взвесить каждое из значений эффективности и выбрать для реализации ситуацию с наименьшим уровнем риска.

25. Принятие решений в условиях риска

Классификация рисков:

- Производные – связаны с производственной деятельностью
- Комплексные – связаны с продажей
- Финансовые – определяются макроэкономикой
- Риски на уровне гос-ва

Методы оценки рисков делятся на 2 класса:

- Статические
- Экспертные

- 26. Многокритериальные задачи. Метод идеальной точки. Метод уступок**
- 27. Производственные функции**

Задачи:

- 1. Решение игр**
- 2. Критерии**
- 3. Многокритериальные задачи**
- 4. Шкалирование**