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.

1. **Формальное определение системы (с помощью отношения)**

**Система** – это множество элементов.

<X,Q> где X – множество элементов, Q – множество отношений между элементами

<N,Q> N = {1,2,3,…} Q = {“<”, ”>”, “⋮”, “x+y=z”}

Бинарное отношение на А,В – это декартово подмножество декартового произведения А×В

А×В = {(a, b)| a€A, b€B}

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

Отношения на N: “<” = {(1;2), (1;3), …, (2;3)}

“=” = {(1;1), (2;2), …}

“⋮” = {(1;1), (2;1), …}

n-арное отношение на А1,…,Аn - это подмножество А1х,…,хАn

А1х,…,хАn = {(a1,…,an)| ai €Ai}

1. **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

1. **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

1. **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

1. **Классификации систем**

**Классификацией** называется разбиение на классы по наиболее существенным признакам.

**По отношении 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.

1. **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.

1. **Динамические системы**
2. **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.

1. **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.

1. **Цель как общесистемная категория**
2. **Основные этапы жизненного цикла системы**
3. **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.

1. **Меры информации в системе**

Мера Р. Хартли. Пусть имеется N состояний системы S или N опытов с различными, равновозможными 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:

Где k - коэффициент пропорциональности, а - основание рассматриваемой системы. Если измерение ведётся в экспоненциальной (натуральной) системе, то

если измерение ведётся в двоичной системе, то

если измерение ведётся в десятичной системе, то

Справедливо ***утверждение Хартли***: если во множестве *X={x1, x2, ..., xn}* выделить произвольный элемент xi € X, то для того, чтобы найти его, необходимо получить не менее logan (единиц) информации.

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

**Мера К.Шеннона**

I= -

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

Если все состояния равновероятны (т.е. рi=1/n), то I=log2n.

**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.

1. **Закон Шенона Эшби и Виннера**
2. **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)

1. **Этапы реализации(применения) системного анализа**
2. **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 взаимозамовисимостей элементов системы и затем анализируется (имеют количественные методы обработки графов)).

1. **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.

1. **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 Ф состоит из всех монотонно возрастающих допустимых преобразований шкальных значений)
* Шкалы интервалов (содержит шкалы, единственные с точностью до множества положительных линейных допустимых преобразований вида ϕ(x) = ах + b, где х ∈ Y шкальные значения из области определения Y; а>0; b – любое значение.)
* Шкалы отношений (называется шкала, если Ф состоит из преобразований подобия ϕ(x) = ах, а>0, где х ∈ Y шкальные значения из области определения Y; а>0; а – действительные числа.)
* Шкалы разностей (определяются как шкалы, единственные с точностью до преобразований сдвига)

1. **Способы шкалирования**
2. **Элементы теории игр. Решение матричной игры в чистых стратегиях**
3. **Решение матричной игры в смешанных стратегиях**
4. **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.

1. **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

1. **Многокритериальные задачи. Метод идеальной точки. Метод уступок**
2. **Производственные функции**

**Задачи:**

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