**Теория информационных процессов и систем**

1. **Основные положения общей теории систем.**

Основоположником этого направления считается биолог Л. фон Берталанфи.

К числу задач, решаемых теорией систем, относятся:

-определение общей структуры системы;

-организация взаимодействия между подсистемами и элементами;

-учет влияния внешней среды;

-выбор оптимальной структуры системы;

-выбор оптимальных алгоритмов функционирования системы.

Теория систем как наука развивается в двух направлениях:

*-феноменологический подход* (иногда называемый причинно-следственным или терминальным).

*-разработка теории сложных целенаправленных систем*.

**Система** – целостный комплекс взаимосвязанных элементов.

В зависимости от количества учитываемых факторов и степени абстрактности определение понятия "система" можно представить в следующей символьной форме:

-Система есть нечто целое:

*S=А(1,0)*

-Система есть организованное множество:

*S=(орг, М),*

где орг - оператор организации; М - множество.

-Система есть множество вещей, свойств и отношений:

*S=({т},{n},{r}),*

где m - вещи, n - свойства, r - отношения.

-Система есть множество входов, множество выходов, множество состояний, характеризуемых оператором переходов и оператором выходов:

*S=(Х, Y, Z, H, G),*

где *Х* - входы, *Y* - выходы, *Z* - состояния, *Н* - оператор переходов, *G* - оператор выходов.

-Для организационных систем удобно в определении системы учитывать следующее:

*S=(РL, RO, RJ, EX, PR, DT, SV, RD, EF),*

где *РL* - цели и планы, *RO* - внешние ресурсы, *RJ* - внутренние ресурсы, *ЕХ* - исполнители, *PR* - процесс, *DТ* - помехи, *SV* - контроль, *RD* - управление, *ЕF* - эффект.

**Элемент** – часть системы, обладающая некоторой самостоятельностью и имеющей связи с другими частями.

**Связь** – обязательное свойство системы. Она рассматривается как способ воздействия, взаимодействия или отношения элементов между собой, обуславливающий структуру системы и ее размещение в пространстве и во времени.

Классификация связей:

-первого порядка – связи, функционально, необходимый друг другу,

-второго порядка – дополнительные связи.

-третьего порядка – избыточные и противоречивые связи.

Типы связей:

-механические

-энергетические

-информационные

-связи управления и др.

Могут быть направленными и ненаправленными, сильными и слабыми, могут иметь свой характер, быть прямыми и обратными.

**Структура** – это совокупность элементов и связей между ними. Она является внутренней основой системы, которая обеспечивает ее функционирование, отражает уровень организации системного объекта, выражает его целостность и обладает относительной самостоятельностью.

**Свойство** – сторона системы, обуславливающая различия и сходства с другими системами или элементами и проявляющаяся при взаимодействии с ними. Свойство – понятие относительное.

**Характеристика** – это то, что выражает некоторые свойства объекта, но не оценивается числом.

**Параметр** – характеристика, представленная величиной.

**Состояние системы** – существенные свойства системы в их конкретных проявлениях, которые выражаются через множества значений характеристик в данный момент времени. Переход из одного состояния в другое определяется внутренним состоянием системы и состоянием внешней среды.

**Среда** – множество объектов вне системы, которые оказывают влияние на систему, либо находятся под воздействием системы, либо и то, и другое.

**Поведение** – последовательность состояний системы, принимаемое во времени.

**Равновесие** – способность системы в отсутствие внешних возмущающих воздействий (или при постоянных воздействиях) сохранить свое состояние сколь угодно долго.

**Устойчивость** – способность системы возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена под влиянием внешних возмущающих воздействий. Состояние равновесия, в которое система способна возвращаться называют **устойчивым состоянием равновесия**.

**Объект** – это то, что существует вне нас, независимо от нашего сознания и выступает предметом познания и воздействия.

**Цель** – область состояния среды или системы, которую необходимо достичь при функционировании системы.

**Управление** – совокупность информационных воздействий для достижения поставленной цели.

1. **Закономерности систем. Закон Эшби.**

Закономерности взаимодействия части и целого помогают глубже понять диалектику части и целого в системе и формировать более адекватные модели принятия решений.

**1. Закономерность целостности**. Проявляется в системе в возникновении новых интегративных качеств, не свойственных образующим ее компонентам.

**2** стороны целостности:

-свойство системы в целом не есть простая сумма св-в составляющих ее элементов

-свойства системы зависят от свойств составляющих ее элементов

Введены два коэффициента для оценки целостности:

– оценивает степень целостности,α-

– коэффициент использования элементов.β-

**2. Закономерность интегративности**. Эту закономерность выделяют как самостоятельную, стремясь подчеркнуть интерес не к внешним факторам проявления целостности, а к более глубоким причинам формирования этого свойства и, главное — к его сохранению.

**3. Закономерность коммуникативности**. Любая система не изолирована от других систем и связана множеством коммуникаций со средой.

**4.** **Закономерность иерархичности** (иерархическая упорядоченность). Сущность этой закономерности в том, что она проявляется на каждом уровне иерархии, на каждом уровне можно выделить новое свойство, которое не может быть выведено как сумма св-в элементов

**5. Законемерность историчности**. Время является непременной характеристикой системы, поэтому каждая система исторична.

**6.** **Закономерность эквифинальности** характеризует предельные возможности систем определенного класса сложности. **Эквифинальность** – способность достигать не зависящего от времени состояния

**7.** **Закономерность целеобразования**. Зависимость представления от цели и формулировки цели от стадии познания объекта или процесса. Зависимость цели от внутренних и внешних факторов. Возможность сведения задачи формулирования к глобальной цели, к задаче структуризации цели.

**Закон необходимого разнообразия (У. Р. Эшби).**

**Закон Эшби**: чтобы создать систему, способную справиться с решением проблемы, обладающей определенным, известным разнообразием, нужно, чтобы сама система имела еще большее разнообразие, чем разнообразие решаемой проблемы, или была способна создать в себе это разнообразие. Этот закон достаточно широко применяется на практике. Он позволяет, например, получить рекомендации по совершенствованию системы управления предприятием, объединением, отраслью.

1. **Методы формализованного представления систем (МФПС, количественные).**

Данная группа методов связана с анализом вариантов, с их количественными характеристиками корректности, точности и т. п. Для постановки задачи эти методы не имеют средств, почти полностью оставляя осуществление этого этапа за человеком. При создании и эксплуатации сложных систем требуется проводить многочисленные исследования и расчёты, связанные с оценкой показателей, характеризующих различные свойства систем, выбором оптимальной структуры системы, выбором оптимальных значений её параметров.

**МФПС**:

*-****Аналитические***– методы, в которых ряд свойств многомерной и многосвязной системы или какой-либо ее части отображаются в n-мерном пространстве одной единственной n-мерной точки, совершающей какое-либо движение в n-мерном пространстве. Это отображение осуществляется либо с помощью функции f(Sx), либо посредством функционала Ф(Sx).

Данные методы применяются только в тех случаях, когда свойство системы можно отобразить с помощью детерминированных величин или зависимостей.

*-****Статистические****.* В тех случаях, когда не удается представить систему с помощью детерминированных категорий, можно применить отображение ее с помощью случайных стохастических событий или процессов, которые описываются соответствующими вероятностными (статистическими) характеристиками и статистическими закономерностями. Статистическое отображение системы в общем случае можно представить как бы в виде размытой точки или области в n-мерном пространстве, в которую переводит систему оператор. Размытую точку следует понимать как некоторую область, характеризующее движение системы, при этом границы области заданы с некоторой вероятностью, и движение точки определяется *некоторой случайной функцией.*

*-****Теоретико-множественное представление****.* Базируется на понятиях: множество, элементы множества и отношения на множествах.

*-****Логические методы****.* Логические представления переводят реальную систему и отношения в ней на язык одной из алгебр логики. Основан на применении алгебраических методов для выражения законов формальной логики.

*-****Лингвистические и символьные представления***. Лингвистические представления базируются на понятиях тезауруса (множество смысловыражающих элементов языка с заданными смысловыми отношениями), грамматики (правила образования смысловыражающих элементов разных уровней тезауруса), семантики (смысловое содержание формируемых фраз, предложений и других смысловыражающих элементов) и прагматики (смысл для заданной задачи). Лингвистические и символьные представления являются удобным аппаратом для первого этапа постепенной формализации задач принятия решений плохо формализуемых ситуаций.

-***Графические представления*** – отнесены любые графики и возникшие на основе графических отображений теории.

1. **Методы описания систем, направленные на активизацию использования опыта и интуиции специалиста (МАИС, качественные).**

**1.Методы типа “мозговой атаки”.**

Мозговая атака основана на гипотезе, что среди большого количества идей имеется по меньшей мере несколько хороших.

**Цель**: Высказать как можно большее кол-во идей, даже если в начале они кажутся абсурдными.

В процессе работы не допускается критика, не объявляются ложные и не прекращается обсуждение ни одной идеи, при обсуждении обычно стараются создать цепные реакции идей.

**2.Методы типа “сценариев”.**

Методы подготовки и согласования представлений о проблеме или анализируемом объекте, изложенные в письменном виде, называются сценарием.

Сценарий позволяет создать предварительное представление о проблеме или системе, которое не удается сразу отобразить в формальной модели

**3. Метод структуризации**

Данный метод позволяет разделить сложную проблему с большой неопределенностью на более мелкие лучше поддающиеся исследованию и анализу.

**4. “Дерево целей”**

Метод подразумевает использование иерархической структуры, получаемой путем разделения общей цели на подцели, а их, в свою очередь, на более детальные составляющие, называемые подцелями нижележащих уровней, направлениями, проблемами, а начиная с некоторого уровня функциями. Древовидные иерархические структуры используются и при исследовании и совершенствовании организационных обеспечивает их большую достоверность при прочих равных условиях.

**5. Метод экспертных оценок**

В данных методах предполагается, что мнение группы экспертов надежнее чем мнение одного отдельного эксперта и все проблемы делят на 2 класса:

- такие, в которых отношения имеют достаточное обеспечение информацией

- проблемы, в отношении которых знаний для уверенности в справедливости указанных гипотез недостаточно

**6. Метод Дельфи**

Метод предполагает полный отказ от коллективных обсуждений. Это делается для того, чтобы уменьшить влияние таких психологических факторов, как присоединение к мнению наиболее авторитетного специалиста, нежелание отказаться от публично выраженного мнения, следование за мнением большинства.

**Процедура Дельфи-метода:**

-в упрощенном виде организуется последовательность циклов мозговой атаки;

-в более сложном виде разрабатывается программа последовательных индивидуальных опросов обычно с помощью вопросников, исключая контакты между экспертами, но предусматривающая ознакомление их с мнениями друг друга между турами; вопросники от тура к туру могут уточняться;

-в наиболее развитых методиках экспертам присваиваются весовые коэффициенты значимости их мнений, вычисляемые на основе предшествующих опросов, уточняемые от тура к туру и учитываемые при получении обобщенных результатов оценок.

**7. Метод решающих матриц**

Используется в качестве метода организации сложных экспертиз как средство стратифицированного представления проблемы с большой неопределённостью на подпроблемы и пошаговое получение оценок. В начале экспертам предлагается сформулировать направление исследований, которые могут быть им полезны для создания комплекса. Экспертам необходимо определить относительные веса этих направлений. Необходимо составить план опытно-конструкторских работ для получения необходимых результатов по названным направлениям и оценить их вклад. Далее необходимо определить перечень прикладных научных исследований и их относительные веса. Далее необходимо оценить влияние фундаментальных научных исследований на прикладные. В результате оценка относительной важности сложной альтернативы сводится к последовательности оценок более частных альтернатив, что обеспечивает их большую достоверность при прочих равных условиях.

**8. Морфологические методы. (Законы Цвикки)** Основная идея морфологических методов – систематически находить все “мыслимые” варианты решения проблемы или реализации системы путем комбинирования выделенных элементов или их признаков.

Отправными точками морфологического исследования Ф. Цвикки считает:

1) равный интерес ко всем объектам морфологического моделирования;

2) ликвидацию всех ограничений и оценок до тех пор, пока не будет получена полная структура исследуемой области;

3) максимально точную формулировку поставленной проблемы.

1. **Структура информационной системы (каноническое представление).**

**Информационная система** – взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации в интересах достижения поставленной цели.

Структуру информационной системы составляет совокупность отдельных ее частей, назы­ваемых подсистемами.

**Подсистема –** это часть системы, выделенная по какому-либо признаку.

Общую структуру информационной системы можно рассматривать как совокупность подсистем независимо от сферы применения. В этом случае говорят о структурном признаке классификации, а подсистемы называют обеспечивающими. Среди обеспечивающих подсистем обычно выделяют информационное, техническое, математическое, программное, организационное и правовое обеспечение.

**Информационное обеспечение** – совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации, схем потоков, циркулирующих в организации, а также методология построения баз данных. Назначение подсистемы информационного обеспечения состоит в своевременном формиро­вании и выдаче достоверной информации для принятия управленческих решений.

***Унифицированные системы документации*** создаются на государственном республиканском, отраслевом и региональном уровнях. Главная **цель** - это обеспе­чение сопоставимости показателей различных сфер общественного производства.

***Схемы информационных потоков*** отражают маршруты движения инфор­мации и ее объемы, места возникновения первичной информации и использования резуль­татной информации.

***Методология построение баз данных*** базируется на теоретических основах их проектирования. Для понимания концепции методологии приведем основные идеи в виде двух последовательно реализуемых на практике этапов:

*1-й этап* – обследование всех функциональных подразделений фирмы.

*2-й этап* – построение концептуальной информационно-логической модели данных для обследованной на 1-м этапе сферы деятельности.

**Техническое обеспечение** – комплекс технических средств, предназна­ченных для работы информационной системы, а также соответствующая документация на эти средства и технологические процессы

*Комплекс технических средств* составляют:

* компьютеры любых моделей;
* устройства сбора, накопления, обработки, передачи и вывода информации;
* устройства передачи данных и линий связи;
* оргтехника и устройства автоматического съема информации;
* эксплуатационные материалы и др.

*Документацией* оформляются предварительный выбор технических средств, ор­ганизация их эксплуатации, технологический процесс обработки данных, технологическое оснащение. Документацию можно условно разделить на три группы:

* общесистемную, включающую государственные и отраслевые стандарты по техничес­кому обеспечению;
* специализированную, содержащую комплекс методик по всем этапам разработки тех­нического обеспечения;
* нормативно-справочную, используемую при выполнении расчетов по техническому обеспечению.

**Математическое и программное обеспечение** – совокупность математических методов, моделей, алгоритмов и программ для реализации целей и задач информационной системы, а также нормального функционирования комплекса технических средств

К средствам *математического обеспечения* относятся:

* средства моделирования процессов управления;
* типовые задачи управления;
* методы математического программирования, математической статистики, теории массового обслуживания и др.

В состав ***программного обеспечения***входят общесистемные и специальные программные продукты, а также техническая документация.

К ***общесистемному***программному обеспечению относятся комплексы про­грамм, ориентированных на пользователей и предназначенных для решения типовых задач обработки информации.

***Специальное***программное обеспечение представляет собой совокупность про­грамм, разработанных при создании конкретной информационной системы.

***Техническая документация***на разработку программных средств должна содержать описание задач, задание на алгоритмизацию, экономико-математическую модель задачи, контрольные примеры.

**Организационное обеспечение –** совокупность методов и средств, регла­ментирующих взаимодействие работников с техническими средствами и между собой в процессе разработки и эксплуатации информационной системы

Организационное обеспечение реализует следующие функции:

* анализ существующей системы управления организацией, где будет использоваться ИС, и выявление задач, подлежащих автоматизации;
* подготовку задач к решению на компьютере, включая техническое задание на проектирование ИС и технико-экономическое обоснование ее эффективности;
* разработку управленческих решений по составу и структуре организации, методологии решения задач, направленных на повышение эффективности системы управления.

**Правовое обеспечение** – совокупность правовых норм, определяющих создание, юридический статус и функционирование информационных сис­тем, регламентирующих порядок получения, преобразования и использования информации

Главной целью правового обеспечения является укрепление законности.

В состав правового обеспечения входят законы, указы, постановления государствен­ных органов власти, приказы, инструкции.

Правовое обеспечение этапов разработки информационной системы включает норма­тивные акты, связанные с договорными отношениями разработчика и заказчика и правовым регулированием отклонений от договора.

1. **Динамическое описание информационных систем.**

Функционирование сложной системы можно представить как совокупность двух функций времени: x(t) – внутреннее состояние системы; y(t) – выходной процесс системы. Обе функции зависят от u(t) – входного воздействия и от f(t) – возмущения.

Для каждого t∈T существует множество z∈Z.

Z = Z1 ×Z2 ...×Zn – множество n мерного пространства. Состояние системы z(t) – точка или вектор пространства Z с обобщенными координатами z1, z2, z3, z4 ....., zn.

U = T×Z – фазовое пространство системы.

* + 1. *Детерминированная система без последствий* – система, состояние которой z(t) зависит только от z(t0) и не зависит от z(0) ... z(t0), т.е. z(t) зависит от z(t0) и не зависит от того каким способом система попала в состояние z(t0).

Для систем без последствия ее состояние можно описать как:

, где

– множество всевозможных отрывков входящих сообщений, соответствующих интервалу (t0, t],

H – оператор переходов системы.

t∈T, t0∈T, z(t0) ∈Z, ∈.

Формальная запись отображения:

T×T×→Z.

Начальные условия .

Если =, то =

Если t0<t1<t2 и t0, t1, t2∈T, то =, так как есть сочленение отрезков и .

Оператор выходов системы G реализует отношение:

{(t, t0)} ×Z× (t, XL)T} →Y,

.

(x, y) ∈X×Y - расширенное состояние системы.

* + 1. *Детерминированные системы без последствия с входными сигналами двух классов*

Расширение понятие системы идет по трем путям:

* учет специфики воздействий;
* учет последствий;
* учет случайных факторов.

Учет специфики воздействий. Вводится понятие управляющих сигналов u∈U; u=M(t), или если сигнал u∈U описывается набором характеристик. U = U1×U2×UL.

Отличие от предыдущего случая в том, что множество моментов времени tu и tx могут не совпадать.

Вводится расширенное множество X\*= X×U, таким образом, состояние системы описывается вектором x = (x, u) = (x1, x2, .... , xn, u1, u2, .... , uL).

С учетом этого предыдущие формулы приобретают вид. Оператор переходов:

 или , что соответствует отображению

T×T××→Z.

* + 1. *Детерминированные системы с последствием.* Большой класс систем характеризуется тем, что для представления их состояния необходимо знать состояние системы на некотором множестве моментов времени.

,

, где

 – семейство всевозможных состояний системы.

* + 1. *Стохастические системы.* Системы, функционирующие под воздействием случайных факторов, называются **стохастическими**. Для их описания вводится случайный оператор: ω∈Ω - пространство элементарных событий с вероятностной мерой P(A).

Случайный оператор H1, переводящий множество X в множество Z: z = H1(x, ω), реализующий отображение множества Ω в множество {X→Z }

Оператор переходов будет представлен соответственно:

,

y(t) = G1(t, z(t), ω’’ ), где

ω0, ω’, ω’’ – выбираются из множества Ω в соответствии с вероятностями P0(A), Px(A), Py(A).

При фиксированных ω’, ω’’ - система со случайными начальными состояниями.

При фиксированных ω0, ω’’ - система со случайными переходами.

При фиксированных ω0, ω’ - система со случайными выходами.

1. **Агрегатное описание информационных систем.**

**Агрегат** - унифицированная схема, получаемая наложением дополнительных ограничений на множества состояний, сигналов и сообщений и на операторы перехода а так же выходов. t ∈ T - моменты времени; x ∈ X - входные сигналы; u ∈ U - управляющие сигналы; y ∈ Y - выходные сигналы; z ∈ Z - состояния, x(t), u(t), y(t), z(t) - функции времени.

Агрегат - объект определенный множествами T, X, U, Y, Z и операторами H и G реализующими функции z(t) и y(t). Структура операторов H и G является определяющей для понятия агрегата.

T – это фиксированное подмножество действительных чисел, множество рассматриваемых моментов времени.

U – это множество управляющих сигналов

X – множество входных сигналов

Z – множество состояний

Y – множество выходных сигналов

x(t), y(t), z(t), u(t) операторы времени

операторы H,G реализуют функцию z(t) и y(t).

Вводится пространство параметров агрегата b=(b1, b2, ...,bn) ∈ B.

Оператор выходов G реализуется как совокупность операторов G` и G``. Оператор G` выбирает очередные моменты выдачи выходных сигналов, а оператор G`` - содержание сигналов.у=G``{t, z(t),u(t),b}.

В общем случае оператор G`` является случайным оператором, т.е. t, z(t), u(t) и b ставится в соответствие множество y с функцией распределения G``. Оператор G` определяет момент выдачи следующего выходного сигнала.

**Операторы переходов агрегата**. Рассмотрим состояние агрегата z(t) и z(t+0).

Оператор V реализуется в моменты времени tn , поступления в агрегат сигналов xn(t). Оператор V1 описывает изменение состояний агрегата между моментами поступления сигналов.

z(t’n + 0) = V{ t’n, z(t’n), x(t’n), b}.

z(t) = V1(t, tn, z(t+0),b}.

Особенность описания некоторых реальных систем приводит к так называемым агрегатам с обрывающимся процессом функционирования. Для этих агрегатов характерно наличие переменной соответствующий времени оставшемуся до прекращения функционирования агрегата.

Все процессы функционирования реальных сложных систем по существу носят случайный характер, поэтому в моменты поступления входных сигналов происходит регенерация случайного процесса. То есть развитие процессов в таких системах после поступления входных сигналов не зависит от предыстории.

**Автономный агрегат** - агрегат который не может воспринимать входных и управляющих сигналов.

**Неавтономный агрегат** - общий случай.

Частные случаи агрегата:

-Кусочно-марковский агрегат - агрегат процессы в котором являются обрывающими марковскими процессами. Любой агрегат можно свести к марковскому.

-Кусочно-непрерывный агрегат - в промежутках между подачей сигналов функционирует как автономный агрегат.

-Кусочно-линейный агрегат. dzv(t)/dt = F(v)(zv).

Представление реальных систем в виде агрегатов неоднозначно, вследствие неоднозначности выбора фазовых переменных.

**Иерархические системы**

Иерархический принцип построения модели как одно из определений структурной сложности. Иерархический и составной характер построения системы.

Вертикальная соподчиняемость.

Право вмешательства. Обязательность действий вышестоящих подсистем.

**Страты** - уровни описания или обстрагирования. Система представляется комплексом моделей - технологические, информационные и т.п. со своими наборами переменных.

**Слои** - уровни сложности принемаемого решения:

1. срочное решение;

2. неопределенность или неоднозначность выбора.

Разбитие сложной проблемы на более простые: слой выбора способа действия, слой адаптации, слой самоорганизации.

**Многоэшелонные системы**. Состоят из четко выраженных подсистем, некоторые из них являются принимающими решения иерархия подсистем и принятия решений.

Декомпозиция на подсистемы - функционально-целевой принцип, декомпозиция по принципу сильных связей.

1. **Кибернетический подход к описанию систем.**

Кибернетический подход к описанию систем состоит в том, что всякое целенаправленное поведение рассматривается как управление. **Управление** – в широком, кибернетическом смысле – это обобщение приемов и методов, накопленных разными науками об управлении искусственными объектами и живыми организмами. **Язык управления** – это использование понятий “объект”, “среда”, “обратная связь”, “алгоритм”…

Под управлением будем понимать процесс организации такого целенаправленного воздействия на некоторую часть среды, называемую **объектом управления**, в результате которого удовлетворяются потребности субъекта, взаимодействующего с этим объектом.

Анализ управления заставляет выделить тройку – среду, объект и субъект, внутри которой разыгрывается процесс управления (рис). В данном случае субъект ощущает на себе воздействие среды Х и объекта Y. Если состояние среды Х он изменить не может, то состоянием объекта Y он может управлять с помощью специально организованного воздействия U, называемого управлением.

Пусть Ux\*– оптимальное поведение субъекта, минимизирующее его потребности А. Способ решения задачи, позволяющий определить Ux\*, называется **алгоритмом управления**: Ux\* = ϕ(At,X), где

ϕ – алгоритм, позволяющий синтезировать управление по состоянию среды Х и потребностей Аt. Потребности субъекта изменяются не только под влиянием среды или объекта, но и самостоятельно, отражая жизнедеятельность субъекта, что отмечается индексом t.

Процесс управления как организация целенаправленного воздействия на объект может реализовываться как на интуитивном, так и на осознанном уровне. Первый используют животные, второй – человек. Осознанное удовлетворение потребностей заставляет декомпозировать алгоритм управления и вводить промежуточную стадию – формулировку цели управления, т.е. действовать по двухэтапной схеме:

Среда

объект

субъект

X

X

Y

U

At –>Z\*–>U\*

1 2

На первом этапе определяется цель управления Z\*, причем задача решается на интуитивном уровне: Z\* = ϕ1(X,At),

где ϕ1 – алгоритм синтеза цели Z\* по потребностям Аt и состоянию среды X.

Объект

YY()

Субъект



Среда

x

x

x

y

Cy

U

На втором этапе определяется управление Ux\*, реализация которого обеспечивает достижение цели, сформированной на первой стадии, что и приводит к удовлетворению потребностей субъекта. Именно на этой стадии может быть использована вся мощь формального аппарата, с помощью которого по цели Z\* синтезируется управление: Ux\* = ϕ2(Z\*,X), где ϕ2 – алгоритм управления. Этот алгоритм и есть предмет изучения кибернетики как науки.

Таким образом, разделение процесса управления на два этапа отражает известные стороны науки – неформальный (интуитивный, экспертный) и формальный (алгоритмизуемый). Если первая пока полностью принадлежит человеку, то вторая является объектом приложения формальных подходов. Естественно, что эти различные функции выполняются разными структурными элементами. Первую функцию ϕ1, выполняет субъект, а вторую ϕ2 – управляющее устройство (УУ). На рисунке 2 показано взаимодействие этих элементов. Штриховой линией выделена система управления (СУ), выполняющая функцию реализации целей управления, формируемых субъектом.

**Управление** – целенаправленная организация того или иного процесса, протекающего в системе. В общем случае процесс управления состоит из следующих четырех элементов:

-получение информации о задачах управления (Z\*),

-получение информации о результатах управления (т.е. о поведении объекта управления) Y’;

-анализ полученной информации и выработка решения (J),

-исполнение решения (т.е. осуществление управляющих воздействий) U.

**Процесс управления** – это информационный процесс, заключающийся в сборе информации о ходе процесса, передаче ее в пункты накопления и переработки; анализе поступающей, накопленной и справочной информации; принятии решения на основе выполненного анализа; выработке соответствующего управляющего воздействия и доведении его до объекта управления. Каждая фаза процесса управления протекает во взаимодействии с окружающей средой при воздействии различного рода помех. Цели, принципы и границы управления зависят от сущности решаемой задачи.

**Система управления** – совокупность взаимодействующих между собой объекта управления и органа управления, деятельность которых направлена заданной цели управления.

В системах управления решаются четыре основные задачи управления: стабилизация, выполнение программы, слежение, оптимизация.

Прежде чем принимать решение о создании СУ, необходимо рассмотреть все его этапы, независимо от того, с помощью каких технических средств они будут реализованы. Такой алгоритмический анализ управления является основой для принятия решения о создании СУ и степени ее автоматизации. При этом анализе следует обязательно учитывать фактор сложности объекта управления:

-отсутствие математического описания системы;

-стохастичность поведения;

-негативность к управлению;

-не стационарность, дрейф характеристик;

-невоспроизводимость экспериментов (развивающаяся система все время как бы перестает быть сама собой, что предъявляет специальные требования к синтезу и коррекции модели объекта управления).

Особенности сложной системы часто приводят к тому, что цель управления таким объектом в полной мере никогда не достигается, как бы совершенно ни было управление.

1. **Виды систем (классификация).**

1. **по признаку структурированности задач**. При создании или при классификации информационных систем неизбежно возникают про­блемы, связанные с формальным – математическим и алгоритмическим описанием решае­мых задач. От степени формализации во многом зависят эффективность работы всей системы, а также уровень автоматизации, определяемый степенью участия человека при принятии решения на основе получаемой информации. Различают три типа задач, для которых создаются информационные системы:

-структурированные (формализуемые) – задача, где известны все ее элементы и взаимосвязи между ними. В структурированной задаче удается выразить ее содержание в форме математической модели, имеющей точный алгоритм решения.

-неструктурированные (неформализуемые) – задача, в которой невозможно выделить элементы и установить между ними связи. Решение неструктурированных задач из-за невозможности создания матема­тического описания и разработки алгоритма связано с большими трудностями.

-частич­но структурированные – задача, где известны лишь часть ее элементы и связей между ними. Получаемая информация анализируется че­ловеком, который будет играть определяющую роль.

Типы ИС для частично структурированных и неструктурированных задач:

-системы, создающие управленческие отчеты,

-системы, разрабатывающие альтернативные решения:

--модельные ИС предоставляют пользователю математические, статистические, финансовые и другие модели, использование которых облегчает выработку и оценку альтернатив решения,

--экспертные ИС обеспечивают оценку инициатив пользователя за счет создания экспертных систем, связанных с обработкой данных.

**2.по степени автоматизации**

-ручные;

-автоматизированные:

**3.по сфере применения**

-интегрированные системы,

-организационного управления,

-системы управления технологическими процессами,

-САПР;

**4.по характеру информации:**

-информационно-поисковые – производят ввод, систематизацию, хранение, выдачу информации по запросу пользователя без сложных преобразований данных;

-информационно-решающие – осуществляют все операции переработки информации по определенному алгоритму:

--управляющие – вырабатывают информацию, на основе которой человек принимает решение. Для этих систем характерны: тип задач расчетного характера и обработка больших объемов данных,

-советующие – вырабатывают информацию, которая принимается человеком к сведению и не превращается немедленно в серию конкретных действий. Эти системы обладают более высокой степенью интеллекта, т.к. для них характерна обработка знаний, а не данных;

-автоматические;

1. **Системный подход. Постулаты и принципы системного подхода. Этапы реализации.**

Системный подход как метод исходит из того положения, что любая организация, процесс рассматривается как сложное целое, как совокупность взаимосвязанных частей – функционирующих элементов, составляющих определенную систему. Основными свойствами любой системы являются измеримость и эффективность. При этом **измеримость** – способность системы измерять свои характеристики, а **эффективность** - возможность решить проблему с помощью данной системы.

**Системный подход** – это совокупность некоторых общих принципов, предопределяющих научную и практическую деятельность при анализе и синтезе сложных систем, которые вытекают из особенностей представления сложных объектов. При исследовании объекта создается его абстрактное представление в виде системы, цель которого - служить инструментом для описания, понимания и изменения рассматриваемого объекта.

Системный подход базируется на двух постулатах:

**Постулат 1**. Любая система может быть описана в терминах системных объектов, свойств и связей.

**Постулат 2**. Структура, функции системы и решение проблемы являются стандартными для любых систем и любых проблем.

К числу принципов системного подхода относятся принципы:

-**цели** – ориентирует на то, что, прежде всего, необходимо выявить цель (предназначение) системы

-**целостности** – предполагает, что исследуемый объект рассматривается или выделяется из совокупности объектов как нечто целое по отношению к окружающей среде, имеющее свои специфические функции и развивающееся по своим законам

-**сложности** – указывает на необходимость рассматривать объект как сложную совокупность различных элементов, находящихся в разнообразных связях между собой и со средой.

-**историзма** – требует, чтобы каждый объект рассматривался исторически с точки зрения того, как он возник и какие этапы прошел до момента исследования

-**двойственности** – предполагает, что систему необходимо рассматривать как самостоятельную систему, так и как подсистему более высокого уровня иерархии

-**всесторонности** – указывает на то, объект необходимо изучать со всех сторон

-**множественности** – утверждает, что при исследовании объекта необходимо использовать множество моделей

-**динамизма** – требует, чтобы все свойства объекта рассматривались как изменяющиеся

-**сходства** – предполагает использование ранее полученных результатов при изучении других сходных объектов

С прикладной точки зрения системный подход состоит в определенной направленности и последовательности исследования объектов, которое обычно реализуется в шесть этапов.

**1 этап. Четкое определение цели исследования объекта.**

**2 этап**. Точное и полное определение цели функционирования объекта с позиций системы более высокого уровня. Необходимо определить общие и частные цели, осуществимость, требуемые ресурсы для осуществления цели, причем все это необходимо делать взаимосвязано.

**3 этап**. Выделение и изучение структуры системы и среды. Выделение системы осуществляется разделением (точным) на две части. Основой отнесения элементов к системе и среде является характер связей между элементами. Так как внутренние связи значительно сильнее внешних, то это дает право относить элементы с внутренними связями к системе. Процесс выделения элементов и связей называется **структуризацией**.

**4 этап**. Последовательное раскрытие механизма функционирования системы.

**5 этап**. Система рассматривается на всех этапах жизненного цикла: происхождение, развитие, разрушение (гибель).

**6 этап**. Осуществляется сравнение системы с другими, в какой то степени близкими ей системами для обнаружения сходства. В случае обнаружения сходства, полученные ранее свойства переносятся или могут быть перенесены на систему и (или) наоборот.

Таким образом, системный подход к исследованию сложных объектов предполагает проведение исследования в трех взаимосвязанных аспектах: исторический анализ (генетический и прогностический); структурный анализ (анализ связей и состава); функциональный анализ (анализ внутреннего и внешнего функционирования).

1. **Методика системного анализа.**

**Системный анализ -** это методология решения крупных проблем основанная на концепции систем.

Методика системного анализа разрабатывается и применяется в тех случаях когда у лиц принимающих решение на начальном этапе нет достаточных сведений о проблемной ситуации позволяющие выбрать метод её формализованного представления, сформировать математическую модель или применить один из подходов сочетающих качественные и количественные приёмы моделирования, в таких случаях может помочь представление объекта в виде системы, организация коллективного принятия решений с привлечением специалистов различных областей знаний с использованием разных методов, как формализованного представления систем МФПС так и МАИС со сменой методов со знанием их представления.

Приёмы и методы системного анализа направлены на выдвижение альтернатив вариантов решения проблемы, выявления масштабов неопределённости по каждому варианту и сопоставление вариантов по их эффективности. Целью системного анализа является упорядочивание последовательности действий при решении крупных проблем, основываясь на системном подходе.

Системный анализ как методологи решения проблем претендует на то, чтобы выполнять роль каркаса, объединяющего все необходимые знания методы и действия для решения проблем.

Проблемой называется разница между желаемым выходом и существующим выходом. Выход является желаемым если его отсутствие создаёт угрозу существованию или развитию системы.

**Существующий выход** обеспечивается существующей системой, **желаемый выход** - желаемой системой. **Решение проблемы** есть то, что заполняет промежуток между существующей и желаемой системой.

Проблема характеризуется существующей в ней неопределённостью и условием.

Необходимо определить цели функционирования системы так как система должна быть ориентирована на достижение цели, определение целей может быть дано, только в терминах требований к системе, а требование к системе это средства фиксации однозначных утверждений определяющих цель.

**Цели**: сохранение состояния определяется как способность удерживать выход системы в предписанных пределах улучшения состояния системы, определяется как способность определить выход выше или другой в отличие от существующего состояния. Если известен хотя бы один способ решения проблемы, проблема превращается в задачу.

Обнаружение проблемы есть результат идентификации симптомов, после выявления проблемы, прогнозируется её развитие и оценка актуальности её решения.

Процесс нахождения решения проблемы, концентрируется вокруг итеративно выполняемых операций, идентификации условия, цели и её решения.

Необходимо так же произвести редуцирование, т.е. уменьшение числа переменных на основе анализа чувствительности проблемы к изменению отдельных переменных, агрегировать в сводные факторы и выбор подходящих форма критериев.

Укрупнённые этапы системного анализа

1. Выявление проблемы
2. Постановка цели
3. Разработка вариантов и модели принятия решений
4. Оценка альтернатив и поиск решения
5. Реализация решения
6. Оценка эффективности и в последствие их реализации
7. Проектирование организации для достижения цели

**Методика системного анализа по Оптнеру**

1. Идентификация симптомов
2. Определение актуальности проблемы
3. Определение цели
4. Вскрытие структуры системы и выделение её дефектных элементов
5. Определение структуры возможностей
6. Нахождение альтернатив
7. Оценка альтернатив
8. Выбор альтернативы
9. Составление решения
10. Признание решения коллективом и руководителем
11. Запуск процесса реализации процесса
12. Управление процессом реализации решения
13. Оценка реализации и его последствий

**Методика по Квейду**

1. Постановка задачи (определение существа проблемы, выявление целей и определение границ задач)
2. Поиск (сбор необходимой информации, определение альтернативных средств достижения цели)
3. Толкование (построение модели и её использование)
4. Рекомендация (определение предпочтительной альтернативы или курса действий)
5. Подтверждение (экспериментальная проверка решения)

**Методика Янга**

1. Определение цели системы
2. Выявление проблем организации
3. Исследование проблем и постановка диагноза
4. Поиск решения проблемы
5. Оценка всех альтернатив и выбор наилучшей из них
6. Согласование решения в организации
7. Утверждение решения
8. Подготовка к вводу
9. Управление применением решения
10. Проверка эффективности решения

**Методика Голубкова**

1. Постановка задачи
2. Исследование
3. Анализ
4. Предварительное суждение
5. Подтверждение
6. Окончательное суждение
7. Реализация принятого решения

**Методика Черняка**

1. Анализ проблемы
2. Определение системы
3. Анализ структуры системы
4. Формирование общей цели и критерия
5. Декомпозиция цели, выявление потребности в ресурсах и процессах
6. Выявление ресурсов и процессов, композиция цели
7. Прогноз и анализ будущих условий
8. Оценка целей и средств
9. Отбор вариантов
10. Диагноз существующей системы
11. Построение комплексной программы развития
12. Проектирование организации для достижения цели
13. **Виды и формы представления структур (сетевые, многоуровневые иерархические и др.).**
14. **Сетевая структура**

Представляет собой декомпозицию системы во времени, могут отображать порядок действия технической системы, этапы деятельности человека и т.д.

Сетевым структурам можно привести в соответствие матричным структурам

1. **Иерархические структуры**

Представляют собой декомпозицию системы в пространстве. Различают структуры с сильными и с слабыми связями. В случае слабых связей одна вершина подчинена двум или более вершинам вышестоящего уровня.

Иерархическим структурам можно привести в соответствие матричным структурам

1. **Многоуровневая иерархическая система**

Месарович и Такахара. Вводиться три понятия уровней для описания сложной системы:

1. Уровень описания или абстрагирования
2. Уровень сложности принимаемого решения
3. Организационный уровень

**4 Матричные структуры**

В форме матричного представления могут быть представлены взаимоотношения между уровнями иерархической структуры, сетевые структуры, иерархии с сильными и слабыми связями.

Матричные структуры могут быть многомерными.

**5 Смешанные иерархические структуры с вертикальными и горизонтальными связями.**

В системах организационного управления могут быть использованы одновременно несколько видов иерархических структур, от древовидных до многоэшелонных, такие структуры называют смешанными.

**6 Структуры с произвольными связями.**

1. **Сети. Программирование на сетях.**

Исходные данные в СП: перечни проводимых работ, уставленные для каждой из них сроки, описание существующих между ними отношений предшествования.

**Сеть** – конечный граф без циклов и петель, ориентированный в одном, общем направлении от вершины I, называемой **истоком**, к вершине S, называемой **стоком**.

**Сетевое планирование (СП)** – модель системы, представленная во времени.

Для наглядности будем представлять, что по ребрам (i,j), где i<j, перемещается какой-либо груз, вещество… Максимальное количество веществ rij, которое может пропустить ребро (i,j) за единицу времени называется его **пропускной способностью**. Количество вещества, проходящее через ребро (i,j) в единицу времени xij, называется **потоком по ребру**.

**Свойства потоков:**

-если из вершины i в j направляется поток xij, то величина потока из j в i: xji = –xij. Кроме того xii = 0,

-величина потока не может превышать его пропускной способности: xij ≤ rij,

-количество вещества, притекающего в вершину, равно количеству вещества, вытекающего из него: ∑[j=1..n]xij = 0, где i ≠ I, S.

На практике важной является задача упорядочения элементов в графе. Под **упорядочением вершин связанного ориентированного графа** понимают такое разбиение его вершин на группы, при котором:

-вершины первой группы не имеют предшествующих, а последней – последующих,

-вершины любой группы не имеют предшествующих в следующей группе,

-вершины одной и той же группы дугами не соединены.

В результате получают граф, изоморфный данному.

Различают графический и табличный способ упорядочения вершин.

Графический способ упорядочения вершин. **Алгоритм Фалкерсона упорядочения вершин и дуг**:

-найти дуги, не имеющие непосредственно предшествующих. Они образуют первую группу,

-вычеркнуть найденные дуги. После этого появится, по крайней мере, одна дуга, не имеющая непосредственно предшествующих. Это дуги второй группы. Этот шаг повторяют до тех пор, пока все дуги не будут разбиты на группы.

Табличный способ упорядочения вершин

-составить матрицу смежности вершин,

-построить изоморфный граф.

Для решения задачи о максимальном потоке на сети, в качестве исходных данных выступает матрица смежности вершин, имеющая две разновидности.

Предположим, что задана некоторая сеть. Разобьем множество вершин этой сети на 2 пересекающихся подмножества A и B так, чтобы исток I попал в подмножество A и сток S попал в подмножество B. В этом случае говорят, что на сети произведен разрез, отделяющий I от S (A/B обозначение).

R(A/B) = ∑[i∈A]∑ [j∈B]rij X(A/B) = ∑[i∈A]∑ [j∈B]xij

**Теорема Форда-Фалкерсона.**

На любой сети максимальное количество вершин потока из истока I в сток S равно минимальной пропускной способности разреза, отделяющего I от S.

1. **Синтез сложных систем.**

Увеличение размерности систем приводит к качественно новым свойствам у них, любая сложная система может быть реализована на различных элементах и с различными взаимосвязями между ними. В связи с этим возникает задача синтеза при заданных ресурсах такой структуры которые максимизируют критерии качества функционирования системы.

При этом различают формальную структуру и материальную структуру.

Основными задачами при синтезе стуктуры являются

1. Определение состава систем
2. Описание и классификация допустимых структур
3. Определение классов преобразований структур и иные варианты по отношению к заданой цели для поисков оптимальных решений.
4. Анализ соотношений между формальными и материальными структурами
5. Исследование возможностей построение системы с переменной структурой

В практических приложениях синтез структуры разделяют на три составляющих

1. Синтез структуры системы управления (нахождение оптимального состава элементов их взаимосвязи, факторизация множества элементов по типам характеристик связей)
2. Синтез структуры управляющей системы (выбор числа уровней и подсистем, установление принципов организации управления с учётом координации цели подсистем различных уровней с глобальной целью системы, выбор организационной иерархии)
3. Синтез структуры системы передачи и обработки информации (определение связей между объектами и передаваемыми массивами информации, размещение центров обработки информации)

В зависимости от исходных данных и представлений о функционировании системы различают три класса синтеза

1. Синтез структуры системы при заданых алгоритмах её синтезирования
2. Синтез оптимального поведения при известной структуре
3. Синтез структуры и алгоритма функционирования распределение функций по элементам и определение их оптимального состава

Определение оптимальной структуры системы управления

Исходными данными являются

1. Выполняемые системой функции могут быть формализованы в виде множества решаемых задач, каждая из задач состоит из q этапов
2. Связи между задачами и их этапами. Соответствует направлению информационных потоков
3. Множество возможных узлов АСУ и связи между ними.
4. Виды и характеристики комплекса технических средств применение которых возможно в системе
5. Внешние для системы источники и потребители информации

Задача определения оптимальной структуры состоит в нахождении числа узлов М и связей между ними, возлагаемых на комплекс технических средств задач и вариантов их решений, при которых максимизируется эффект решения задач.

Предпологается что каждый этап задачи решается в одном узле.

Решение задачи синтеза оптимальной структуры весьма трудно, поэтому часто определяют рациональную структуру, которая обычно имеет иерархическую структуру, узлы одного уровня модно разбить на группы которые идентичны.