**Лекция 2. Системологический базис принятия решений**

**Вопросы:**

1. Предметы и основные понятия теории систем.
2. Сущность и принципы системного подхода.
3. Классификация систем.

На современном этапе НТР постоянно разрабатываются новые сложные системы, которые обладают множеством функций, решают огромное число задач и состоят из большого числа частей. При создании и совершенствовании таких систем необходимо выявить многообразие связей между элементами, характер взаимодействия системы со средой, порядок функционирования систем.

Для решения всех этих задач создаётся **ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ**, которая позволяет интегрировать усилия специалистов различных профилей при работе со сложными системами. Данная теория появилась в начале XX столетия. Хотя она получила бурное развитие, её не считают сложившейся окончательно. Даже существуют различных трактовки названия дисциплины.

**Объект**: сложные системные образования

**Предмет**: закономерности создания, функционирования и развития системных образований любой природы.

**Задачи**:

1. Разработка средств представления исследуемых объектов как систем.
2. Разработка обобщённых концептуальных и формальных моделей систем и классов систем.
3. Разработка общих принципов математического аппарата и организации системых исследований.
4. Создание частных теорий систем.
5. Развитие системных концепций общего характера.

Эта дисциплина объединяет следующие дисциплины: кибернетику, системный анализ, исследование операций, система техник.

Если теория систем изучает все системы, то кибернетика ТОЛЬКО системы с управлением. Системный анализ направлен на определение принципов проведения исследований при решении проблем. Исследование операций занимается количественным обоснованием решений. Систем техник определяет методы проектирования сложных систем преимущественно технического характера.

Теория систем, как и любая науная дисциплина, имеет свой понятийный аппарат.

**Основные понятия**:

1. **Целостность** (целое): объект, который обладает интегративными (эмерджентными) свойствами. Такие свойства не сводятся к сумме свойств основных частей системы и не выводятся из них.
2. **Элемент**: часть объекта, обладающая определённой самостоятельностью по отношению к самому объекту. Элементы могут быть однородными, разнородными или смешанными по отношению к объекту.
3. **Связь**: то, что объединяет элементы в объекте. Виды связей: механическими, биологическими, химическими, информационные, др.

Вышеперечисленные понятия позволяют определить центральное понятие -- **систему**.

**Система** есть целостная совокупность взаимосвязанных элементов. Элементы, не имеющие связи с элементам системы, ей не принадлежат.

Признак целостности -- самый существенный признак любой системы.

**Среда** -- это множество объектов вне системы, которые оказывают влияние на систему (объекты возмущения) или сами находятся под её воздействием (объекты воздействия).

**Подсистема** -- часть системы, выделенная по определённому признаку и допускающая разложения на элементы в рамках проводимого исследования.

**Структура** -- совокупность составляющих систему элементов и связей между ними. Топологический смысл.

**Качество** -- с точки зрения теории систем, совокупность свойств, указывающих на то, что представляет собой объект и выделяющих его среди других объектов.

**Свойство** -- сторона объекта, обусловливающее его различие или сходство с другими объектами и проявляющаяся во взаимодействии с ними. Свойство, разложение которого невозможно, **простое**, иначе оно **сложное**.

**Характеристики** -- то, что отражает некоторое свойство объекта. Могут быть количественными и качественными.

Выделяют характеристики системы в целом, характеристики элементов системы и характеристики элементов среды.

**Параметр** -- количественные характеристики. Параметры могут быть измеряемыми и вычисляемыми.

**Состояние** -- множество значений существенных характеристик в данный момент времени. Существенные, то есть важные значения при данном рассмотрении.

Геометрическая интерпретаци состояния -- точка в многомерном пространстве, число изменений которого равно числу независимых характеристик, определяющих состояние объкта.

**Ситуация** -- совокупность состояний системы и среды в один и то же момент времени.

**Поведение** -- последовательность состояний, принимаемых объектом во времени.

Переход объекта из одного состояния в другое определяется внутренними свойствами и возмущающими.

Поведение бывает **активным** и **пассивным**. Поведение бывает **случайным** и **целенаправленным**.

Целенаправленными системы выбирают поведение в зависимости от поставленной цели.

**Развитие** -- процесс перехода от старого к новому качественному состоянию. Развитие системы является следствием взаимодействия со средой.

**Функционирование** -- проявление действия системы, осуществление в ней различных процессов. Функционирование можно рассматриваться как выполнение поставленных системе задач. Оно происходит без существенных изменений структуры.

**Назначение** -- то, для чего создан, существует и функционирует объект. Различают основное назначение и несколько вспомогательных.

**Цель** -- ситуация или область ситуаций, которая должна быть достигнута при функционировании системы. Результат, подлежащий достижению. В качестве такового можно рассматривать либо состояние системы, которую нужно поддерживать при различных состояниях среды, либо это состояние среды, в которой её необходимо перевести из другого состояния.

**Управление** -- процесс формирования целенаправленного поведения системы, осуществляемый посредством информационных воздействий.

**II. Сущность и принципы системного подхода**

**Подход** является более широким понятием по сравнению с методом, поскольку первый включается в себя общие принципы и ориентации без предоставления конкретных действий для его реализации. Реализацией данных принципов и ориентаций (то есть подхода) занимаются **методы**.

**Системный подход** есть совокупность общих принципов, предопределяющих научную и практическую деятельность при анализе и синтезе сложных систем. **Принципы** устанавливают соответствие между субъективной деятельностью и требованиями объективных законов.

**Сущность** системного подхода -- понимание объекта исследования как системы или процесса исследования как системного.

**Объект** исследования как система опредляется следующим:

1. Объект представляется как нечто целое, как относительно самостоятельная система и в то же время как подсистема более широкой системы (мета системы)
2. Система состоит из элементов и определяется их свойствами, но не сводится к их сумме (эмерджентность). Важное место отводится системообразующим связям. Благодаря им система приобретает конкретные свойства, присущие только ей и в целом
3. Между элементами системы существуют различные связи, а совокупность элементов и связей образует структуру системы. Структура может иметь ряд уровней по вертикали и срезов по горизонтали, отражая соотношения субординации и коррдинации между элементами системы.
4. Система выполняет определённые функции, которые обусловливаются её природой и назначением, структурой, взаимодействием со средой, местом и ролью в метасистеме
5. Система в целом им её элементы находятся в развитии, подвергаются количественным и качественным изменениями.

**Принципы системного подхода**:

1. *Принцип цели* определяет, что при исследовании необходимо выявить назначение объекта исследования
2. *Принцип целостности* требует рассматривать объект как выделенное нечто по отношению к этим объектам
3. *Принцип сложности* указывает на необходимость проведения исследования объекта как сложной совокупности элементов, которые находятся в многообразных связях между собой и элементами срежы.
4. *Принцип историзма* обязывает проводить исследование прошлого системы.

**III. Классификация систем**

Системы обладают многообразием присущим им свойств, что позволяет по-разному их классифицировать:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Класс систем** | **Представители** | **Описание** |
| 1. По характеру существования | Физические и абстрактные | **Физические** -- реально существующие объекты, явления и процессы. **Абстрактные** -- определённого рода отображения реальных объектов |
| 1. По степени сложности | Простые и сложные | **Сложные** системы характеризуются следующими признаками: робастность, наличие неоднородных связей и эмерджентность. **Простые** системы не обладают данными признаками |
| 1. По происхождению | Естественные и искусственные | **Искусственные** системы, в отличие от **естественных**, имеют ярко выраженные цели функционирования и управление |
| 1. По характеру поведения во времени | Динамические и статические | **Динамические** системы способны изменять своё состоние в некотором параметрическом пространстве. **Статические** системы этого не могут. |
| 1. По характеру изменения состояния динамической системы | Дискретные и непрерывные | **Непрерывные** системы исследуются с помощью аппарата дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. **Дискретные** системы описываются имитационными, дискретно-событийными моделями: массового обслуживания, сетями Петри, цепями Маркова и т. п. |
| 1. По характеру определённости поведения | Детерминированные и стохастические | **Детерминированные**  системы описываются уравнениями наблюдения и состояния. **Стохастические** системы описываются в рамках теории вероятности и математической статистики |
| 1. По характеру взаимодействия внешней средой | Открытые и закрытые | **Открытые** системых характеризуются входным сигналом, истоиком которого нельзя управлять. Также к ним относятся системы, в которых неоднозначность их реакции нельзя объяснить разницей в состояниях. **Закрытые** системы изолированы от внешней среды, её реакции объясняются изменением состояния. Не должны иметь входа и выхода |

**Робастность** -- способность системы сохранять частичную работоспособность при отказе её отдельных частей (подсистем, элементов). Подобное свойство объясняется функциональной избыточностью сложной системы и проявляется в изменении степени деградации выполняемых функций. Степень деградации зависит от глубины возмущающих воздействий.

В сложных системах кроме значительного количества элементов присутствуют многочисленные неоднородные связи между элементами. В основном ими считаются: структурные, функциональные, причинно-следственные, информационные, пространственно-временные.

Простая система может находиться не более чем в двух состояниях: полной работоспособности или полного отказа.

При описании сложных систем выделяют **структурную** и **функциональную** сложность. Структурная сложность может быть оценена число элементов, входящих в систему, а также разнообразием связи между ними. Для ценки функциональной сложности применяют алгоритмический подход. Он основан на определении ресурсов, требуемых системе при решении некоторого класса задач.