

«Теория принятия решений»

Тема 2. Научная и методологическая основа теории принятия решений

Лекция. Методология системного анализа

Цель: Изложить основные принципы и общую схему системных исследований

Время - 2 часа

Учебные вопросы:

1. *Принципы системного анализа*
2. *Структура системного анализа*

1. Принципы системного анализа

Универсальной методики – инструкции по проведению системного анализа – не существует. Такая методика разрабатывается и применяется в конкретных случаях, когда требуется формализовать процесс исследования системы, включающий постановку и решение возникшей проблемы.

За основу методики системного анализа можно взять этапы проведения любого научного исследования. Специфической особенностью любой методики системного анализа является то, что она должна опираться на понятие системы и использовать закономерности построения и развития систем. При практическом применении методик системного анализа исследователю необходимо быть готовым к следующему: после выполнения того или иного этапа часто возникает необходимость возвратиться на более ранние этапы исследования, а иногда и начать исследование с начала. Поэтому при разработке методики системного анализа необходимо сознательно вводить правила, позволяющие проводить возврат к предыдущим этапам.

Общим для всех методик системного анализа является определение закона функционирования системы, формирование вариантов структуры системы (или нескольких альтернативных алгоритмов, реализующих заданный закон функционирования) и выбор наилучшего варианта. Такой выбор осуществляется путем решения задач декомпозиции исследуемой системы, ее анализа и последующего синтеза, что в общем случае и снимает возникшую проблему.

Основой построения методики является соблюдение принципов системного анализа.

Принципы системного анализа – это некоторые положения общего характера, являющиеся обобщением опыта исследования сложных систем. Общепринятых формулировок принципов не существует. Однако так или иначе, различные формулировки описывают одни и те же понятия. Рассмотрим основные из них.

Принцип конечной цели. Он имеет несколько правил:

- для проведения системного анализа в первую очередь необходимо четко сформулировать *цель исследования*. Расплывчатые и неясные цели ведут к неверным выводам;
- анализ следует вести на основе первоочередного уяснения цели (функции, основного назначения) системы, что позволит определить ее существенные свойства, показатели качества и критерии оценки;
- при синтезе системы любая попытка изменения или совершенствования должна оцениваться относительно того, способствует ли она достижению конечной цели;
- цель функционирования искусственной системы, как правило, задается метасистемой.

Принцип измерения. О качестве функционирования системы можно судить только применительно к системе старшего порядка. Поэтому систему следует предста-

вить как часть более общей системы и проводить оценку свойств исследуемой системы относительно целей и задач суперсистемы.

Принцип единства. Подразумевает рассмотрение системы как единого целого и, в то же время, как совокупности частей (элементов, подсистем). Этот принцип ориентирован на «взгляд внутрь» системы, на ее расчленение с сохранением целостных представлений о системе.

Принцип связности. Рассмотрение любой части системы совместно с ее окружением подразумевает проведение процедуры выявления связей между элементами системы и выявление связей со средой. В соответствии с этим принципом системе в первую очередь следует рассматривать как часть суперсистемы.

Принцип модульности. Предписывает рассматривать систему как совокупность модулей. В результате становится возможным вместо части системы исследовать множество ее входных и выходных сигналов (воздействий). Этим достигается абстрагирование от излишней детализации.

Принцип иерархии. Весьма полезно введение иерархии частей системы и их ранжирование. Это упрощает разработку системы и устанавливает порядок рассмотрения частей.

Принцип функциональности. Определяет совместное рассмотрение структуры и функций системы с приоритетом функций над структурой. Данный принцип утверждает, что любая структура тесно связана с функциями системы и ее частей. В случае придания системе новых функций полезно пересмотреть ее структуру, а не пытаться встроить новую функцию в старую схему. Поскольку выполняемые функции образуют процессы, то целесообразно отдельно рассматривать процессы, функции, структуры. В свою очередь, процессы сводятся к анализу потоков различных видов:

- материальный поток;
- поток энергии;
- поток информации;
- смена состояний.

С этой точки зрения структура системы представляет собой множество ограничений на потоки в пространстве и времени.

Принцип развития. Предполагает рассматривать изменяемость системы, ее способность к развитию, адаптации, расширению, замене частей, накоплению информации. В основу синтезируемой системы следует закладывать возможность развития, усовершенствования, наращивания. Обычно расширение функций предусматривается за счет обеспечения возможности включения новых модулей, совместимых с имеющимися. При проведении анализа системы этот принцип ориентирует на необходимость учета предыстории развития системы и тенденций, имеющих в настоящее время. Это необходимо для вскрытия закономерностей функционирования системы.

Одним из способов реализации этого принципа является рассмотрение системы относительно ее жизненного цикла. Условными фазами жизненного цикла искусственной организационно-технической системы являются: проектирование, изготовление, ввод в эксплуатацию, эксплуатация, модернизация (наращивание возможностей), замена (снятие с эксплуатации), утилизация (уничтожение).

Принцип сочетания централизованного и децентрализованного управления. Достоинства и недостатки этих видов управления взаимно противоположны. Не останавливаясь на преимуществах каждого из этих видов управления, проанализируем их некоторые важные недостатки.

Основной недостаток *децентрализованного* управления – увеличение времени адаптации системы. Он существенно влияет на функционирование системы в быстро меняющихся средах.

Недостатком *централизованного* управления является сложность осуществления управляющих воздействий из-за больших потоков информации, подлежащей переработке в системе управления верхнего уровня.

Поэтому в сложной системе обычно присутствуют оба вида управления. В медленно меняющейся обстановке децентрализованная часть системы успешно справляется с адаптацией поведения к среде. Кроме того, успешно достигается глобальная цель системы за счет высокой оперативности управления. При резких изменениях среды осуществляется централизованное управление по переводу системы в новое состояние.

Принцип неопределенности. Он связан с учетом неопределенностей и случайностей в системе. Данный принцип утверждает, что можно иметь дело с системой, в которой структура, функционирование или внешние воздействия определены не полностью.

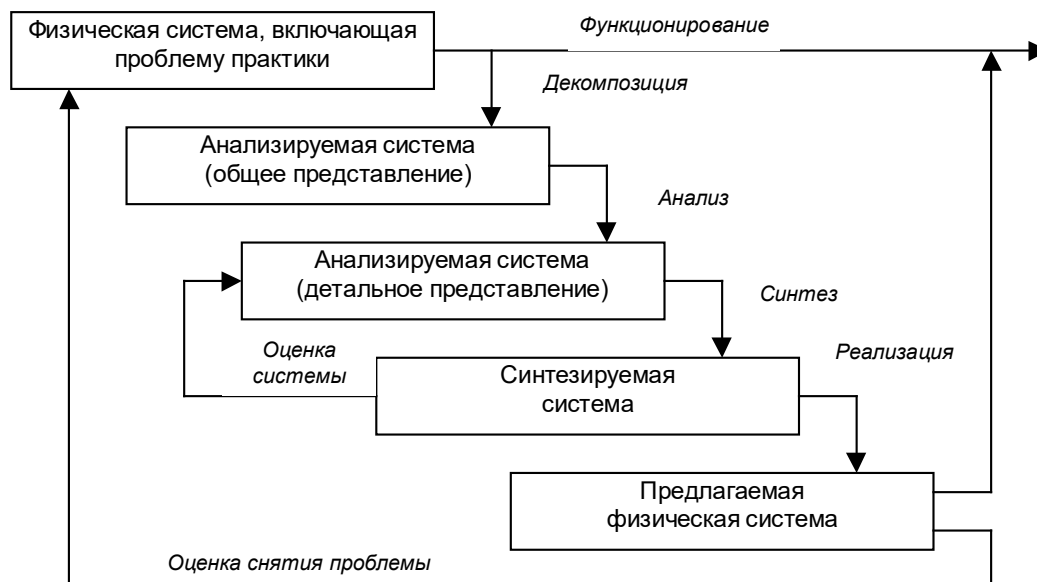
Сложные открытые системы не подчиняются вероятностным законам. В таких системах целесообразно оценивать «наихудшие» ситуации и рассмотрение проводить именно для них. Такой способ называют методом гарантированного результата. Он применим, когда неопределенность не описывается аппаратом теории вероятностей.

При наличии информации о вероятностных характеристиках случайностей (Таких как математическое ожидание, дисперсия и т.п.) можно определять вероятностные характеристики выходов в системе.

Перечисленные принципы обладают высокой степенью общности. Для их непосредственного применения исследователь должен наполнить их конкретным содержанием применительно к предмету исследования. Такая интерпретация может привести к обоснованному выводу о незначимости какого-либо принципа. Тем не менее, знание и учет принципов позволяют лучше увидеть существенные стороны решаемой проблемы, учесть весь комплекс взаимосвязей, обеспечить системную интеграцию.

2. Структура системного анализа

Общий подход к решению проблем можно представить в виде цикла.



В процессе функционирования реальной системы *выявляется проблема* практики как несоответствие существующего положения дел требуемому. Для решения проблемы проводится системное исследование. Это исследование включает в себя *декомпозицию*, *анализ* и *синтез* системы, что, в конечном счете, должно приводить к снятию проблемы. В ходе синтеза осуществляется *оценка* анализируемой и синтезируемой си-

стем. *Реализация* синтезируемой системы позволяет провести *оценку степени снятия проблемы* практики и принять *решение* на функционирование новое (модернизированной) реальной системы.

Таким образом, система является *средством решения проблем*.

Рассмотрим содержание основных этапов системного анализа.

На этапе *декомпозиции*, который обеспечивает общее представление системы, осуществляются:

1. Определение общей цели исследования и основной функции системы как ограничение траектории в пространстве состояний системы или в области допустимых ситуаций. Здесь же проводится декомпозиция общей цели и общей функции путем построения дерева целей и дерева функций.

2. Выделение системы из среды по критерию участия каждого рассматриваемого элемента в процессе, приводящем к результату. Здесь система рассматривается как часть суперсистемы.

3. Описание воздействующих факторов.

4. Описание тенденций развития системы и неопределенностей разного рода.

5. Описание системы как «черного ящика».

6. Функциональная (по функциям), компонентная (по виду элементов) и структурная (по виду отношений между элементами) декомпозиция системы.

Декомпозиция не может вестись сколь угодно долго. Ее глубина ограничивается. Декомпозиция должна прекращаться, если необходимо изменить уровень абстракции – представить элемент как подсистему. Если при декомпозиции выясняется, что модель начинает описывать внутренний алгоритм функционирования элемента вместо закона его функционирования в виде «черного ящика», то в этом случае произошло изменение уровня абстракции. Это означает выход за пределы цели исследования системы и, следовательно, вызывает прекращение декомпозиции.

Типичной признается декомпозиция на глубину 5-6 уровней.

Проблема проведения декомпозиции состоит в том, что в сложных системах отсутствует однозначное соответствие между законом функционирования подсистем и алгоритмом, его реализующим. Поэтому осуществляется формирование нескольких вариантов декомпозиции системы.

Применяются следующие наиболее популярные стратегии декомпозиции.

Функциональная декомпозиция. Она базируется на анализе функций системы. При этом ставится вопрос о том, *что* делает система независимо от того, *как* она работает. Основанием разбиения на функциональные подсистемы служит общность функций, выполняемых группами элементов.

Декомпозиция по жизненному циклу. Признак выделения подсистем – изменение закона функционирования подсистем на разных этапах цикла существования системы «от рождения – до гибели». Эту стратегию рекомендуется применять, когда целью системы является оптимизация процессов и когда можно определить последовательные стадии преобразования входов в выходы.

Декомпозиция по физическому процессу. Здесь признаком выделения систем являются шаги выполнения алгоритма функционирования подсистемы, стадии смены состояний. Хотя эта стратегия полезна при описании существующих процессов, часто результатом ее может стать слишком последовательное описание системы, которое не будет в полной мере учитывать ограничения, диктуемые функциями друг другу. При этом может оказаться скрытой последовательность управления. Применять эту стратегию следует, если целью модели является описание физического процесса как такового.

Декомпозиция по подсистемам (структурная декомпозиция). Признак выделения подсистем – сильная связь между элементами по одному из типов связей, существующих в системе: информационных, энергетических, иерархических и др.

Для описания всей системы должна быть построена составная модель, объединяющая все отдельные модели. Рекомендуется использовать разложение на подсистемы, только если такое разложение на основные части системы не изменяется. Нестабильность границ подсистем обесценивает как отдельные модели, так и их объединение.

На этапе *анализа*, обеспечивающем формирование детального представления системы, осуществляются:

1. Функционально-структурный анализ существующей системы, позволяющий сформулировать требования к создаваемой системе. Он включает в себя уточнение состава и законов функционирования элементов, алгоритмов функционирования и взаимовлияний подсистем, разделение управляемых и неуправляемых характеристик, задание пространства состояний Z и параметрического пространства T , в котором задано поведение системы, анализ целостности системы, формирование требований к создаваемой системе.

2. Морфологический анализ – анализ взаимосвязи компонентов.

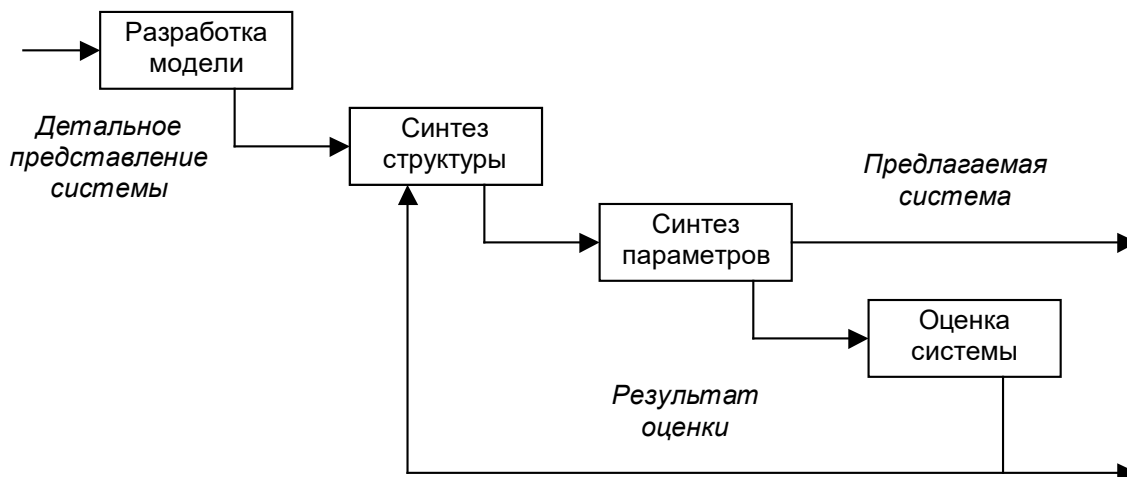
3. Генетический анализ – анализ предыстории, причин развития ситуации, имеющих тенденций, построение прогнозов.

4. Анализ аналогов.

5. Анализ эффективности (по результативности, ресурсоемкости, оперативности). Он включает в себя выбор шкалы измерения, формирование показателей эффективности, обоснование и формирование критериев эффективности, непосредственно анализ полученных оценок.

6. Формирование требований к создаваемой системе, включая выбор критериев оценки и ограничений.

Этап *синтеза* системы, решающей проблему, целесообразно представить в виде функциональной диаграммы.



На этом этапе осуществляются:

1. Разработка модели требуемой системы, а именно выбор математического аппарата, моделирование, оценка модели по критериям адекватности, простоты, соответствия между сложностью и точностью, баланса погрешностей, многовариантности реализаций, блочности построения.

2. Синтез альтернативных структур системы, снимающей проблему.

3. Синтез параметров системы, снимающей проблему.

4. Оценка вариантов синтезированной системы (обоснование схемы оценки, реализация модели, проведение эксперимента по оценке, обработка результатов оценки, анализ результатов, выбор наилучшего варианта системы).

Оценка степени снятия проблемы проводится при завершении системного анализа.

Наиболее сложными в исполнении являются этапы декомпозиции и анализа. Это связано с высокой степенью неопределенности, которую требуется преодолеть в ходе исследования.