

Тема 1 Введение в дисциплину

Понятие системного анализа

Теория систем начала развиваться еще в начале 19 века. (Наш соотечественник А. А. Богданов). В 30-е годы Л. фон Берталанфи сделал доклад на философском семинаре и возник термин «теория систем». Одновременно с философским понятием теории систем развивалось и практическое направление, названное «исследованием операций». В 1948 г. М. А. Ампер ввел термин «кибернетика» с подачи Н. Винера (kyber – рулевой, управляющий). Этот термин пытались использовать как обобщающий. В 50-е – 60-е годы Ф. Е. Темников ввел термин «системотехника» (системная инженерия).

Наиболее конструктивным из прикладных направлений системных исследований сейчас считается системный анализ. Работы по системному анализу всегда содержит: **методику проведения исследований, процесс принятия решений, цели системы**, т. е. это методология исследования целенаправленных систем.

Образцом системного анализа можно считать план ГОЭЛРО – программа электрификации, согласованная с программой подъема производительных сил.

Работы по системному анализу базируются на идеях теории оптимизации и исследования операций, при этом весь процесс принятия решений расчленяется на этапы и подэтапы, система - на подсистемы, цели - на подцели, большие неопределенности - на малые. Это разбиение ведется автором процесса интуитивно, поэтому иногда подчеркивают, что системный анализ – это формализованный здравый смысл или просвещенный здравый смысл, на службу которому поставлены математические модели.

Системный анализ дает основу для сочетания знаний и опыта специалистов многих областей при нахождении решений, трудности которых не могут быть представлены на основе суждений любого отдельного эксперта.

Научные направления примерно располагаются так:

- философско-методические дисциплины
 - теория систем
 - системный подход
 - системология
 - системный анализ
 - системотехника
 - кибернетика
 - исследование операций
 - специальные дисциплины.
- } Системные исследования

Все они оперируют с понятиями: элементы, связи, цели, средства, структура и так далее.

Системный анализ отличает от других дисциплин наличие средств для организации процессов целеобразования, структуризации и анализа целей; объект

рассматривается как система с активными элементами, способными и стремящимися к целеобразованию и достижению целей.[05, с. 3 - 20]

Успешное развитие системного анализа во многом обязано возможностям обработки информации на ЭВМ и тесно связано с их характеристиками: памятью, быстродействием. Системный анализ занимается принятием решений в условиях, когда выбор альтернативы требует анализа сложной информации различной физической природы (план развития региона, параметры конструкции и т.д.: техника, экономика, экология...).

Выбор рациональных решений существует всегда: это набор правил человеческого опыта или субъективное представление. Но как наука теория принятия решений бурно развивается после 50-х годов XIX века, когда на основе теории эффективности, теории игр, теории массового обслуживания появилась дисциплина “ исследование операций”, которая затем переросла в системный анализ - синтез исследования операций и теории управления. В системном анализе сочетаются экспериментальное, эвристическое и математическое начала.

Для исследования любой сложной системы недостаточно знать существующие рецепты - эта уникальная проблема требует кроме знаний изобретательности и таланта.

Во время войны исследование операций получило широкое развитие в Англии и США, а также в СССР (Вентцель Д.А. и Пугачёв В.С. развили теорию эффективности технических систем, А.Я. Хинчин и Б.В. Гнеденко - теорию массового обслуживания, Ю.Б. Гермейер ввел термин теория исследования операций). В исследовании операций выделяют три направления (этапа):

- построение модели (формализация);
- описание операции (постановка задачи);
- решение оптимизационной задачи; [01, 130-147]

Системный анализ – это дисциплина, развивающая методы проектирования сложных технических, народно-хозяйственных, экологических систем, организационных структур и так далее. Системный анализ обычно предусматривает процедуру с использованием ЭВМ.

Математические модели, как основа системного анализа

Любые методы системного анализа опираются на математическое описание фактов, явлений, процессов. Ввиду относительности знаний описание на любом языке не является абсолютно полным и определяет лишь модель. Если при описании модели используют язык математики, то говорят о математической модели. Построение математических моделей – основа системного анализа. От её качества зависит судьба последующего анализа. Построение модели всегда неформально и зависит от исследователя.

Простейшая экономическая модель В. В. Леонтьева (американский экономист) использует балансовое соотношение:

$$X = AX + Y,$$

где $X = (x_1 \dots x_n)$ – вектор производимой продукции,

$Y = (y_1 \dots y_n)$ – вектор конечного продукта,

$A = [a_{ij}]$ – матрица прямых затрат.

Балансовая модель описывает потоки материи (материальных ценностей).

В биологических системах рефлексного вида модель может иметь вид

$$\text{реакция} = f(\text{сигнал}) \text{ или } u = f(x) \text{ – обратная связь.}$$

Математические модели можно классифицировать:

- без управления – модели неживой природы:

$$\dot{x} = f(x, t, \xi), \text{ где } \xi \text{ – случайная величина;}$$

- с управлением

$$\dot{x} = f(x, t, u), \text{ где } u(t, x) \text{ – управление;}$$

- конфликтующие

$\dot{x} = f(x, t, u, v, w, \dots)$, где u, v, w, \dots – управления субъектов со своими интересами (целями), например:

$$\int_0^T F_i(x, u, v, w, \dots, t) dt \rightarrow \min$$

Такие системы называются кибернетическими (центр и производители; государство и регионы, [иерархические системы]).

Системный подход основан на применении ряда основных понятий: система, иерархия, потоки: материалов, информации, энергии. Цели и критерии подсистем должны быть подчинены общесистемным целям. Наличие в системе конкурирующих (сопоставительных) подсистем приводит к понятию больших систем (управление уличным, железнодорожным движением, автоматические системы обработки информации, АСУ). Взаимосвязи между подсистемой обычно реализуются за счет управления. [04, 3-18].

Организационно-технические системы управления. Функциональная структура.

Один из сложных объектов - АСУ- реализация системной модели управляемого объекта, в качестве которого предполагают организационно-технические системы производственного и непроизводственного характера. Организационно-техническая система образуется техническими системами, функционирующими во взаимосвязи друг с другом и персоналом:

Производственный (взаимодействует с технологическим оборудованием),

инженерно-технический (подготовка технологической деятельности),

управленческий (принимает решения о путях осуществления основной технологической деятельности).

В интегрированном АСУ все перечисленные виды деятельности включают средства компьютеризации.

Процесс управления ОТС принято представлять совокупностью целевого, функционального и линейного управлений.

Целевое управление – организация координации подсистем для достижения главной цели.

Функциональное управление – учитывает ограничение информационных и интеллектуальных возможностей людей в форме разделения и кооперации управленческого труда.

Линейное управление – управление сверху вниз с учетом иерархии. Цикл управления должен быть замкнутым. Алгоритм управления может быть реализован «схемно» (устройство), «программно» или «организационно».

Процесс управления можно представить в виде совокупности (кортежа)

$$\langle F, \theta, S, P, M, U, R, K \rangle,$$

где F – формирование целей:

$x = a = \text{const}$ – стабилизация,

$x \leq b(Y)$ – ограничения,

$x \rightarrow \text{extr}$ – экстремальные,

θ – определение объекта управления путем его отделения от среды,

S – структурный синтез модели,

P – планирование эксперимента для идентификации параметров модели,

M – идентификация параметров модели,

U – синтез управления,

R – реализация управления,

K – коррекция управления или модели (адаптация).

Адаптивность систем управления заключается в способности выполнять фазы $\langle F, \theta, S \rangle$.

Функциональная структура такой системы приведена на рис.1. [3, 4-24].

Среди общих процедур системного анализа особо выделяется процедура оценки системного эффекта для классификации совокупности объектов как системы (т.н. синергетизм) (сотрудничество).

Системой обычно принято называть такие совокупностью объектов (элементов), которые обладают свойствами, отличными от свойств составляющих их элементов. В зависимости от интересующих свойств одна и та же совокупность элементов может быть системой или несистемой. Специально выделяется часть связей, называемых системообразующими.

Системный анализ всегда направлен на изучение полезности объекта с позиции интересов субъекта. Исследуемые свойства

$$Q = Q^{\text{Ц}} U Q^{\text{Р}} U Q^{\text{П}}, \quad [\text{объединение}]$$

где $Q^{\text{Ц}}$ – целевые свойства,

$Q^{\text{Р}}$ – ресурсные свойства (издержки),

$Q^{\text{П}}$ – познавательные свойства.

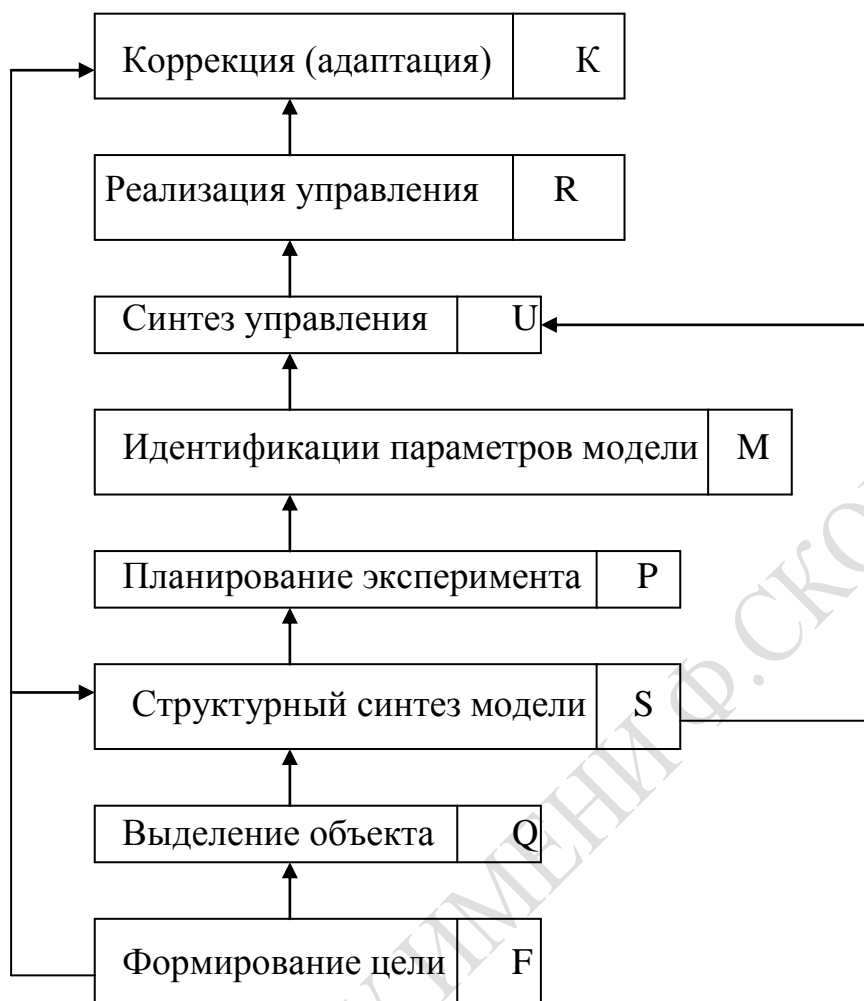


Рис. 1. Функциональная структура адаптивного управления.

Если совокупность элементов обозначить через θ , через E_θ – множество элементов θ со свойствами Q , то систему можно записать как

$$F(\theta) \neq \sum_{e \in E_Q} F(e)$$

Если будет знак равенства, то такая совокупность не будет системой относительно свойств Q . Показатель синергетизма называют еще системным эффектом. Знак отношения между левой и правой частью зависит от вида функции. $F: e \rightarrow Q, e \in E_Q$. [03, 26 - 27].

Технологическая схема анализа-синтеза систем

Поиск источников и оценка системного эффекта является общей целью задач системного анализа. Взаимосвязь задач системного анализа и синтеза определяет нормативную модель процесса построения системы. При исследовании такой модели аппарат математического программирования не всегда эффективен из-за большой размерности задач синтеза как по числу ограничений, так и по числу

переменных. При относительной стабильности структуры модели оправданы эвристические и приближенные алгоритмы. Технологическая схема анализа-синтеза системы представлена на рис 2.

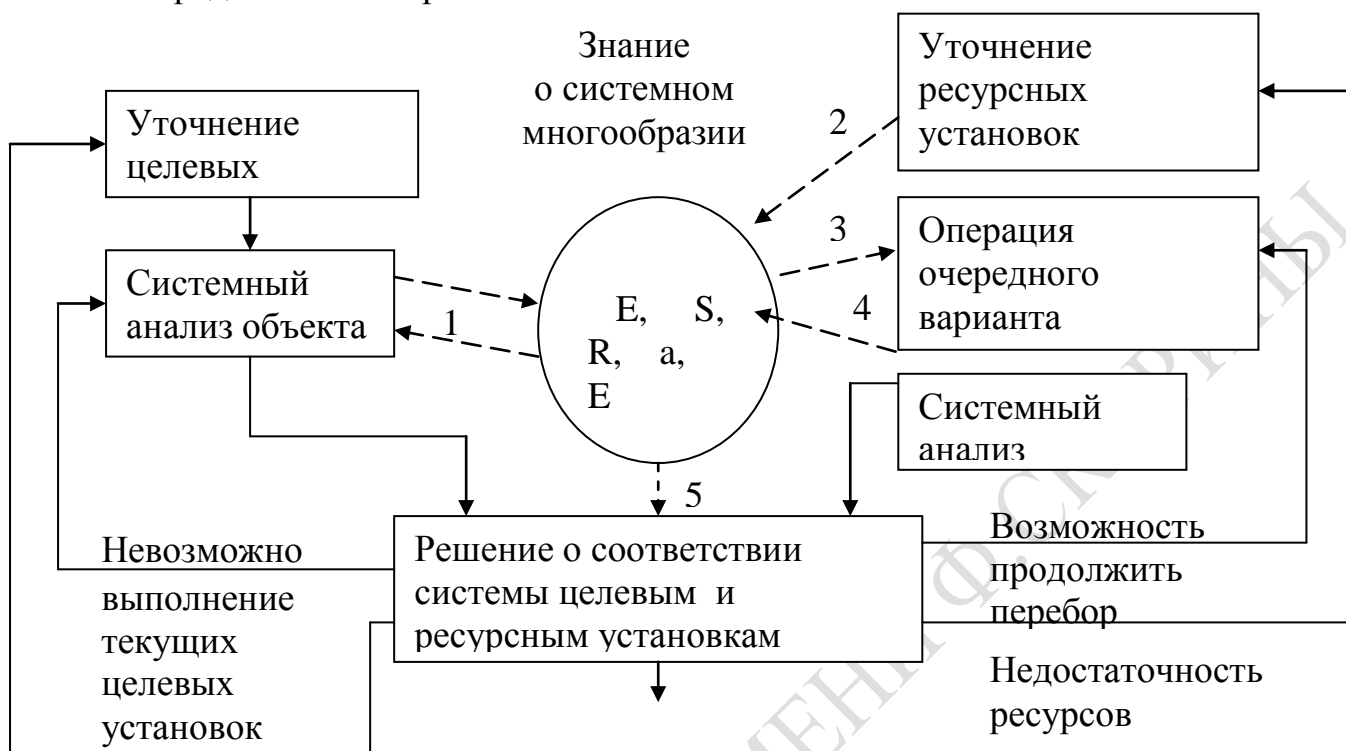


Рис.2. Технологическая схема анализа-синтеза системы.

Базовой проблемой компьютеризации технологии проектирования является создание языка формализации модели. Использование языков общего назначения требует чрезмерных затрат на построение моделей. Поэтому часто системотехники отказываются от компьютерных методов, опираясь на интуицию и перенося проблему с этапа проектирования на этап опытной и промышленной эксплуатации. Т.к. срок доводки ограничивается периодом жизни используемого поколения компьютеров (новое поколение создает принципиально новую системную ситуацию для определения структуры системы), то это может привести к частичному или полному отмиранию компьютерной системы управления. Этим, в частности объясняется низкий эффект компьютеризации управления организационно-техническими системами; во многих случаях эффект выражается только в обученности персонала [03,30-31].

Поэтому важнейшие требования современного периода развития общества – ускорение научно-технического процесса и повышение уровня организационной работы. А подготовка специалистов по системному анализу и исследованию операций является основным условием совершенствования АСОИ и У.

ВОПРОСЫ для изучения

История развития теории систем. Научные направления. Системный анализ и принятие решений. Сочетание эксперимента, эвристики и математики.

Исследование операций. Модели. Большие системы. Управление в системе. Организационно-технические системы, целевое, функциональное и линейное управление. Функциональная структура (адаптивного) управления. Системный эффект и синергетизм. Взаимосвязь системного анализа и синтеза. Проблемы компьютеризации. Подготовка специалистов – условие совершенствования АСОИиУ. Связь с другими дисциплинами.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ