

7. Лекция: Система и управление

Рассматриваются проблемы управления системой (в системе), схема, цели, функции и задачи управления системой, понятие и типы устойчивости системы, элементы когнитивного анализа.

Цель лекции: введение в основную проблему (атрибут) системного анализа - управление системой (в системе).

Благодаря постоянным потокам информации (от системы к окружающей среде и наоборот) система осуществляет целесообразное взаимодействие с окружающей средой, т.е. управляет или бывает управляема. Информация стала средством не только производства, но и управления.

Своевременная и оперативная информация может позволить стабилизировать систему, приспособливаться и(или) адаптироваться, восстанавливаться при нарушениях структуры и(или) подсистем. От степени информированности системы, от богатства опыта взаимодействия системы и окружающей среды зависит развитие и *устойчивость* системы.

Информация обладает также определенной избыточностью: чем больше сообщений о системе, тем полнее и точнее она управляется.

Пример. При передаче сообщений часто применяют способ двукратной (избыточной) последовательной передачи каждого символа (что позволяет избавляться от помех, "шумов" при передаче и осуществлять, например, контроль четности сигналов, по результатам которого выявляется количество сбоев). Пусть в результате сбоя при передаче приемником принято было слово вида "праосснтоо". Определим, какое осмысленное (имеющее семантический смысл) слово русского языка передавалось передатчиком. Легко заметить, что "претендентами на слово" являются слова "праспо", "проспо", "рроспо", "ррасто", "прасто", "рросто", "просто" и "рраспо". Из всех этих слов осмысленным является только слово "просто".

Суть задачи *управления системой* - отделение ценной информации от "шумов" (бесполезного, иногда даже вредного для системы возмущения информации) и выделение информации, которая позволяет этой системе существовать и развиваться. Управление - это целенаправленная актуализация знаний. Управление и особая форма - самоуправление, - высшая форма актуализации знаний.

Управление в системе - внутренняя функция системы, осуществляемая независимо от того, каким образом, какими элементами системы она должна выполняться.

Управление системой - выполнение внешних функций управления, обеспечивающих необходимые условия функционирования системы (см. рис. 7.1).



Рис. 7.1. Общая схема управления системой

Управление системой (в системе) используется для различных целей:

1. увеличения скорости передачи сообщений;
2. увеличения объема передаваемых сообщений;
3. уменьшения времени обработки сообщений;
4. увеличения степени сжатия сообщений;
5. увеличения (модификации) связей системы;
6. увеличения информации (информированности).

Как правило, эти цели интегрируются.

В целом информация используется для двух основных глобальных целей: сохранения стабильного функционирования системы и перевода системы в заданное целевое состояние.

Пример. Появление возможности управлять электрическими и магнитными колебаниями сделало массово доступным радио, телевидение, при этом скорость передачи информации достигла скорости света; пропускная способность телеканала по сравнению с пропускной способностью телефонного канала выросла примерно в 2000 раз, ускорение обработки - в миллионы раз. Возросла и сжатость информации, и информативность сообщений.

Управление любой системой (в любой системе) должно подкрепляться необходимыми ресурсами - материальными, энергетическими, информационными, людскими и организационными (административного, экономического, правового, гуманитарного, социально-психологического типа). При этом характер и степень активизации этих ресурсов может повлиять (иногда лишь косвенно) и на систему, в которой информация используется. Более того, сама информация может быть зависима от системы.

Пример. В средствах массовой информации правительство чаще ругают, актеров чаще хвалят, спортсменов упоминают обычно в связи со спортивными результатами, прогноз погоды бывает, как правило, кратким, новости политики - официальными.

Управление - непрерывный процесс, который не может быть прекращен, ибо движение, поток информации в системе не прекращается.

Цикл управления любой системой (в любой системе) таков:

{ сбор информации о системе →

обработка и анализ информации →

получение информации о траектории →

выявление управляющих параметров →

определение ресурсов для управления →
управление траекторией системы }

Основные правила организации информации для управления системой:

1. выяснение формы и структуры исходной (входной) информации;
2. выяснение средств, форм передачи и источников информации;
3. выяснение формы и структуры выходной информации;
4. выяснение надежности информации и контроль достоверности;
5. выяснение форм использования информации для принятия решений.

Пример. При управлении полетом ракеты, наземная станция управления генерирует и в определенной форме, определенными структурами посылает входную информацию в бортовую ЭВМ ракеты; при этом сигналы отсеиваются от возможных "шумов", осуществляется контроль входной информации на достоверность и только затем бортовая ЭВМ принимает решение об уточнении траектории, ее корректировке.

Если число возможных состояний системы S равно N , то общее количество разнообразия системы (мера выбора в системе - см. выше "информационные меры") равно

$$V(N) = \log_2 N.$$

Пусть управляемая система обладает разнообразием $V(N_1)$, а управляющая - $V(N_2)$. Цель управляющей системы - уменьшить значение $V(N_1)$ за счет изменения $V(N_2)$. В свою очередь, изменение $V(N_1)$, как правило, влечет изменение и $V(N_2)$, а именно, управляющая система может эффективно выполнять присущие ей функции управления лишь при условии, если верно неравенство

$$V(N_2) \geq V(N_1).$$

Это неравенство выражает **принцип Эшби** (необходимого разнообразия управляемой системы): управляющая подсистема системы должна иметь более высокий уровень организации (или большее разнообразие, больший выбор), чем управляемая подсистема, т.е. многообразие может быть управляемо (разрушено) лишь многообразием.

Пример. Менеджер фирмы должен быть более подготовлен, более грамотен, организован, свободен в своих решениях, чем, например, продавец фирмы. Малые, средние фирмы, ООО, АО - необходимый фактор разнообразия, успешного развития бизнеса, так как они более динамичны, гибки, адаптируемы к рынку. В развитых рыночных системах они имеют больший вес, например, в США доля крупных корпораций не более 10%.

Функции и задачи управления системой:

1. Организация системы - полное, качественное выделение подсистем, описание их взаимодействий и структуры системы (как линейной, так и иерархической, сетевой или матричной).
2. Прогнозирование поведения системы, т.е. исследование будущего системы.

3. Планирование (координация во времени, в пространстве, по информации) ресурсов и элементов, подсистем и структуры системы, необходимых (достаточных - в случае оптимального планирования) для достижения цели системы.
4. Учет и контроль ресурсов, приводящих к тем или иным желаемым состояниям системы.
5. Регулирование - адаптация и приспособление системы к изменениям внешней среды.
6. Реализация тех или иных спланированных состояний, решений.

Функции и задачи управления системой взаимосвязаны, а также взаимозависимы.

Пример. Нельзя, например, осуществлять полное планирование в экономической системе без прогнозирования, учета и контроля ресурсов, без анализа спроса и предложения - основных регуляторов рынка. Экономика любого государства - всегда управляемая система, хотя подсистемы управления могут быть организованы по-разному, иметь различные элементы, цели, структуру, отношения.

По характеру управления, охвата подсистем и подцелей (цели системы) управление может быть:

1. стратегическое, направленное на разработку, корректировку стратегии поведения системы;
2. тактическое, направленное на разработку, корректировку тактики поведения системы.

По времени управляющего воздействия системы могут быть: долгосрочно и краткосрочно управляемые.

Иногда отождествляют стратегическое и долгосрочное, тактическое и краткосрочное управление, но это не всегда верно.

Пример. Любая серьезная экономическая система стратегического управления должна включать в себя управляющую (информационную) подсистему, обрабатывающую, актуализирующую стратегическую информацию об инновационных мероприятиях, инвестиционных условиях, о возможностях и состояниях рынков товаров, услуг, ценных бумаг, доступных ресурсах, финансовых условиях и критериях, принципах и методах управления и др. Такие системы обычно имеют следующие цели и, часто, соответствующие им структуры:

1. управление координацией (Project Integration Management);
2. управление целями (Project Scope Management);
3. управление временем (Project Time Management);
4. управление стоимостью (Project Cost Management);
5. управление качеством (Project Quality Management);
6. управление людскими ресурсами (Project Human Resource Management);
7. управление коммуникациями (Project Communication Management);
8. управление рисками (Project Risk Management);
9. управление поставками (Project Procurement Management).

Все эти функции тесно переплетены между собой.

Выявление управляющих параметров и их использование для *управления системой* может также способствовать уменьшению сложности системы. В свою очередь, уменьшение сложности системы может сделать систему управляемой.

Система называется устойчивой структурно (динамически; вычислительно; алгоритмически; информационно; эволюционно или самоорганизационно), если она сохраняет тенденцию стремления к тому состоянию, которое наиболее соответствует целям системы, целям сохранения качества без изменения структуры или не приводящим к сильным изменениям структуры (динамики поведения; вычислительных средств; алгоритмов функционирования системы; информационных потоков; эволюции или самоорганизации - см. ниже) системы на некотором заданном множестве ресурсов (например, на временном интервале). Расплывчатое понятие "сильное изменение" каждый раз должно быть конкретизировано, детерминировано.

Пример. Рассмотрим маятник, подвешенный в некоторой точке и отклоняемый от положения равновесия на угол $0 \leq \varphi \leq \pi$. Маятник будет структурно, вычислительно, алгоритмически и информационно *устойчив* в любой точке, а при $\varphi=0$ (состояние покоя маятника) - *устойчив* и динамически, и эволюционно (самоорганизационные процессы в маятнике на микроуровне мы не учитываем). При отклонении от устойчивого состояния равновесия маятник, самоорганизуясь, стремится к равновесию. При $\varphi=\pi$ маятник переходит в динамически неустойчивое состояние. Если же рассматривать лед (как систему), то при температуре таяния эта система структурно неустойчива. Рынок при неустойчивом спросе-предложении неустойчив структурно.

Чем многообразнее входные сигналы (параметры) системы, число различных состояний системы, тем многообразнее обычно выходные сигналы, тем сложнее система, тем актуальнее проблема поиска инвариантов управления.

Понятие сложности детализируется в различных предметных областях по-разному. Для конкретизации этого понятия необходимо учитывать предысторию, внутреннюю структуру (сложность) системы и управления, приводящие систему к *устойчивому* состоянию. Впрочем, все внутренние связи на практике достаточно трудно не только описать, но и обнаружить. В этих случаях помогает выяснение и описание связности системы, связной и *асимптотической устойчивости* ее.

Асимптотическая устойчивость системы состоит в возврате системы к равновесному состоянию при $t \rightarrow \infty$ из любого неравновесного состояния.

Пример. Известная игрушка "Ванька-встанька" - пример такой системы.

Пусть система S зависит от вектора факторов, переменных $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Матрицей системы назовем матрицу $E = ||e_{ij}||$ из 1 и 0: $e_{ij}=1$ лишь тогда, когда переменная x_i оказывает влияние на x_j .

Связная устойчивость состоит в *асимптотической устойчивости* системы при любых матрицах E .

Пример. Рассмотрим множество друзей $X = \{\text{Иванов, Петров, Сидоров}\}$ и городов $Y = \{\text{Москва, Париж, Нальчик}\}$. Тогда можно построить 3D-структуру в R_3 (в пространстве трех измерений - высота,

ширина, длина), образуемую связыванием элементов X и Y, например, по принципу "кто где был" (рис. 7.2). В этой структуре были использованы сетевые 2D-структуры X, Y (которые, в свою очередь, использовали 1D-структуры). При этом элементы X и Y можно брать как точки, элементы пространства нулевого измерения R_0 .

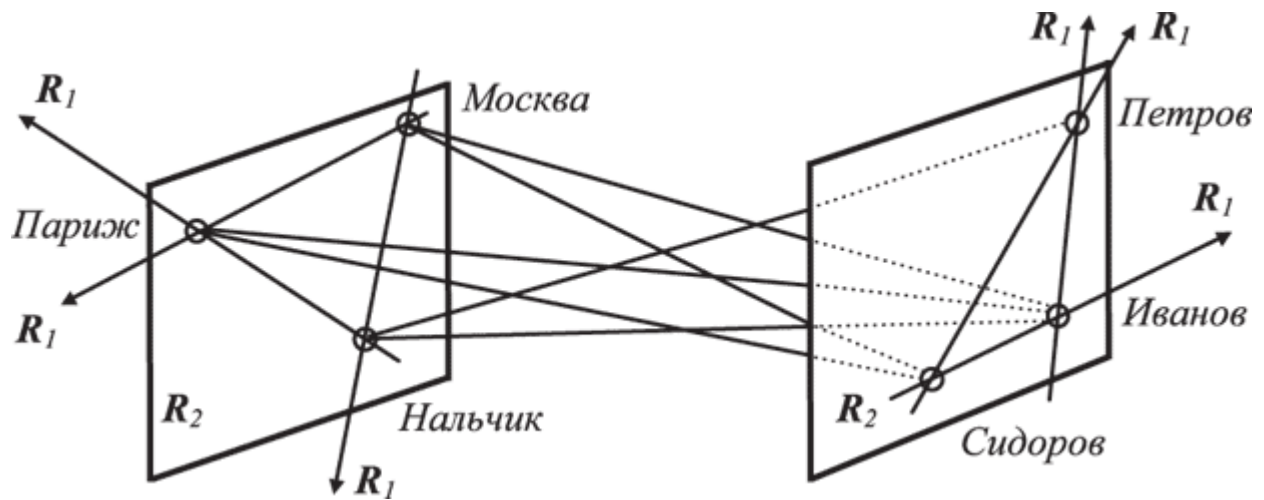


Рис. 7.2. Геометрическая иллюстрация сложных связанных структур

При системном анализе различных систем, особенно социально-экономических, удобным инструментом их изображения и изучения является инструментарий когнитивной структуризации и системно-когнитивная концепция.

Когнитология - междисциплинарное (философия, нейропсихология, психология, лингвистика, информатика, математика, физика и др.) научное направление, изучающее методы и модели формирования знания, познания, универсальных структурных схем мышления.

Цель когнитивной структуризации - формирование и уточнение гипотезы о функционировании исследуемой системы, т.е. структурных схем причинно-следственных связей, их качественной и(или) количественной оценки.

Причинно-следственная связь между системами (подсистемами) А и В положительна (отрицательна), если увеличение или усиление А ведет к увеличению или усилению (уменьшению или ослаблению) В.

Когнитивная схема (карта) ситуации представляет собой ориентированный взвешенный граф, который строится по правилам:

1. вершины взаимнооднозначно соответствуют выделенным факторам ситуации, в терминах которых описываются процессы в ситуации;
2. выявляются и оцениваются (положительное влияние, отрицательное влияние) причинно-следственные связи выделенных факторов друг на друга.

Пример. *Когнитивная структурная схема* для анализа проблемы энергопотребления может иметь следующий вид (рис. 7.3):

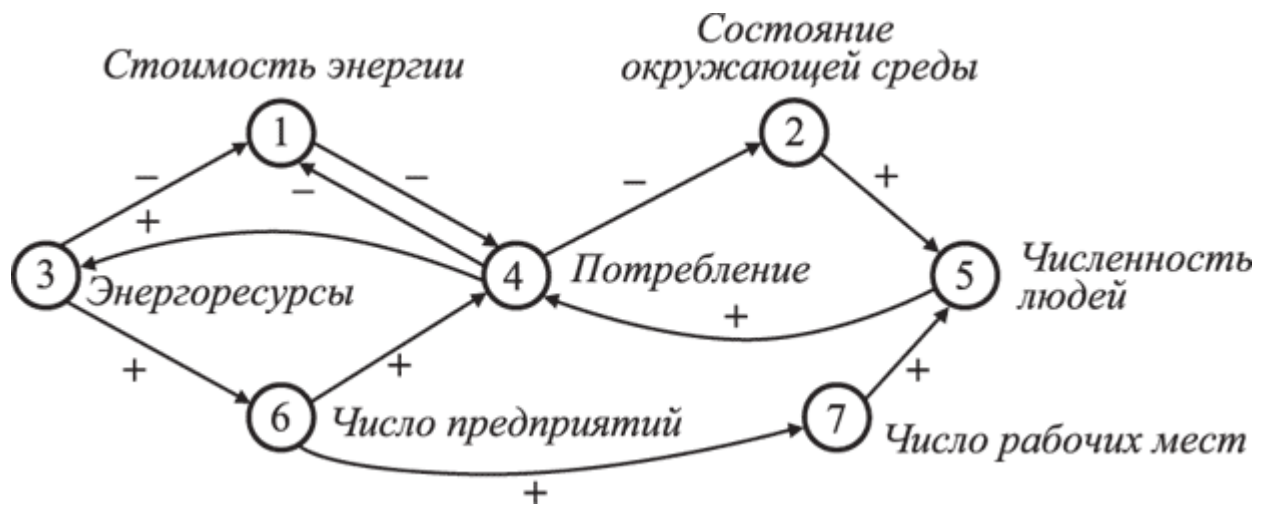


Рис. 7.3. Пример когнитивной карты

Кроме когнитивных схем (схем ситуаций) могут использоваться когнитивные решетки (шкалы, матрицы), которые позволяют определять стратегии поведения (например, производителя на рынке). Решетка образуется с помощью системы факторных координат, где каждая координата соответствует одному фактору, показателю (например, финансовому) или некоторому интервалу изменения этого фактора. Каждая область решетки соответствует тому или иному поведению. Показатели могут быть относительными (например, от 0 до 1), абсолютными (например от минимального до максимального), биполярными ("высокий или большой" - "низкий или маленький").

Пример. Такие решетки могут быть полезны, в частности, при оптимизации долевого распределения основной группы налогов между федеральным и региональным бюджетами, при выработке стратегии повышения бюджетного самообеспечения и др. На рис. 7.4 показана решетка в биполярной системе показателей; зона D - наиболее, зона А - наименее благоприятная.

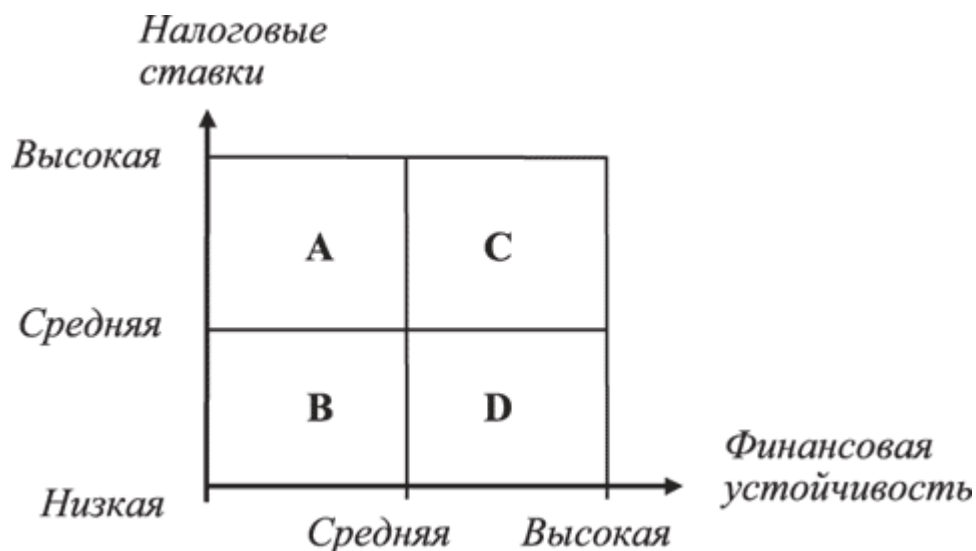


Рис. 7.4. Когнитивная решетка финансовой устойчивости фирмы

Когнитивный инструментарий позволяет снижать сложность исследования, формализации, структурирования, моделирования системы.

Когнитивная карта не отражает детальный характер или динамику изменения влияний в зависимости от изменения ситуации. Для этого необходимо построить соответствующую процедуру когнитивного системного анализа, по схеме, приводимой ниже.

Процедура когнитивного анализа системы, ситуации.

1. Выделение основных факторов системы.
2. Определение в выделенных факторах целевых факторов.
3. Определение факторов, которые могут влиять на целевые факторы.
4. Определение факторов, которые могут объяснять развитие системы, и их группировка в кластеры факторов (как правило, это иерархическая система, на нижнем уровне которой находятся наиболее элементарные, на следующем, - интегральные от них и т.д.).
5. Выделение в кластере группы интегральных факторов и характеризующих их показателей, которые могут быть информативными (поясняющими тенденции развития системы), и их детализация, формализация, математизация.
6. Определение связей между кластерами.
7. Определение связей и характера (например, положительный, отрицательный) и силы взаимовлияний внутри кластеров.
8. Проверка адекватности когнитивной схемы, т.е. сопоставление полученных результатов с логико-историческими проявлениями системы.
9. Корректировка, уточнение схемы.

Эта процедура лежит в основе системно-когнитивной концепции, на основе которой пытаются адекватно, структурированно, с помощью простых базовых когнитивных операций и, по возможности, формально, математически отразить и автоматизировать сущность процесса познания человеком, например, процессов вербализации, синтаксического синтеза, семантического анализа, макетирования, виртуализации и др.

К базовым когнитивным операциям (процедурам) можно отнести:

1. восприятие, регистрация свойства, отношения, объекта, процесса, системы;
2. присвоение уникального имени свойству, отношению, объекту, процессу, системе;
3. шкалирование и кластеризация, классификация;
4. обобщение;
5. сравнение;
6. идентификация, узнавание объекта по его проявлениям;
7. морфологический анализ (например, связей элементов);
8. синтаксический анализ (например, атрибутов элементов и классов);
9. семантический анализ (например, связей классов);
10. верификация, сопоставление с опытом и заключение об обучении;
11. планирование эксперимента;
12. принятие решения.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое управление системой и управление в системе? Поясните их отличия и сходства. Сформулируйте функции и задачи управления системой.
2. В чем состоит принцип Эшби? Каковы типы устойчивости систем? Как связаны сложность и устойчивость системы? Какова взаимосвязь функции и задач управления системой?
3. Что такое когнитология? Что такое когнитивная схема (решетка)? Для чего и как ее можно использовать?

Задачи и упражнения

1. Привести примеры использования (актуализации) принципа необходимого разнообразия управляемой системы и объяснить, что он регулирует.
2. Привести конкретную цель *управления системой* и управления для некоторой социально-экономической системы. Привести пример взаимосвязи *функций и задач управления системой*. Выделить параметры, с помощью которых можно *управлять системой*, изменять цели управления.
3. Построить когнитивную схему (решетку) одной проблемы на выбор.

Темы для научных исследований и рефератов

1. Цели, задачи, этапы и правила *управления системой* (в системе).
2. *Устойчивость* систем и их типы, виды.
3. *Когнитология* - синтетическая наука. *Когнитивные решетки (схемы)* - инструментарий познания систем.