

Тема 3

Закономерности функционирования и развития систем

Закономерности

Взаимодействия
части и целого

Целостность
или эмер-
джентность

Аддитивность

Прогрессиру-
ющая
факторизация

Прогрессирующая
систематизация

Иерархической
упорядоченности

Коммуника-
тивность

Иерархич-
ность

Осуществимости
систем

Эквифиналь-
ность

**Закон «необ-
ходимого
разнообра-
зия» Эшби**

Потенциаль-
ная эффек-
тивность
Флейшмана

Развития систем

Историч-
ность

Самоорга-
низация

Закономерности взаимодействия части и целого

Целостность (эмерджентность).

Закономерность целостности состоит в появлении (emerge - появляться) у системы новых свойств, отсутствующих у ее элементов.

Примеры: компьютер это совокупность составляющих, но если их просто свалить в кучу, не собрав в систему, он работать не будет.

В химии особо очевидны эти свойства, ведь каждое вещество обладает совсем другими свойствами по сравнению со свойствами составляющих этого вещества. Например, вода, состоящая из двух атомов водорода и одного кислорода. Вода обладает свойствами, которыми ни кислород, ни водород не обладает.

Социология только и занимается, что изучает эмерджентные свойства общества. Каждый человек в отдельности мыслит и действует не так, как он это делает в обществе.

Закономерности взаимодействия части и целого

Целостность (эмерджентность).

Для того чтобы глубже понять закономерность целостности, необходимо прежде всего учитывать две ее особенности:

- 1) свойства системы (целого) не являются простой суммой свойств составляющих ее элементов (частей);
- 2) свойства системы (целого) зависят от свойств составляющих ее элементов (частей).
Кроме двух основных особенностей, следует иметь в виду еще одну:
- 3) объединенные в систему элементы, как правило, утрачивают часть своих свойств, присущих им вне системы, но, с другой стороны, элементы, попав в систему, могут приобрести новые свойства.

Закономерности взаимодействия части и целого

Существует закономерность, двойственная по отношению к закономерности целостности – ее называют физической **аддитивностью**, независимостью, суммативностью, обособленностью.

Аддитивность – тип отношений между целым и его частями, при котором свойства целого полностью определяются свойствами частей.

Свойство физической аддитивности проявляется у системы, как бы распавшейся на независимые элементы.

Закономерности взаимодействия части и целого

Строго говоря, любая система находится, как правило, между состоянием абсолютной целостности и абсолютной аддитивности, и конкретное состояние системы можно охарактеризовать степенью проявления одного из этих свойств или тенденций к его нарастанию или уменьшению.

Для оценки этих тенденций американец А. Холл ввел две сопряженные закономерности:

- **прогрессирующая факторизация** - стремление системы к состоянию со все более независимыми элементами;
- **прогрессирующая систематизация** - стремлением системы к уменьшению самостоятельности элементов, т. е. к большей целостности.

Закономерности иерархической упорядоченности систем

Коммуникативность. Система не изолирована от других систем, она связана множеством коммуникаций со средой, представляющей собой, в свою очередь, сложное и неоднородное образование, содержащее надсистему (систему более высокого порядка, задающую требования и ограничения исследуемой системе), подсистемы (нижележащие, подведомственные системы) и системы одного уровня с рассматриваемой.

Такое сложное единство со средой названо закономерностью **коммуникативности**, которая, в свою очередь, легко помогает перейти к иерархичности как закономерности построения всего мира и любой выделенной из него системы.

Закономерности иерархической упорядоченности систем

Иерархичность.

Выделим *основные особенности* иерархической упорядоченности с точки зрения полезности их использования в качестве моделей системного анализа.

1. В силу закономерности коммуникативности, каждый уровень иерархической упорядоченности имеет особые взаимоотношения с вышестоящим и нижележащим уровнями.

Каждый уровень иерархии обладает свойством «двуликого Януса»: «лик», направленный в сторону нижележащего уровня, имеет характер автономного целого (системы), а «лик», направленный к узлу (вершине) вышестоящего уровня, проявляет свойства зависимой части.

Иерархичность

2. Закономерность целостности (т. е. качественные изменения свойств компонентов более высокого уровня по сравнению с объединяемыми компонентами нижележащего) проявляется на каждом уровне иерархии.

При этом объединение элементов в каждом узле иерархической структуры приводит не только к появлению новых свойств у узла и утрате объединяемыми компонентами свободы проявления некоторых своих свойств, но и к тому, что каждый подчиненный член иерархии приобретает новые свойства, отсутствовавшие у него в изолированном состоянии.

Иерархичность

3. При использовании иерархических представлений как средства исследования систем с неопределенностью происходит как бы расчленение «большой» неопределенности на более «мелкие», лучше поддающиеся исследованию.

При этом даже если эти «мелкие неопределенности» не удастся полностью раскрыть и объяснить, то все же иерархическое упорядочение частично снимает общую неопределенность, обеспечивает контроль за принятием решения, для которого используется иерархическое представление.

Закономерности осуществимости систем

Эквифинальность - свойство системы приходить различными путями из различных начальных состояний в одно и то же финальное состояние независимо от случайных изменений среды.

Примеры эквифинальности:

- управление самолетом с определенного момента посредством автопилота и способность достигать точки с заданными координатами при различных атмосферных условиях;
- поддержание в холодильнике с терморегулятором постоянной заданной температуры;
- внесение корректив в первоначальный план руководством проекта при изменении условий его реализации.

Закономерности осуществимости систем

Эквифинальность присуща, как правило, открытым системам и имеет важное значение для любых экономических систем.

В организации последних должен быть заложен механизм, обеспечивающий выход их в течение установленного периода на конечные экономические параметры: объем продаж, прибыль, длительность технологического цикла, качество и т. д.

Достижение этой финальной цели, естественно, может быть осуществлено разными вариантами, различающимися величиной текущих и единовременных затрат.

Поэтому здесь параллельно возникает другая задача — выбор экономически целесообразного варианта, обеспечивающего создание в системе механизма эквифинальности. Именно наличие последнего создает основу для устойчивого функционирования системы.

Закономерности осуществимости систем

Закон «необходимого разнообразия» Эшби У.Р.

По определению Уильяма Росса Эшби, первый фундаментальный закон кибернетики заключается в том, что разнообразие сложной системы требует управления, которое само обладает не меньшим разнообразием.

Поскольку на практике (напр., в экономической системе) создать столь сложный орган управления невозможно, то возникает целесообразность выделения подсистем управления, каждая из которых решает свою задачу в условиях определенной самостоятельности на относительно небольших участках системы.

Таким образом, данный закон дает теоретическое обоснование иерархической структуры управления экономическими системами. Он также требует расширения возможностей переработки информации, что достигается, например, созданием автоматизированных систем управления (АСУ).

Закон «необходимого разнообразия»

Пути совершенствования управления при усложнении производственных процессов:

1. Увеличение разнообразия системы управления, что может быть достигнуто на основе роста численности аппарата управления, повышения его квалификации, автоматизации и компьютеризации управленческих работ.
2. Уменьшение разнообразия объекта управления за счет установления более четких и определенных правил поведения элементов системы: унификация, стандартизация, типизация, введение поточного производства, сокращение номенклатуры деталей, узлов и т.п.
3. Снижение уровня требований к управлению, т.е. сокращение числа постоянно контролируемых и регулируемых параметров управляемой системы.
4. Самоорганизация объектов управления посредством ограничения контролируемых параметров с помощью создания саморегулирующихся подразделений

Закономерности осуществимости систем

Закономерность потенциальной эффективности Флейшмана Б.С.

Из элементов или процессов, обладающих определенными свойствами, при принятых правилах их взаимодействия принципиально невозможно создать систему более эффективную, чем позволяют сделать эти элементы, процессы и правила.

Б.С. Флейшман предложил количественные оценки осуществимости систем с точки зрения того или иного качества - предельные оценки жизнеспособности и потенциальной эффективности сложных систем.

Эти оценки исследовались применительно к техническим и экологическим системам, но могут быть использованы и для производственных систем.

Например, нужно уметь определять, когда исчерпываются потенциальные возможности существующей организационной структуры и возникает необходимость в ее преобразовании, когда устаревают и требуют обновления производственные комплексы, оборудование и т. п.

Закономерности развития систем

Историчность. Хотя, казалось бы, очевидно, что **любая система не может быть неизменной, что она не только возникает, функционирует, развивается, но и погибает**, и каждый легко может привести примеры становления, расцвета, упадка (старения) и даже смерти (гибели) биологических и социальных систем, все же для конкретных случаев развития организационных систем и сложных технических комплексов трудно определить эти периоды.

Поэтому в практике проектирования и управления на необходимость учета закономерности историчности начинают обращать все больше внимания. При этом закономерность историчности можно учитывать не только пассивно фиксируя старение, но и использовать для предупреждения «смерти» системы, разрабатывая «механизмы» реконструкции, реорганизации системы для сохранения ее в новом качестве.

Закономерности развития систем

Закономерность самоорганизации.

В любой реальной развивающейся системе сочетаются две противоречивые тенденции: с одной стороны, для всех открытых систем справедлив второй закон термодинамики, т. е. стремление к возрастанию энтропии (хаоса); а с другой стороны, наблюдаются негэнтропийные тенденции (движение к порядку, организации) .

Дж. Ван Гиг называет эту особенность развивающихся систем «дуализмом».

Обе тенденции присущи всем уровням развития материи. Однако на уровнях неживой природы негэнтропийные тенденции слабы и их редко удается измерить. Начиная с биологического уровня негэнтропийные тенденции становятся наблюдаемыми и измеримыми

Закономерность проявления негэнтропийных тенденций и назвали закономерностью самоорганизации.

Закономерность самоорганизации

Важные результаты в понимании закономерности самоорганизации получены в исследованиях, которые относят к развивающейся науке, называемой **синергетикой**.

Синергетика занимается изучением систем, состоящих из многих подсистем самой различной природы, таких как электроны, атомы, молекулы, клетки, механические элементы, животные и даже люди. Это наука о самоорганизации систем, о превращении хаоса в порядок.

Самоорганизующиеся системы обретают присущие им структуры или функции без какого бы то ни было вмешательства извне. Обычно эти системы состоят из большого числа подсистем. При изменении определенных условий, которые называются управляющими параметрами, в системе образуются качественно новые структуры.

Закономерность самоорганизации

Бельгийский ученый И.Р. Пригожин, назвавший науку о самоорганизации **синергетикой**, пришел к своим идеям из анализа специфических химических реакций, которые приводят к образованию неустойчивой, пространственной структуры, благодаря чему система может переходить в новое состояние (кипение воды).

В сложных развивающихся системах закономерность самоорганизации проявляется в том, что в зависимости от преобладания энтропийных или неэнтропийных тенденций система любого уровня может либо развиваться в направлении более высокого уровня и переходить на него, либо, напротив, может происходить энтропийный процесс упадка и перехода системы на более низкий уровень существования.