

Лекция №4. Закономерности систем

Целостность

Целостность. Закономерность целостности проявляется в системе в возникновении новых интегративных качеств, не свойственных образующим ее компонентам. Чтобы глубже понять закономерность целостности, необходимо рассмотреть две ее стороны:

1. свойства системы (целого) не являются суммой свойств элементов или частей (несводимость целого к простой сумме частей);
2. свойства системы (целого) зависят от свойств элементов, частей (изменение в одной части вызывает изменение во всех остальных частях и во всей системе).

Существенным проявлением закономерности целостности являются новые взаимоотношения системы как целого со средой, отличные от взаимодействия с ней отдельных элементов.

$$Q_s \neq \sum_{i=1}^n q_i$$

Свойство целостности связано с целью, для выполнения которой предназначена система.

Весьма актуальным является оценка степени целостности системы при переходе из одного состояния в другое. В связи с этим возникает двойственное отношение к закономерности целостности. Ее называют физической аддитивностью, независимостью, суммативностью, обособленностью. Свойство физической аддитивности проявляется у системы, как бы распавшейся на независимые элементы. Строго говоря, любая система находится всегда между крайними точками как бы условной шкалы: абсолютная целостность — абсолютная аддитивность, и рассматриваемый этап развития системы можно охарактеризовать степенью проявления в ней одного или другого свойства и тенденцией к его нарастанию или уменьшению.

$$Q_s = \sum_{i=1}^n q_i$$

Для оценки этих явлений А. Холл ввел такие закономерности, как «прогрессирующая факторизация» (стремление системы к состоянию со все более независимыми элементами) и «прогрессирующая систематизация» (стремление системы к уменьшению самостоятельности элементов, т. е. к большей целостности). Существуют методы введения сравнительных количественных оценок степени целостности, коэффициента использования элементов в целом с точки зрения определенной цели.

Интегративность

Интегративность. Этот термин часто употребляют как синоним целостности. Однако им подчеркивают интерес не к внешним факторам проявления целостности, а к более глубоким причинам формирования этого свойства и, главное,— к его сохранению. Интегративными называют системообразующие, системоохраняющие факторы, важными среди которых являются неоднородность и противоречивость ее элементов.

Коммуникативность

Коммуникативность. Эта закономерность составляет основу определения системы, предложенного В. Н. Садовским и Э. Г. Юдиным в книге «Исследования по общей теории систем». Система образует особое единство со средой; как правило, любая исследуемая система представляет собой элемент системы более высокого порядка; элементы любой исследуемой системы, в свою очередь, обычно выступают как системы более низкого порядка.

Иными словами, система не изолирована, она связана множеством коммуникаций со средой, которая не однородна, а представляет собой сложное образование, содержит надсистему (или даже надсистемы), задающую требования и ограничения исследуемой системе, подсистемы и системы одного уровня с рассматриваемой.

Иерархичность

Рассмотрим иерархичность как закономерность построения всего мира и любой выделенной из него системы. Иерархическая упорядоченность пронизывает все, начиная от атомно-молекулярного уровня и кончая человеческим обществом. Иерархичность как закономерность заключается в том, что закономерность целостности проявляется на каждом уровне иерархии. Благодаря этому на каждом уровне возникают новые свойства, которые не могут быть выведены как сумма свойств элементов. При этом важно, что не только объединение элементов в каждом узле приводит к появлению новых свойств, которых у них не было, и утрате некоторых свойств элементов, но и что каждый член иерархии приобретает новые свойства, отсутствующие у него в изолированном состоянии.

Таким образом, на каждом уровне иерархии происходят сложные качественные изменения, которые не всегда могут быть представлены и объяснены. Но именно благодаря этой особенности рассматриваемая закономерность приводит к интересным следствиям. Во-первых, с помощью иерархических представлений можно отображать системы с неопределенностью.

Во-вторых, построение иерархической структуры зависит от цели: для многоцелевых ситуаций можно построить несколько иерархических структур, соответствующих разным условиям, и при этом в разных структурах могут принимать участие одни и те же компоненты. В-третьих, даже при одной и той же цели, если поручить формирование иерархической структуры разным исследователям, то в зависимости от их предшествующего опыта, квалификации и знания системы они могут получить разные иерархические структуры, т. е. по-разному разрешить качественные изменения на каждом уровне иерархии.

Эквифинальность

Это одна из наименее исследованных закономерностей. Она характеризует предельные возможности систем определенного класса сложности. Л. фон Берталанфи, предложивший этот термин, определяет эквифинальность применительно к «открытой» системе как способность (в отличие от состояний равновесия в закрытых системах) полностью детерминированных начальными условиями систем достигать не зависящего от времени состояния (которое не зависит от ее исходных условий и определяется исключительно параметрами системы). Потребность во введении этого понятия возникает начиная с некоторого уровня сложности, например биологические системы.

В настоящее время не исследован ряд вопросов этой закономерности: какие именно параметры в конкретных системах обеспечивают свойство эквивалентности? как обеспечивается это свойство? как проявляется закономерность эквивалентности в организационных системах?

Историчность

Время является неперменной характеристикой системы, поэтому каждая система исторична, и это такая же закономерность, как целостность, интегративность и др. Легко привести примеры становления, расцвета, упадка и даже смерти биологических и общественных систем, но для технических и организационных систем определить периоды развития довольно трудно.

Основа закономерности историчности — внутренние противоречия между компонентами системы. Но как управлять развитием или хотя бы понимать приближение соответствующего периода развития системы — эти вопросы еще мало исследованы.

В последнее время на необходимость учета закономерности историчности начинают обращать больше внимания. В частности, в системотехнике при создании сложных технических комплексов требуется на стадии проектирования системы рассматривать не только вопросы разработки и обеспечения развития системы, но и вопрос, как и когда нужно ее уничтожить. Например, списание техники, особенно сложной — авиационной, «захоронение» ядерных установок и др.

Закон необходимого разнообразия

Закон необходимого разнообразия. Его впервые сформулировал У. Р. Эшби: чтобы создать систему, способную справиться с решением проблемы, обладающей определенным, известным разнообразием, нужно, чтобы сама система имела еще большее разнообразие, чем разнообразие решаемой проблемы, или была способна создать в себе это разнообразие. Этот закон достаточно широко применяется на практике. Он позволяет, например, получить рекомендации по совершенствованию системы управления предприятием, объединением, отраслью.

Закономерность осуществимости и потенциальной эффективности систем

Закономерность осуществимости и потенциальной эффективности систем. Исследования взаимосвязи сложности структуры системы со сложностью ее поведения позволили получить количественные выражения предельных законов для таких качеств системы, как надежность, помехоустойчивость, управляемость и др. На основе этих законов оказалось возможным получение количественных оценок порогов осуществимости систем с точки зрения того или иного качества, а объединяя качества — предельные оценки жизнеспособности и потенциальной эффективности сложных систем.

Закономерность целеобразования

Закономерность целеобразования. Исследования процесса целеобразования в сложных системах философами, психологами и кибернетиками позволили сформулировать некоторые общие закономерности процессов обоснования и структуризации целей в конкретных условиях совершенствования сложных систем:

Зависимость представления о цели и формулировки цели от стадии познания объекта (процесса). Анализ понятия «цель» позволяет сделать вывод, что, формулируя цель, нужно стремиться отразить в формулировке или в способе представления цели ее активную роль в познании и в то же время сделать ее реалистичной, направить с ее помощью деятельность на получение определенного результата. При этом формулировка цели и представление о ней зависит от стадии познания объекта и в процессе развития представления об объекте цель может переформулироваться. Коллектив, формирующий цель, должен определить, в каком

смысле на данном этапе рассмотрения объекта употребляется понятие цель, к какой точке «условной шкалы» («идеальное устремление в будущее» — «конкретный результат деятельности») ближе принимаемая формулировка цели.

Зависимость цели от внутренних и внешних факторов. При анализе причин возникновения цели нужно учитывать как внешние по отношению к выделенной системе факторы (внешние потребности, мотивы, программы), так и внутренние потребности, мотивы, программы («самодвижение» целостности). При этом цели могут возникать на основе противоречий как между внешними и внутренними факторами, так и между внутренними факторами, имевшимися ранее и вновь возникающими в находившейся в постоянном самодвижении целостности. Это очень важное отличие организационных «развивающихся», открытых систем от технических (замкнутых, закрытых) систем. Теория управления техническими системами оперирует понятием цели только по отношению к. внешним факторам, а в открытых, развивающихся системах цель формируется внутри системы, и внутренние факторы, влияющие на формирование целей, являются такими же объективными, как и внешние.

Возможность сведения задачи формирования общей (главной, глобальной) цели к задаче структуризации цели. Анализ процессов формулирования глобальной цели в сложной системе показывает, что эта цель возникает в сознании руководителя или коллектива не как единичное понятие, а как некоторая, достаточно «размытая» область. На любом уровне цель возникает вначале в виде «образа» цели. При этом достичь одинакового понимания общей цели всеми исполнителями, по видимому, принципиально невозможно без ее детализации в виде упорядоченного или неупорядоченного набора взаимосвязанных подцелей, которые делают ее понятной и более конкретной для разных исполнителей. Таким образом, задача формулирования общей цели в сложных системах должна быть сведена к задаче структуризации цели.

Следующие закономерности являются продолжением двух первых применительно к структурам цели.

Зависимость способа представления структуры целей от стадии познания объекта или процесса (продолжение первой закономерности). Наиболее распространенным способом представления структур целей является древовидная иерархическая структура. Существуют и другие способы отображения: иерархия со «слабыми» связями, табличное или матричное представление, сетевая модель. Иерархическое и матричное описание — это декомпозиция цели в пространстве, сетевая модель — декомпозиция во времени. Промежуточные подцели могут формулироваться по мере достижения предыдущей, что может использоваться как средство управления. Перспективным представляется развертывание иерархических структур во времени, т.е. сочетание декомпозиции цели в пространстве и во времени.

Проявление в структуре целей закономерности целостности. В иерархической структуре целей, как и в любой иерархической структуре, закономерность целостности проявляется на каждом уровне иерархии. Применительно к структуре целей это означает, что достижение целей вышележащего уровня не может быть полностью обеспечено достижением подцелей, хотя и зависит от них, и что потребности, мотивы, программы, влияющие на формирование целей, нужно исследовать на каждом уровне иерархии.

Системный подход и системный анализ

Применения системных представлений для анализа сложных объектов и процессов рассматривают системные направления, включающие в себя: системный подход, системные исследования, системный анализ (системологию, системотехнику и т. п.). За исключением системотехники, область которой ограничена техническими системами, все другие термины часто употребляются как синонимы. Однако в последнее время системные направления начали применять в более точном смысле.

Системный подход. Этот термин начал применяться в первых работах, в которых элементы общей теории систем использовались для практических приложений. Используя этот термин, подчеркивали необходимость исследования объекта с разных сторон, комплексно, в отличие от ранее принятого разделения исследований на физические, химические и др. Оказалось, что с помощью многоаспектных исследований можно получить более правильное представление о реальных объектах, выявить их новые свойства, лучше определить взаимоотношения объекта с внешней средой, другими объектами. Заимствованные при этом понятия теории систем вводились не строго, не исследовался вопрос, каким классом систем лучше отобразить объект, какие свойства и закономерности этого класса следует учитывать при конкретных исследованиях и т. п. Иными словами, термин «системный подход» практически использовался вместо терминов «комплексный подход», «комплексные исследования».

Системные исследования. В работах под этим названием понятия теории систем используются более конструктивно: определяется класс систем, вводится понятие структуры, а иногда и правила ее формирования и т. п. Это был следующий шаг в системных направлениях. В поисках конструктивных рекомендаций появились системные направления с разными названиями: системотехника, системология и др. Для их обобщения стал применяться термин «системные исследования». Часто в работах использовался аппарат исследования операций, который к тому времени был больше развит, чем методы конкретных системных исследований.

Системный анализ. В настоящее время системный анализ является наиболее конструктивным направлением. Этот термин применяется неоднозначно. В одних источниках он определяется как «приложение системных концепций к функциям управления, связанным с планированием» [5]. В других — как синоним термина «анализ систем» (Э. Квейд) или термина «системные исследования» (С. Янг). Однако независимо от того, применяется он только к определению структуры целей системы, к планированию или к исследованию системы в целом, включая и функциональную и обеспечивающую части, работы по системному анализу существенно отличаются от рассмотренных выше тем, что в них всегда предлагается методология проведения исследования и делается попытка выделить этапы исследования и предложить методику выполнения этих этапов в конкретных условиях. В этих работах всегда уделяется особое внимание определению целей системы, вопросам формализации представления целей. Некоторые авторы даже подчеркивают это в определении: системный анализ — это методология исследования целенаправленных систем (Д. Киланд, В. Кинг).

Термин «системный анализ» впервые появился в связи с задачами военного управления в исследованиях RAND Corporation (1948), а в отечественной литературе получил широкое распространение после выхода в 1969 г. книги С. Оптнера «Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем».

В начале работы по системному анализу в большинстве случаев базировались на идеях теории оптимизации и исследования операций. При этом особое внимание уделялось стремлению в той или иной форме получить выражение, связывающее цель со средствами, аналогичное критерию функционирования или показателю эффективности, т. е. отобразить объект в виде хорошо организованной системы.

Так, например, в ранних руководящих материалах по разработке автоматизированных систем управления (АСУ) рекомендовалось цели представлять в виде набора задач и составлять матрицы, связывающие задачи с методами и средствами достижения. Правда, при практическом применении этого подхода довольно быстро выяснялась его недостаточность, и исследователи стали прежде всего обращать внимание на необходимость построения моделей, не просто фиксирующих цели, компоненты

л связи между ними, а позволяющих накапливать информацию, вводить новые компоненты, выявлять новые связи и т. д., т. е. отображать объект в виде развивающейся системы, не всегда предлагая, как это делать.

Позднее системный анализ начинают определять как «процесс последовательного разбиения изучаемого процесса на подпроцессы» (С. Янг) и основное внимание уделяют поиску приемов, позволяющих организовать решение сложной проблемы путем расчленения ее на подпроблемы и этапы, для которых становится возможным подобрать методы исследования и исполнителей. В большинстве работ стремились представить многоступенчатое расчленение в виде иерархических структур типа «дерева», но в ряде случаев разрабатывались методики получения вариантов структур, определяемых временными последовательностями функций.

В настоящее время системный анализ развивается применительно к проблемам планирования и управления, и в связи с усилением внимания к программно-целевым принципам в планировании этот термин стал практически неотделим от терминов «целеобразование» и «программно-целевое планирование и управление». В работах этого периода системы анализируются как целое, рассматривается роль процессов целеобразования в развитии целого, роль человека. При этом оказалось, что в системном анализе не хватает средств: развиты в основном средства расчленения на части, но почти нет рекомендаций, как при расчленении не утратить целое. Поэтому наблюдается усиление внимания к роли неформализованных методов при проведении системного анализа. Вопросы сочетания и взаимодействия формальных и неформальных методов при проведении системного анализа не решены. Но развитие этого научного направления идет по пути их решения.

Теория БС с точки зрения системного анализа проблемы включает три основных научных направления:

1. кибернетику как науку об управлении, включающую анализ информационных процессов в системах с управлением;
2. исследование операций как науку, дающую количественное обоснование степени соответствия управления целевому назначению системы;
3. экономические исследования (технико-экономические, военно-экономические исследования), дающие возможность анализировать процесс функционирования основных средств системы.
4. Следовательно, предметом теории систем применительно к большим организационным системам является круг проблем, связанных с анализом

целенаправленной деятельности коллективов людей, функционирования техники, которой управляют люди, и техники с силами природы.

Оглавление

Лекция №4. Закономерности систем	1
Целостность	1
Интегративность.....	1
Коммуникативность	2
Эквифинальность	2
Закон необходимого разнообразия	3
Закономерность осуществимости и потенциальной эффективности систем.....	3
Закономерность целеобразования.....	3
Системный подход и системный анализ	5