

1. ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

1.1. Понятия и направления системного анализа

Системный анализ как дисциплина сформировался в результате возникновения необходимости исследовать и проектировать сложные системы, управлять ими в условиях неполноты информации, ограниченности ресурсов и дефицита времени. Системный анализ является дальнейшим развитием целого ряда дисциплин, таких как исследование операций, теория оптимального управления, теория принятия решений, экспертный анализ, теория организации эксплуатации систем и т.д. Перечисленные теоретические дисциплины являются базой и методологической основой системного анализа.

Системный анализ – научный метод познания, представляющий собой последовательность действий по установлению структурных связей между переменными или элементами исследуемой системы. Опирается на комплекс общенаучных, экспериментальных, естественнонаучных, статистических, математических методов.

Таким образом, системный анализ является междисциплинарным курсом, обобщающим методологию исследования сложных технических, природных и социальных систем.

Широкое распространение идей и методов системного анализа, а главное – успешное их применение на практике стало возможным только с внедрением и повсеместным использованием ЭВМ. Именно применение ЭВМ как инструмента решения сложных задач позволило перейти от построения теоретических моделей систем к широкому их практическому применению.

Современный этап развития теории и практики характеризуется повышением уровня системности в технической сфере. Отметим очевидные и обязательные признаки системности объекта:

- *структурированность объекта;*
- *взаимосвязанность составляющих частей объекта;*
- *подчиненность организации объекта определенной цели.*

Свойство системности присуще результатам познания. В технических науках это реализуется в построении адекватных моделей, являющихся отражением исследуемых объектов, моделей, описывающих динамическое поведение материальных объектов.

Центральной проблемой системного анализа является проблема принятия решения. Применительно к задачам исследования, проектирования и управления сложными системами проблема принятия решения связана с выбором определенной альтернативы в условиях различного рода неопределенности. Неопределенность обусловлена многокритериальностью задач оптимизации, неопределенностью целей развития систем, неоднозначностью сценариев развития системы, недостаточностью априорной информации о системе, воздействием случайных факторов в ходе динамического развития системы и прочими условиями.

Учитывая данные обстоятельства, *системный анализ можно определить как дисциплину, занимающуюся проблемами принятия решений в условиях, когда выбор альтернативы требует анализа сложной информации различной физической природы.*

Главным содержанием дисциплины «Элементы системного анализа» являются сложные проблемы принятия решений, при изучении которых неформальные процедуры, представления здравого смысла и способы описания ситуаций играют не меньшую роль, чем формальный математический аппарат.

Системный анализ является дисциплиной синтетической. В нем можно выделить три главных научных направления. Эти три направления соответствуют трём этапам, которые всегда присутствуют в исследовании сложных систем:

- 1) построение модели исследуемой системы;
- 2) постановка задачи исследования системы;
- 3) решение поставленной математической задачи.

Рассмотрим данные этапы.

Построение модели есть описание процесса на языке математики. При построении модели осуществляется математическое описание явлений и процессов, происходящих в системе. Поскольку знание всегда относительно, описание на любом языке отражает лишь некоторые стороны происходящих процессов и никогда не является абсолютно полным. С другой стороны, следует отметить, что при построении модели необходимо уделять основное внимание тем сторонам изучаемого процесса, которые интересуют исследователя. Глубоко ошибочным является желание при построении модели системы отразить все стороны существования системы. При проведении системного анализа, как правило, интересуются динамическим пове-

дением системы, причем при описании динамики с точки зрения проводимого исследования есть первостепенные параметры и взаимодействия, а есть несущественные в данном исследовании параметры. Таким образом, качество модели определяется соответствием выполненного описания тем требованиям, которые предъявляются к исследованию, соответствием получаемых с помощью модели результатов ходу наблюдаемого процесса или явления. Построение математической модели есть основа всего системного анализа, центральный этап исследования или проектирования любой системы. От качества модели зависит результат всего системного анализа.

Постановка задачи исследования. На данном этапе формулируется цель анализа. Цель исследования предполагается внешним фактором по отношению к системе. Таким образом, цель становится самостоятельным объектом исследования. Цель должна быть формализована. Задача системного анализа состоит в проведении необходимого анализа неопределенностей, ограничений и формулировании, в конечном счете, некоторой оптимизационной задачи:

$$f(x) \rightarrow \max, x \in G, G \subset E. \quad (*.5)$$

где x – элемент некоторого нормированного пространства G , определяемого природой модели, E – множество, которое может иметь сколь угодно сложную природу, определяемую структурой модели и особенностями исследуемой системы. Таким образом, задача системного анализа на этом этапе трактуется как некоторая оптимизационная проблема.

Решение поставленной математической задачи. Только этот третий этап анализа можно отнести собственно к этапу, использующему в полной степени математические методы. Хотя без знания математики и возможностей ее аппарата успешное выполнение двух первых этапов невозможно, так как и при построении модели системы, и при формулировании цели и задач анализа широкое применение должны находить методы формализации. Однако отметим, что именно на завершающем этапе системного анализа могут потребоваться тонкие математические методы. Но следует иметь в виду, что задачи системного анализа могут иметь ряд особенностей, которые приводят к необходимости применения наряду с формальными процедурами эвристических подходов. Причины, по которым обращаются к эвристическим методам, в первую очередь связаны с недос-

татком априорной информации о процессах, происходящих в анализируемой системе. Также к таковым причинам можно отнести большую размерность вектора x и сложность структуры множества G . В данном случае трудности, возникающие в результате необходимости применения неформальных процедур анализа зачастую являются определяющими. Успешное решение задач системного анализа требует использования на каждом этапе исследования неформальных рассуждений. Ввиду этого проверка качества решения, его соответствие исходной цели исследования превращается в важнейшую теоретическую проблему.

1.2. Объект системного анализа

Объектом изучения системного анализа являются сложные системы. В «Философском словаре» *система* определяется как «совокупность элементов, находящихся в определенных отношениях и связях между собой и образующих некоторое целостное единство».

В технических науках *системой* называется упорядоченная совокупность материальных объектов (элементов), объединенных какими-либо связями (механическими, информационными), предназначенных для достижения определенной цели и достигающих её наилучшим образом.

В данном определении выделяется три основных компонента системы – элементы, связи и операции. Важной особенностью системы является то, что она создается или функционирует для достижения определенной цели. То есть в результате динамического поведения системы решаются какие-то определенные задачи, которые в конечном итоге приводят к достижению глобальной цели функционирования или развития системы.

Под *автоматизированной системой* понимается программно-аппаратный комплекс, выполненный на базе средств измерительной и вычислительной техники, предназначенный для решения задач управления на основе получения и использования моделей объекта управления. В данном определении констатируется, что автоматизированная система является искусственной системой, создаваемой человеком. Для таких систем конечное состояние или цель функционирования задается заранее, а их поведение направлено на достижение поставленной цели. Цель автоматизированной системы состоит в решении выделенного набора задач автоматизации управления, как правило, поведением технического объекта.

Также *автоматизированная система* – это совокупность частей (технических средств, математических методов, коллектива исполнителей), образующая организационное комплексное единое целое и обеспечивающая решение требуемого набора задач автоматизации с заданной точностью в пределах ограничений во времени и стоимости. В данном определении уточняется состав элементов, из которых строится система. Также отмечается, что разработка и функционирование системы должны производиться с учетом некоторых ограничений. Иными словами к системе предъявляются определенные требования оптимальности.

Первая существенная особенность системы состоит в том, что система обладает новыми свойствами по сравнению с элементами, из которых она состоит. При этом система есть не просто механический набор элементов, а целенаправленное их соединение в виде определенных структур и взаимосвязей. Система есть организационное единство элементов. Нарушение взаимосвязей приведет к разрушению системы.

Вторая особенность систем состоит в том, что они обладают свойствами оптимальности. Системы проектируются с учетом критериев оптимальности и функционируют согласно построенным заранее оптимальным планам. Следующая черта, которая отражается в определении системы, – это цель или назначение системы. Системы создаются для достижения какой-либо цели, для решения определенных задач. Не существует систем, не предназначенных ни для чего, не решающих никаких задач. Любая система имеет свое предназначение.

1.3. Свойства сложных систем

В процессе изучения особенностей функционирования и развития сложных открытых систем с активными элементами был выявлен ряд свойств, помогающих глубже понять диалектику части и целого в системе, чтобы учитывать их при принятии решений. Рассмотрим основные из этих свойств.

Целостность (эмерджентность) – свойство системы, заключающееся в появлении у неё новых свойств, отсутствующих у её отдельных элементов. Проявление этой закономерности легко пояснить на примерах поведения популяций, социальных систем и даже технических объектов (свойства станка отличаются от свойств деталей, из которых он собран).

Например, транзистор может использоваться в различных режимах работы в разных устройствах – радиоприемниках, телевизорах и т.п., а став элементом системы автоматического управления станком, он утратил эти возможности и сохранил только свойство работать в необходимом для этой схемы режиме.

Таким образом, первая сторона закономерности целостности характеризует изменение взаимоотношений системы как целого со средой (по сравнению с взаимодействием с ней отдельно взятых элементов) и утрату элементами некоторых свойств, когда они становятся элементами системы. Эти изменения бывают настолько разительны, что может показаться, будто свойства системы вообще не зависят от свойств элементов. Поэтому необходимо обращать внимание на вторую сторону свойства целостности.

Свойство целостности связано с целью, для выполнения которой создается система. При этом, если цель не задана в явном виде, а у отображаемого объекта наблюдаются целостные свойства, можно попытаться определить цель или выражение, связывающее цель со средствами ее достижения (целевую функцию, системообразующий критерий), путем изучения причин появления свойства целостности.

Наряду с изучением причин возникновения целостности можно получать полезные для практики результаты путем сравнительной оценки степени целостности систем (и их структур) при неизвестных причинах её возникновения. В связи с этим обратимся к свойству, двойственному по отношению к закономерности целостности. Её называют *физической аддитивностью, независимостью, суммативностью, обособленностью*.

Свойство физической аддитивности проявляется у системы, как бы распавшейся на независимые элементы. В этом крайнем случае и говорить-то о системе нельзя. Но, к сожалению, на практике существует опасность искусственного разложения системы на независимые элементы, даже когда при внешнем графическом изображении они кажутся элементами системы.

Строго говоря, любая развивающаяся система находится, как правило, между состоянием абсолютной целостности и абсолютной аддитивности, и выделяемое состояние системы (ее «срез») можно охарактеризовать степенью проявления одного из этих свойств или тенденций к его нарастанию или уменьшению.

Интегративность. Этот термин часто употребляется как синоним целостности. Однако некоторые исследователи выделяют это свойство как самостоятельное, стремясь подчеркнуть интерес не к внешним факторам проявления целостности, а к более глубоким причинам, обуславливающим возникновение этого свойства, к факторам, обеспечивающим сохранение целостности.

Интегративными называют системообразующие, системосохраняющие факторы, в числе которых важную роль играют неоднородность и противоречивость элементов, с одной стороны, и стремление их вступать в коалиции с другой стороны. В связи с этим отметим, что носителями целостного знания о мире являются философские концепции, опираясь на которые можно дополнить закономерность интегративности рекомендациями, основанными на закономерностях развития систем, базирующихся на законах диалектики.

Коммуникативность. Это свойство составляет основу определения системы, из которого следует, что 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.

Иерархичность. Закономерность иерархичности, или иерархической упорядоченности, была в числе первых закономерностей теории систем, которые выделил и исследовал Л. фон Берталанфи. Он, в частности, показал связь иерархической упорядоченности мира с явлениями дифференциации и негэнтропийными тенденциями, т.е. с закономерностями самоорганизации, развития открытых систем, рассматриваемыми ниже.

Исследование иерархической упорядоченности в организационных системах с использованием информационного подхода позволили сделать вывод о том, что между уровнями и элементами иерархических систем существуют более сложные взаимосвязи, чем это может быть отражено в графическом изображении иерархической

структуры. В частности, если даже между элементами одного уровня иерархии нет явных связей («горизонтальных»), то они все равно взаимосвязаны через вышестоящий уровень.

Эквифинальность характеризует как бы предельные возможности системы. Л. фон Берталанфи, предложивший этот термин, определил эквифинальность как «способность в отличие от состояния равновесия в закрытых системах, полностью детерминированных начальными условиями достигать не зависящего от времени состояния, которое не зависит от ее начальных условий и определяется исключительно параметрами системы».

Потенциальная эффективность. На основе того или иного качества (надежность, помехоустойчивость, управляемость и др.) можно получить количественные оценки осуществимости систем – предельные оценки жизнеспособности и потенциальной эффективности сложных систем.

Историчность. Любая система не может быть неизменной, 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 периоды их расцвета и старения. Не всегда руководители организаций и конструкторы технических систем учитывают, что время является неременной характеристикой системы, что каждая система подчиняется закономерности историчности, и что эта закономерность — такая же объективная, как целостность, иерархическая упорядоченность и др.

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.

При создании сложных технических комплексов рекомендуется уже в процессе проектирования корректировать технический проект с учетом старения идеи, положенной в его основу, рассматривать не только вопросы создания и обеспечения развития системы, но и во-

прос о том, когда и как ее нужно уничтожить (возможно, предусмотрев «механизм» ее уничтожения или самоликвидации) и при создании технической документации, сопровождающей систему, включать в нее не только вопросы эксплуатации системы, но и срок жизни, ликвидацию. При регистрации предприятий требуется, чтобы в уставе был предусмотрен этап ликвидации предприятия.

Самоорганизация. В числе основных особенностей самоорганизующихся систем с активными элементами были названы способность противостоять энтропийным тенденциям, способность адаптироваться к изменяющимся условиям, преобразуя при необходимости свою структуру и т.п.

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

1.4. Классификация систем

Классификация систем в системном анализе может вестись по различным классификационным признакам:

- 1) *по виду отображаемого объекта:* технические, биологические, социальные и т. п.;
- 2) *по характеру поведения:* детерминированные, стохастические, игровые;
- 3) *по типу взаимодействия со средой:* открытые и закрытые;
- 4) *по сложности структуры и поведения:* простые и сложные;
- 5) *по виду научного направления, используемого для их моделирования:* математические, физические, химические и др.;
- 6) *по степени организованности:* хорошо организованные, плохо организованные и самоорганизующиеся.

Рассмотрим некоторые из представленных видов классификации. *Детерминированной* называется система, состояние которой в будущем однозначно определяется ее состоянием в настоящий момент времени и законами, описывающими переходы элементов и системы из одних состояний в другие. Составные части в детерминированной системе взаимодействуют точно известным образом. Примером детерминированной системы может служить механиче-

ский арифмометр. Установка соответствующих чисел на валике и задание порядка вычисления однозначно определяют результат работы устройства. То же самое можно сказать о калькуляторе, если считать его абсолютно надежным.

Вероятностные или *стохастические* системы - это системы, поведение которых описывается законами теории вероятностей. Для вероятностной системы знание текущего состояния и особенностей взаимной связи элементов недостаточно для предсказания будущего поведения системы со всей определенностью. Для такой системы имеется ряд направлений возможных переходов из одних состояний в другие, т. е. имеется группа сценариев преобразования состояний системы, и каждому сценарию поставлена в соответствие своя вероятность. Примером стохастической системы может служить мастерская по ремонту электронной и радиотехники. Срок выполнения заказа по ремонту конкретного изделия зависит от количества аппаратуры, поступившей в ремонт до поступления рассматриваемого изделия, от характера повреждений каждого из находящихся в очереди объектов, от количества и квалификации обслуживающего персонала и т. п.

Следующий признак классификации: открытые и закрытые системы. По данному признаку классификации системы характеризуются различной степенью взаимодействия с внешней средой. *Открытые* системы обладают особенностью обмениваться с внешней средой массой, энергией, информацией. *Замкнутые* (или *закрытые*) системы изолированы от внешней среды. Предполагается, что разница между открытыми и замкнутыми системами определяется с точностью до принятой чувствительности модели.

По степени сложности системы подразделяются на простые, сложные и очень сложные. *Простые* системы характеризуются небольшим количеством возможных состояний, их поведение легко описывается в рамках той или иной математической модели. *Сложные* системы отличаются разнообразием внутренних связей, но допускают их описание. Причем набор методов, привлекаемых для описания сложных систем, как правило, многообразен, т. е. для построения математической модели сложной системы применяются различные подходы и разные разделы математики. *Очень сложные* системы характеризуются большой разветвленностью связей и своеобразностью отношений между элементами. Многообразие связей и отношений таково, что нет возможности все их выявить и проанализировать.

зировать. Простыми системами можно считать лентопротяжные механизмы, механические передачи, системы слежения за целью и т.д. Сложными системами являются электронно-вычислительная машина, система управления и защиты энергоблока, система электроснабжения промышленного объекта и пр. Очень сложными являются социотехнические системы, такие как автоматизированные системы управления крупным предприятием, экспертные системы с функциями под держки и принятия управленческих решений.

Классификация по признаку организованности систем впервые была предложена В.В. Налимовым. Под *хорошо организованной* системой понимается система, у которой определены все элементы, их взаимосвязь, правила объединения в более крупные компоненты, связи между всеми компонентами и целями системы, ради достижения которых создается или функционирует система. При этом подразумевается, что все элементы системы с их взаимосвязями между собой, а также с целями системы можно отобразить в виде аналитических зависимостей. При формулировании задачи принятия решения для хорошо организованной системы проблемная ситуация описывается в виде математического выражения, критерия эффективности, критерия функционирования системы, который может быть представлен сложным уравнением, системой уравнений, сложными математическими моделями, включающими в себя и уравнения, и неравенства, и т. п. Важно, что решение задачи при представлении ее в виде хорошо организованной системы осуществляется аналитическими методами с использованием моделей формализованного представления системы. Примером хорошо организованной системы может служить сложное электронное устройство. Описание его работы производят с помощью системы уравнений, учитывающих условия функционирования, в том числе наличие шумов, нестабильность электропитания и т.д.

Самоорганизующиеся системы – это системы, обладающие свойством адаптации к изменению условий внешней среды, способные изменять структуру при взаимодействии системы со средой, сохраняя при этом свойства целостности, системы, способные формировать возможные варианты поведения и выбирать из них наилучшие. Эти особенности обусловлены наличием в структуре системы активных элементов, которые, с одной стороны, обеспечивают возможность адаптации, приспособления системы к новым условиям существования, с другой стороны, вносят элемент неопределенности в поведение системы, чем за-

трудняют проведение анализа системы, построение ее модели, формальное ее описание и, в конечном счете, затрудняют управление такими системами. Примерами самоорганизующихся систем могут служить биологические системы, предприятия и их система управления, городские структуры управления и т.д.

1.5. Задачи системного анализа

Рассмотрим основные задачи, на решение которых направлен системный анализ.

Во-первых, следует отметить задачи *исследования системы взаимодействий анализируемых объектов с окружающей средой*. Решение данной задачи предполагает:

- проведение границы между исследуемой системой и окружающей средой, предопределяющей предельную глубину влияния рассматриваемых взаимодействий, которыми ограничивается рассмотрение;
- определение реальных ресурсов такого взаимодействия;
- рассмотрение взаимодействий исследуемой системы с системой более высокого уровня.

Задачи следующего типа связаны с *конструированием альтернатив этого взаимодействия*, альтернатив развития системы во времени и в пространстве. Важное направление развития методов системного анализа связано с попытками создания новых возможностей конструирования оригинальных альтернатив решения, неожиданных стратегий, непривычных представлений и скрытых структур. Другими словами речь здесь идет о разработке методов и средств усиления индуктивных возможностей человеческого мышления в отличие от его дедуктивных возможностей, на усиление которых, по сути дела, направлена разработка формальных логических средств.

Задачи третьего типа заключаются в *конструировании множества имитационных моделей*, описывающих влияние того или иного воздействия на поведение объекта исследования.

Задачи четвертого типа связаны с *конструированием моделей принятия решений*. Всякое системное исследование связано с исследованием различных альтернатив развития системы. Задача системных аналитиков выбрать и обосновать наилучшую альтернативу развития. На этапе выработки и принятия решений необходимо учитывать взаимодействие системы с ее подсистемами, сочетать цели системы с целями подсистем, выделять глобальные и второстепенные цели.

Исследования в этой области включают:

- a) построение теории оценки эффективности принятых решений или сформированных планов и программ;
- b) решение проблемы многокритериальности в оценках альтернатив решения или планирования;
- c) исследования проблемы неопределенности, особенно связанной не с факторами статистического характера, а с неопределенностью экспертных суждений и преднамеренно создаваемой неопределенностью, связанной с упрощением представлений о поведении системы;
- d) разработка проблемы агрегирования индивидуальных предпочтений на решениях, затрагивающих интересы нескольких сторон, которые влияют на поведение системы;
- e) изучение специфических особенностей социально-экономических критериев эффективности;
- f) создание методов проверки логической согласованности целевых структур и планов и установления необходимого баланса между предопределенностью программы действий и её подготовленностью к перестройке при поступлении новой информации как о внешних событиях, так и изменении представлений о выполнении этой программы.

В системном анализе имеется большая группа задач, в которых требуется спрогнозировать процессы развития системы и принять решение, в результате которого система в будущем должна попасть в некоторое оптимальное состояние.

Прогнозом называется научно обоснованное суждение об ожидаемых состояниях системы, объекта или явления окружающей действительности.

Прогнозирование – это разработка прогнозов, состоящая в организации и проведении специальных исследований перспектив развития исследуемых объектов, систем или явлений. Научное прогнозирование чаще всего применяется в социально-экономических и научно-технических областях человеческой деятельности. Процесс прогнозирования базируется на изучении объективных тенденций развития объекта исследования. Разработка общей проблемы предсказания должна основываться на изучении реальных закономерностей развития объекта исследования. Содержание и степень достоверности прогноза определяются информацией о поведении объекта

исследования, накопленной до того времени, на который составляется прогноз, закономерностями, выявленными при функционировании объекта исследования, а также опытом, знаниями и научной интуицией специалистов, занимающихся данным видом деятельности. Важную роль в процедурах прогнозирования приобретает анализ — он должен определить возможные траектории развития системы, приводящие к заданному конечному состоянию.

Планирование есть процесс принятия управленческих решений на сравнительно длительные сроки. Принятие планового решения отделено от его реализации достаточно продолжительным периодом.

Прогнозирование и планирование являются двумя фазами общего процесса управления в хозяйственной деятельности.

Рассмотренные задачи системного анализа не охватывают полного перечня задач. Здесь перечислены те, которые представляют наибольшую сложность при их решении. Следует отметить, что все задачи системных исследований тесно взаимосвязаны друг с другом, не могут быть изолированы и решаться отдельно как по времени, так и по составу исполнителей.

1.6. Методология системного анализа

Любая научная, исследовательская и практическая деятельность проводится на базе методов, методик и методологий.

Метод — это прием или способ действия.

Методика — это совокупность методов, приемов проведения какой-либо работы.

Методология — это совокупность методов, правила распределения и назначения методов, а также шаги работы и их последовательность.

Имеются свои методы, методики и методологии и у системного анализа. Однако, в отличие от классических наук, системный анализ находится в стадии развития и еще не имеет устоявшегося, общепризнанного «инструментария».

Сегодня широко используются такие понятия как «системный анализ», «системный подход», «теория систем», «принцип системности» и др. При этом их не всегда различают и часто применяют как синонимы.

Наиболее общим понятием, которое обозначает все возможные проявления систем, является «*системность*». Системность заключается в трех аспектах: системная теория, системный подход и системный метод.

Системная теория (теория систем) реализует объясняющую и систематизирующую функции: дает строгое научное знание о мире систем; объясняет происхождение, устройство, функционирование и развитие систем различной природы.

Системный подход следует рассматривать как некоторый методологический подход человека к действительности, представляющий собой некоторую общность принципов, системное мировоззрение.

Подход — это совокупность приемов, способов воздействия на кого-нибудь, в изучении чего-нибудь, ведении дела и т. д.

Принцип - а) основное, исходное положение какой-либо теории; б) наиболее общее правило деятельности, которое обеспечивает его правильность, но не гарантирует однозначность и успех.

Итак, подход — это некоторая обобщенная система представлений о том, как должна выполняться та или иная деятельность (но не детальный алгоритм действия), а принцип деятельности — множество некоторых обобщенных приемов и правил.

Системный подход — это методология научного познания и практической деятельности, а также объяснительный принцип, в основе которых лежит рассмотрение объекта как системы.

Системный подход заключается в отказе от односторонне аналитических, линейно-причинных методов исследования. Основной акцент при его применении делается на анализе целостных свойств объекта, выявлении его различных связей и структуры, особенностей функционирования и развития. Системный подход представляется достаточно универсальным подходом при анализе, исследовании, проектировании и управлении любых сложных технических, экономических, социальных, экологических, политических, биологических и других систем.

Назначение системного подхода заключается в том, что он направляет человека на системное видение действительности. Он заставляет рассматривать мир с системных позиций, точнее — с позиций его системного устройства. Таким образом, системный подход, будучи принципом познания, выполняет ориентационную и мировоззренческую функции, обеспечивая не только видение мира, но и ориентацию в нем.

Системный метод реализует познавательную и методологическую функции. Он выступает как некоторая интегральная совокупность относительно простых методов и приемов познания, а также преобразования действительности.

Конечная цель любой системной деятельности заключается в выработке решений, как на стадии проектирования систем, так и при управлении ими. В этом контексте системный анализ можно считать сплавом методологии общей теории систем, системного подхода и системных методов обоснования и принятия решений.

Центральное место в системных исследованиях занимают два противоположных подхода: *анализ* и *синтез*.

Анализ предусматривает процесс разделения целого на части. Он весьма полезен в том случае, если требуется выяснить, из каких частей (элементов, подсистем) состоит система. Посредством анализа достигается полное изучение доступных свойств системы и установление закономерностей работы системы.

Задача синтеза – построение целого из частей. Синтез применяется для оптимизации системы. Посредством синтеза достигается улучшение существующих свойств системы или внедрение новых.

В исследовании любой проблемы можно указать несколько главных этапов:

- 1) постановка цели исследования;
- 2) выделение проблемы (выделение системы): выделить главное, существенное, отбросив малозначимое, несущественное;
- 3) описание: выразить на едином языке (уровне формализации) разнородные по своей природе явления и факторы;
- 4) установление критериев: определить, что значит «хорошо» и «плохо» для оценивания полученной информации и сравнения альтернатив;
- 5) идеализация (концептуальное моделирование): ввести рациональную идеализацию проблемы, упростить ее до допустимого предела;
- 6) декомпозиция (анализ): разделить целое на части, не теряя свойств целого;
- 7) композиция (синтез): объединить части в целое, не теряя свойств частей;
- 8) решение: найти решение проблемы.

В отличие от традиционного подхода, при котором проблема решается в строгой последовательности вышеприведенных этапов (или в другом порядке), системный подход состоит в многосвязности процесса решения: этапы рассматриваются совместно, во взаимосвязи и диалектическом единстве. При этом возможен переход к любому этапу, в том числе и возврат к постановке цели исследования.

Главным признаком системного подхода является наличие доминирующей роли сложного, а не простого, целого, а не составляющих элементов. Если при традиционном подходе к исследованию мысль движется от простого к сложному, от частей – к целому, от элементов – к системе, то в системном подходе, наоборот, мысль движется от сложного к простому, от целого к составным частям, от системы к элементам. При этом эффективность системного подхода тем выше, чем к более сложной системе он применяется.

1.7. Методики системного анализа

Имеющиеся методики системного анализа еще не получили достаточно убедительной классификации, которая была бы принята единогласно всеми специалистами.

В качестве простейшего варианта методики системного анализа можно рассматривать такую последовательность:

- 1) постановка задачи;
- 2) структуризация системы;
- 3) построение модели;
- 4) исследование модели.

Этапы методик системного анализа по Ю.И. Черняку:

1. Анализ проблемы.
2. Определение системы.
3. Анализ структуры системы.
4. Формирование общей цели и критерия.
5. Декомпозиция цели и выявление потребности в ресурсах и процессах.
6. Выявление ресурсов и процессов – композиция целей.
7. Прогноз и анализ будущих условий.
8. Оценка целей и средств.
9. Отбор вариантов.
10. Диагноз существующей системы.
11. Построение комплексной программы развития.
12. Проектирование организации для достижения целей.

Из анализа и сопоставления этих методик видно, что в них в той или иной форме представлены такие этапы:

- *выявление проблем и постановки целей;*
- *разработка вариантов и модели принятия решения;*
- *оценка альтернатив и поиска решения;*
- *реализация решения.*

Кроме того, в некоторых методиках имеются этапы оценки эффективности решений. В наиболее полной методике Ю.И. Черняка особо предусмотрен этап проектирования организации для достижения цели.

При системном анализе любого технического объекта, в частности *автоматической системы*, с применением системного подхода можно выделить следующую последовательность процедур:

- *сбор данных о системе*: выделение объекта исследования из общей массы явлений, объектов. Определение контура системы, связей системы с окружающей средой, основных ограничений и условий существования;
- *функциональный и структурный анализ системы*: определение назначения и функции системы, её структуры (основных подсистем, элементов и связей между ними), механизмов управления и функционирования;
- *построение модели системы*: построение модели функционирования системы любыми доступными математическими и эвристическими методами, с учетом всех существенных факторов, значимость которых определяется по их влиянию на определяющие критерии цели;
- *проверка адекватности модели системы*: использование эмпирических данных о системе и сравнение их с результатами моделирования;
- *определение целей анализа*: формулирование конечных желаемых результатов исследования;
- *формирование критериев*: выбор признаков, характеризующих систему, как способов сравнения альтернатив;
- *генерирование альтернатив*: выработка альтернативных вариантов структур или элементов для достижения заданной цели;
- *оптимизация модели функционирования системы*: проведение синтеза и оптимизации параметров системы для выбранных альтернатив;
- *принятие решений*: сужение множества альтернатив до минимально возможного подмножества (желательно одной), путём их сравнения и выбора наиболее предпочтительных;
- *внедрение результатов системного анализа*: проектирование оптимальных структур, элементов и функциональных действий системы. Контроль над работой системы, определение её надежности и работоспособности.