СПСАУ Семинар 1

Содержание

[1. Системный подход к решению проблем. Базовые понятия системного подхода. Суть системного подхода. Понятие системы и ее свойства. Классификация систем. 1](#_Toc366093725)

[1.1. История развития системных идей 1](#_Toc366093726)

[1.2. Свойства системы 6](#_Toc366093727)

[1.3. Классификация систем 12](#_Toc366093728)

[1.4. Суть системного подхода 25](#_Toc366093729)

[1.5. Итоги 27](#_Toc366093730)

[1. Литература для изучения 28](#_Toc366093731)

[Приложение 1. Примеры систем 29](#_Toc366093732)

# Системный подход к решению проблем. Базовые понятия системного подхода. Суть системного подхода. Понятие системы и ее свойства. Классификация систем.

«От того, что мы понимаем под системой, в значительной степени зависит решение вопроса о специфических признаках системного подхода и системного анализа, а также в целом системных исследований [1]. Слово «система» (от греч. systema) означает нечто составленное из частей, соединение [2], и характеризует упорядоченность и целостность естественных объектов [2].

## История развития системных идей

| ***№*** | ***Основные вехи эволюции Системных идей*** | ***Основные положения*** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Тезисы Демокрита  (460 —370гг. до н. э.),  Аристотеля  (384 —322 гг. до н. э) | Перенос значения слова с одного объекта на другой совершается поэтапно. Метафоризация (перенос скрытое уподобление, метафораобразное сближение слов на базе их переносного значения, например: «свинцовая туча») была начата греческим философом Демокритом. Он уподобил образование сложных тел из атомов с образованием слов из слогов. Аристотель трансформировал метафору в философской системе. Важно, что именно в античной философии был сформулирован тезис — целое больше суммы его частей. |
| 2 | Концепции эпохи Возрождения | Трактовка бытия как космоса сменяется на систему мира как независимое от человека, обладающее определенной организацией, иерархией, структурой Бытие становится не только предметом философского размышления (для постижения целостности), но и специально-научного анализа (каждая дисциплина вычленяет определенную область) |
| 3 | Идеи Н. Коперника (1473 —1543) | Новая трактовка системности — в создании гелиоцентрической картины мира. Земля, как и другие планеты, обращается вокруг Солнца |
| 4 | Идеи Г. Галилея  (1564 —1642),  И. Ньютона  (1642 —1727) | Галилей и Ньютон преодолели телеологизм (учение о конечных причинах) Николая Коперника в его астрономии, выработали определенную концептуальную систему с категориями — вещь и свойства, целое и часть... Вещь трактовалась как сумма отдельных свойств (забыли тезис античности???). Отношение выражало воздействие некоего предмета на другой, первый из которых являлся причиной, а второй — следствием. Очень важно: на первый план выдвигался каузальный, а не телеологический способ объяснения |
| 5 | Немецкая классическая философия | Глубокая и основательная разработка идеи системной организации научного знания. Структура научного знания стала предметом специального философского анализа |
| 6 | Идеи И. Ламберта  (1728 —1777) | Всякая наука, как и ее часть, предстает как система, трактуемая как целое! |
| 7 | Идеи И. Канта  (1724 —1804) | Кант не только осознал системный характер научного знания, но и превратил эту проблему в методологическую, выявив процедуры системного конструирования знания. Однако он считал, что принципы образования систем являются характеристиками лишь формы, а не содержания знания. |
| 8 | Идеи И. Фихте  (1762 —1814) | Фихте поправил И. Канта, считая, что научное знание есть системное целое. Однако он ограничил системность знания систематичностью его формы. Это привело к отождествлению системности научного знания и его систематического изложения, т. е. внимание обращалось не на научное исследование, а на изложение знания. |
| 9 | Идеи Г. Гегеля  (1770 —1831) | Гегель исходил из единства содержания и формы знания, тождества мысли и действительности. Трактовал становление системы в соответствии с принципом восхождения от абстрактного к конкретному. Но отождествляя метод и систему, телеологически истолковывая историю знания, он не смог предложить методологические средства для формирования системных образований |
| 10 | Теоретическое  естествознание  XIX —XX вв. | Различение объекта и предмера познания, повышение роли моделей в познании, фиксация наличия особых интегративных характеристик, исследование системообразующих принципов (порождение свойств целого из элементов и свойств элементов из целого), возможность предсказания!!! |
| 11 | Марксизм | Человек в процессе производства может действовать лишь так, как действует сама природа. Теоретики марксизма выдвинули принципы анализа системности научного знания: историзм, единство содержания и формы, трактовка системности как открытой системы |
| 12 | Идеи А.А. Богданова (1873 —1928) | Богданов выразил многие важные идеи кибернетики, сформулированные Н. Виннером и У. Эшби, значительно раньше, хотя и в иной форме. Предвосхитил ОТС Л. Берталанфи в работе по тектологии (от гр. «строитель»). Основная идея — признание необходимости подхода к любому явлению со стороны его организованности (системности — других авторов). Под организованностью он понимает свойство целого быть больше суммы своих частей. Чем больше целое разнится от суммы, тем более оно организованно!!! |
| 13 | Идеи Л. Берталанфи (1901 —1972) | Берталанфи первым из западных ученых разработал концепцию организма как открытой системы и сформулировал программу построения ОТС. Проводил мысль о неразрывности естественнонаучного [биологического) и философского (методологического) Сначала создал теорию открытых систем, граничащую с современной физикой, химией и биологией. Классическая термодинамика исследовала лишь закрытые системы. Организм представляет собой открытую систему, остающуюся постоянной при непрерывном изменении входящих в него веществ и энергии (так называемое состояние подвижного равновесия). Позже он обобщил идеи ТОС и выдвинул программу построения ОТС, являющейся всеобщей теорией организации. Проблемы организации, целостности, динамического взаимодействия были чужды классической физике. Он пришел к концепции синтеза наук, которую в противоположность «редукционизму», т.е. сведению всех наук к физике, он называет «перспективизмом». ОТС освобождает ученых от массового дублирования работ, экономя астрономические суммы денег и времени. Его недостатки: неполное определение «системы», отсутствие особенностей саморазвивающихся систем, теоретические исследования не всех видов «связи» и пр. Но главный недостаток: утверждение автора, что ОТС выполняет роль философии современной науки. Но это не так, ибо для философского учения с методах исследования необходимы совершение иные (новые) исходные понятия и иная направленность анализа: абстрактное и конкретное, специфически мысленное знание, связь знаний ОТС. |
| 14 | Концепции  современности | Идеи СП нашли свое отражение в работах следующих авторов: Р. Акоффа, В. Афанасьева, С. Вира, И. Блауберга, Д. Бурчфилда, Д. Гвишиани, Г. Гуда, Д. Диксона, А. Зиновьева, Э. Квейда, В. Кинга, Д. Клиланда, В. Кузьмина, О. Ланге, В. Лекторского, В. Лефевра, Е. Липатова, Р. Макола, А. Малиновского, М. Месаровича, Б. Мильнера, Н. Овчинникова, С. Оптнера, Г. Поварова, Б. Радвига, А. Рапопорта, В. Розина, В. Садовского, М. Сетрова, В. Топорова, А. Уемова, Б. Флейшмана, Ч. Хитча, А. Холла, Б. Юдина, Ю. Черняка, Г. Щедровицкого, У. Эшби, Э. Юдина |

**Задание №1. Подготовить доклад с презентацией об одной из вех эволюции системных идей.**

Система означала единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе [3].

В период античной философии было осознано, что целое больше суммы его частей. К 30-м годам ХХ века в организменной биологии, гештальт психологии и экологии были сформулированы ключевые критерии системного мышления. Изучение организмов, их частей и сообществ, привело ученых к выводу, что эти организации могут характеризоваться понятиями «целостность», «связность», «взаимоотношения». Эти представления были поддержаны революционными открытиями в квантовой физике, в мире атомов и субатомных частиц [4].

В наше время слово «система» стали применять слишком широко. Это и система здравоохранения, и система образования, и нервная система, солнечная система и т. п. Начавшийся в 50 – 60 годы “системный бум” не только не уменьшил, но даже увеличил неопределенность толкования понятия система. Значительно возросло число его трактовок. В настоящее время существует немало работ, подробно разбирающих взгляды на это понятие.

Несмотря на то, что понятие система известно с давних времен, первые попытки определить его как самостоятельную научную категорию делаются лишь в тридцатые годы нашего столетия с появлением первых концепций общей теории систем (А. Богданов, Л. Берталанфи).

Л. фон Берталанфи определял систему как комплекс взаимодействующих элементов. «Всё состоящее из связанных друг с другом частей будем называть системой» [5]. Это определение самое широкое и самое простое потому, что в мире всё каким либо образом связано, и может быть названо системой. Дальнейший период весьма богат разнообразными подходами к пониманию смысла понятия “система”.

Например, в математике характерно понимание системы как отношения. Кибернетика делает акцент на выделение в системе входов, выходов, и способах переработки информации. Целесообразно провести классификацию множества определений.

**Задание №2. Проведите классификацию определений «система».**

1. В самом общем и широком смысле системой принято называть **любое достаточно сложное образование**, состоящее из **множества взаимосвязанных элементов**, которые как единое целое взаимодействуют с внешней средой [7].
2. «В настоящее время достаточно рассмотреть систему как **группу физических объектов в** **ограниченном пространстве**, которая остаётся тождественной как группа в оцениваемом периоде времени» (Г. Бергман.) [Цит. по 1].
3. Система – это «**ансамбль взаимосвязанных элементов»**. (Г. Е. Зборовский и Г. П. Орлов) [Цит. по 1].
4. «Система – **упорядоченная совокупность элементов**, между которыми существуют или могут быть созданы **определённые отношения**» [8].
5. Система есть **«целое, составленное из многих частей**. **Ансамбль признаков**» (К. Черри) [Цит. по 1].
6. Система – размещение физических компонентов, **связанных** или соотносящихся между собой таким образом, что они образуют или **действуют как целостность**» (Дистефано) [Цит. по 1].
7. Под системой обычно понимают наличие **множества объектов** с набором связей между ними и их свойствами. Объекты (части системы) функционируют во времени как **единое целое** [9].
8. Система – это **множество элементов** **с отношениями между ними** и между их атрибутами (А Холл, Р. Фейджин) [10].
9. **Взаимосвязь самых различных элементов**. Всё, состоящее из связанных друг с другом частей, есть система [11].
10. **Сеть взаимосвязанных элементов** любого типа, концепций, объектов, людей. Систему можно определить как любую сущность, концептуальную или физическую, которая состоит из взаимосвязанных частей [12].
11. У. Гослинг понимает под системой **«собрание простых частей»** [1].
12. «Система» – **взаимодействующий комплекс,** характеризующийся многими взаимными путями причинно-следственных воздействий» (К. Уотт) [Цит. по 1].
13. Собрание или **соединение объектов**, объединенных регулярным **взаимодействием** или взаимозависимостью» есть система [13].
14. Система – это «упорядоченно действующая **целостность»** [13].
15. По определению И. Миллера система представляет собой **“множество элементов** вместе с их **отношениями**” [Цит. по 1].

**Задание №3. Сформулируйте наиболее общее по Вашему мнению определение понятию «система».**

## Свойства системы

Содержание приведенных понятий для описания лишь одного термина показывает, что каждый из авторов имеет свое отношение к данному термину. Для того чтобы выработать наиболее объективное отношение к данному термину, необходимо выделить наиболее общие свойства, которые характеризуют понятие «система». Характеристики основных свойств представлены ниже.

| ***Свойства системы*** | | ***Характеристика свойств*** | ***Комментарии*** |
| --- | --- | --- | --- |
| ***1-я группа – свойства, характеризующие сущность и сложность системы*** | | | |
| 1.Целостность системы | | Не компоненты составляют целое, а, наоборот, целое порождает при своем членении компоненты системы. Первичность целого – основной постулат теории систем. | Если изменение в одном элементе системы вызывает изменения во всех других элементах и в системе в целом, то говорят, что система ведет себя как целостностная или связанная.  **Пример:** Ложка дёгтя в бочке мёда |
| 2.Неаддитивность системы | | Принципиальная несводимость свойств системы к сумме свойств составляющих ее компонентов и невыводимость свойств системы из свойства компонентов. Каждый компонент может рассматриваться только в его связи с другими компонентами системы. С другой стороны, функционирование системы не может быть сведено к функционированию отдельных ее компонентов. | В расчленённой системе, состоящей из независимых элементов не связанных между собой, изменения в какой-либо части не влияют на другие. Такое свойство называют аддитивностью (изменения в системе представляют собой сумму изменений в ее отдельных частях).  **Пример:** Налогоплательщики |
| 3.Размерность системы | | Это число компонентов системы и связей между ними. В зависимости от числа компонентов системы подразделяются на малые, средние и большие. |  |
| 4.Сложность структуры системы | | Она характеризуется следующими параметрами: число уровней иерархии управления системой; многообразие компонентов и связей; сложность поведения и неаддитивность свойств; сложность описания и управления системой; число параметров модели управления, ее вид; объем информации, необходимой для управления и др. |  |
| 5. Жесткость системы | | Она характеризуется степенью изменения параметров системы за заданный промежуток времени, степенью влияния на функционирование системы объективных законов, степенью свободы системы и др. | Если система может находиться в n состояниях (s1, s2, .... sn) с вероятностями соответственно p(s1),p (s2),....,p(sn), то ее энтропия рассчитывается по формуле  Э = – (p(s1) ln p(s1) + ... + p(sn) ln p(sn))  В системном анализе энтропия Э служит количественной мерой беспорядка (свободы, разнообразия) в системе. В системе с жёсткой структурой, находящейся в одном состоянии энтропия равна нулю.  **Пример:** Строй.  В бюрократической организации энтропия мала, а интеграция велика.  Принцип компенсации энтропии: Энтропия неизолированной системы может быть уменьшена только за счёт компенсирующего увеличения энтропии вне системы.  **Пример:** Революция.  **Теорема Эшби:** Управляющая система должна иметь большее разнообразие, чем объект управления Э ус > Эоу  **Следствие:** У руководителя организации должно быть больше вариантов решения проблем, чем у организации.  **Пример:** Реорганизация. |
| 6.Вертикальная целостность системы | | Число уровней иерархии, изменения в которых влияют на всю систему; степень взаимосвязи уровней иерархии; степень влияния субъекта управления на объект; степень самостоятельности подсистем системы. |  |
| 7.Горизонтальная обособленность системы | | Число связей между подсистемами одного уровня, их зависимость и интегрированность по горизонтали. |  |
| 8.Иерархичность системы | | Каждый компонент (подсистема) может рассматриваться как подсистема (система) более глобальной системы. Свойство проявляется при структуризации и декомпозиции целей организации, показателей и т.д. | Любую систему можно представить в виде иерархического образования. На каждом уровне иерархии действует принцип целостности: члены иерархии приобретают новые качества, отсутствовавшие у них в изолированном состояний.  **Пример:** Организация – интеграция иерархических уровней |
| 9.Множественность описания системы | | В силу сложности системы невозможно познать все ее свойства и параметры. Поэтому при анализе рационально ограничиться определенным уровнем иерархии структуры системы в зависимости от целей анализа. |  |
| ***2-я группа – свойства, характеризующие связь системы с внешней средой*** | |  |
| 10.Взаимозависимость системы и внешней среды | Система формирует и проявляет свои свойства только в процессе функционирования и взаимодействия с внешней средой. Система реагирует на воздействия внешней среды, развивается под этими воздействиями, но при этом сохраняет относительную устойчивость и адаптивность функционирования системы. Без взаимодействия с внешней средой открытая система не может функционировать. |  |
| 11.Степень самостоятельности системы | Это число связей системы с внешней средой в среднем на один ее компонент или иной параметр. Скорость отмирания, деления или объединения компонентов системы без вмешательства внешней среды. |  |
| 12.Открытость системы | Интенсивность обмена информацией или ресурсами с внешней средой; число систем внешней среды, взаимодействующих с данной системой; степень влияния других систем на данную систему. |  |
| 13.Совместимость системы | Степень совместимости системы с другими системами внешней среды по различным направлениям обеспечения управления. Инструментом повышения совместимости систем является стандартизация. |  |
| ***3-я группа – свойства, характеризующие методологию целеполагания системы*** | | |
| 14.Наследственность системы | Характеризует закономерность передачи доминантных (преобладающих, наиболее сильных) и рецессивных признаков на отдельных этапах развития (эволюции) от старого поколения системы к новому. |  |
| 15.Целенаправленность системы | Означает построение дерева целей социально-экономических систем, дерева показателей эффективности технических систем и др. |  |
| 16. Приоритет качества | Практика показывает, что выживают те технические и социально-экономические системы, которые из всех факторов отдают приоритет качеству различных процессов и объектов. |  |
| 17.Приоритет интересов системы более высокого уровня | Сначала должны удовлетворяться (выполняться) интересы (цели) системы более высокого (глобального) уровня, а затем – ее подсистем (исполнителей). |  |
| 18. Надежность систем | Надежность системы (например, организации) характеризуется: а) бесперебойностью функционирования при выходе из строя одного из компонентов; б) сохраняемостью проектных значений параметров системы в течение запланированного периода времени; в) устойчивостью финансового состояния организации; г) перспективностью технической, экономической, социальной политики, обоснованностью миссии организации. |  |
| 19.Оптимальность системы | Характеризует степень удовлетворения требований к системе, выполнения запланированных целей, обеспечивающих наилучшее использование потенциала системы. |  |
| 20.Неопределенность информационного обеспечения системы | Это свойство выражает случайный, вероятностный характер стратегических, тактических и оперативных ситуаций, параметры которых влияют на выполнение миссии организации и запланированных целей. Для снижения неопределенности следует повышать объем и качество информации. |  |
| 21.Эмерджентность системы | Цели (функции) компонентов системы не всегда совпадают с целями (функциями) системы. |  |
| 22.Мультипликативность системы | Результаты проявления некоторых свойств системы (например, ее безотказность) определяются не сложением, а умножением относительных значений данного свойства каждого компонента системы. |  |
| ***4-я группа – свойства, характеризующие параметры функционирования и развития системы*** | | |
| 23.Управляемость системы | Сознательная организация целенаправленного функционирования системы и ее элементов. С помощью управления общество определенным образом организует свое внутреннее многообразие, создавая политические, экономические, социальные, культурные, оборонные и другие общественные структуры. И направляет их деятельность в соответствии с осознанными целями своего развития. В процессе жизнедеятельности система с помощью целенаправленного управления разрешает постоянно возникающие в ней противоречия и реагирует на изменения внешних и внутренних условий своего существования. |  |
| 24.Устойчивость функционирования системы | Способность сохранения качественной определенности при изменении структуры системы и функций ее компонентов. На сохранение устойчивости прежде всего направлены адаптивные возможности системы. Устойчивость системы связана с ее стремлением к состоянию равновесия, которое предполагает такое функционирование элементов системы, при котором обеспечивается наивысшая эффективность движения к целям развития. |  |
| 25.Непрерывность функционирования и развития системы | Система существует, пока функционирует (кроме технических систем). Все процессы в любой системе взаимообусловлены. Функционирование компонентов определяет характер функционирования системы как целого, и наоборот. |  |
| 26.Альтернативность путей функционирования и развития системы | Отдельные наиболее непредсказуемые фрагменты, например, плана, программы в связи с высокой неопределенностью ситуации рекомендуется разрабатывать по нескольким альтернативным путям (вариантам) |  |
| 27.Синергичность системы | Эффективность функционирования системы в целом не равна сумме показателей эффективности функционирования ее подсистем (компонентов). При отлаженном позитивном взаимодействии подсистем (компонентов) достигается положительный эффект синергии – эффект взаимодействия, согласованности, адаптированности. |  |
| 28.Инерционность системы | Это скорость изменения выходных параметров системы в ответ на изменения входных параметров и параметров ее функционирования, определяется средним временем получения результата при внесении изменений. |  |
| 29.Адаптивность системы | Это свойство характеризует способность системы нормально (в соответствии с заданными параметрами) функционировать при изменении параметров внешней среды, приспособляемость системы к этим изменениям. Порог адаптации определяется максимальным уровнем (в процентах или долях) изменения параметров внешней среды, при котором система продолжает нормально функционировать. |  |
| 30.Организованность системы | Степень приближения в заданных условиях показателей пропорциональности, параллельности, непрерывности, прямоточности, ритмичности и других параметров организации производственных и управленческих процессов к оптимальному уровню. Неорганизованные системы быстро разрушаются. |  |
| 31.Способность системы к саморазвитию | Внутренним источником саморазвития является непрерывный процесс возникновения и разрешения противоречий. Противоречия определяются, как движущая сила развития общества, многообразия культур, экономических укладов и других сфер материальной и духовной жизни. Развитие связано с усложнением системы, т.е. с увеличением ее внутреннего многообразия. |  |
| 32.Уровень необходимого многообразия | Определяется уровнем свободы людей в политической, экономической, социальной, культурной и других сферах жизни. Искусственное ограничение многообразия ведет к застою в развитии и, в конечном счете, к деградации системы. Для каждого этапа развития систем существует свой уровень многообразия. |  |
| 34.Инновационность развития системы | Инновационная деятельность организации, направленная на использование природных факторов, труда и капитала для разработки новшеств и последующей их инновации, является главным фактором экономии ресурсов, обеспечения конкурентоспособности, повышения качества жизни населения. |  |

## Классификация систем

Многообразие систем велико, и существенную помощь при их изучении оказывает классификация.

**Классификация –** это разделение совокупности объектов на классы по некоторым наиболее существенным признакам.

Важно понять, что классификация – это только модель реальности и уже это нам говорит об относительности любых классификаций.

Сама классификация выступает в качестве инструмента системного анализа. С ее помощью структурируется объект (проблема) исследования, а построенная классификация является моделью этого объекта.

Классификацию систем можно осуществить по разным критериям. Проводить ее жестко – невозможно, она зависит от цели и ресурсов. Приведем основные способы классификации (возможны и другие критерии классификации систем).

1. **Классификация по происхождению**

В зависимости от происхождения системы делятся на естественные и искусственные (создаваемые, антропогенные).

**Естественные системы** – это системы, объективно существующие в действительности. в живой и неживой природе и обществе.

Эти системы возникли в природе без участия человека.

***Примеры:*** *атом, молекула, клетка, организм, популяция, общество, вселенная и т.п.*

Искусственные системы — это системы, созданные человеком.

***Примеры:***

*1. Холодильник, самолет, предприятие, фирма, город, государство, партия, общественная организация и т. п.*

*2. Одной из первых искусственных систем можно считать систему торговли.*

Кроме того, можно говорить о третьем классе систем — смешанных системах, куда относятся эргономические (машина — человек-оператор), автоматизированные, биотехнические, организационные и другие системы.

1. **Классификация по объективности существования**

Все системы можно разбить на две большие группы: реальные (материальные или физические) и абстрактные (символические) системы.

Реальные системы состоят из изделий, оборудования, машин и вообще из естественных и искусственных объектов.

Абстрактные системы, по сути, являются моделями реальных объектов – это языки, системы счисления, идеи, планы, гипотезы и понятия, алгоритмы и компьютерные программы, математические модели, системы наук.

Иногда выделяют идеальные или концептуальные системы – системы, которые выражают принципиальную идею или образцовую действительность – образцовый вариант имеющейся пли проектируемой системы.

Также можно выделить виртуальные системы – не существующие в действительности модельные или мыслительные представления реальных объектов, явлений, процессов (могут быть как идеальными, так и реальными системами).

1. **Действующие системы**

Выделим из всего многообразия создаваемых систем действующие системы. Такие системы способны совершать операции, работы, процедуры, обеспечивать заданное течение технологических процессов, действуя по программам, задаваемым человеком. В действующих системах можно выделить следующие системы:

1) технические,

2) эргатические,

3) технологические,

4) экономические,

5) социальные,

б) организационные

7) управления.

1. **Технические системы** представляют собой материальные системы, которые решают задачи по программам, составленным человеком; сам человек при этом не является элементом таких систем.

**Техническая система** – это совокупность взаимосвязанных физических элементов.

В качестве связей в таких системах выступают физические взаимодействия (механические, электромагнитные, гравитационные и др.).

***Примеры:*** *автомобиль, холодильник, компьютер.*

1. **Эргатические системы.** Если в системе присутствует человек, выполняющий определенные функции субъекта, то говорят о эргатической системе.

**Эргатическая система** – это система, составным элементом которой является человек-оператор.

Частным случаем эргатической системы будет человеко-машинная система – система, в которой человек-оператор или группа операторов взаимодействует с техническим устройством в процессе производства материальных ценностей, управления, обработки информации и т.д..

***Примеры:***

*1. Шофер за рулем автомобиля.*

*2. Рабочий, вытачивающий деталь на токарном станке.*

1. **Технологические системы.** Существуют два класса определения понятия «технология»:

а) как некой абстрактной совокупности операций.

б) как некой совокупности операций с соответствующими аппаратно-техническими устройствами или инструментами.

Отсюда, по аналогии со структурой, можно говорить о формальной и материальной технологической системе.

**Технологическая система (формальная)** – это совокупность операций (процессов) в достижении некоторых целей (решений некоторых задач).

Структура такой системы определяется набором методов, методик, рецептов, регламентов, правил и норм.

Элементами формальной технологической системы будут операции (действия) или процессы. Ранее процесс был определен как последовательная смена состояний, здесь же мы будем рассматривать другое понимание процесса: как последовательной смены операций.

**Процесс** – это последовательная смена операций (действий направленных на изменение состояния объекта.

Связями в технологической системе поступают свойства обрабатываемых объектов или сигналы, передаваемые от операции к операции.

**Технологическая система (материальная)** – это совокупность реальных приборов, устройств, инструментов и материалов (техническое, обеспечение системы), реализующих операции (процессное обеспечение системы) и предопределяющих их качество и длительность.

***Пример.*** *Формальная технологическая система производства борща – рецепт. Материальная технологическая система производства борща – совокупность ножей, кастрюль, кухонных приборов, реализующих рецепт. В абстрактной технологии мы говорим о том, что надо отварить мясо, но не оговариваем ни тип кастрюли, ни вид плиты (газовая или электрическая). В материальной технологии техническое обеспечение приготовления борща будет определять его качество и длительность тех или иных операций.*

Технологическая система более гибкая, чем техническая: минимальными преобразования-ми ее можно переориентировать на производство других объектов, либо на получение других свойств последних.

***Примеры.*** *Технологические системы: производство бумаги, изготовление автомобиля, оформление командировки, получение денег в банкомате.*

1. **Экономическая система** – что система отношений (процессов), складывающихся в экономике. Развернем что определение.

**Экономическая система** – это совокупность экономических отношений, возникающих в процессе производства, распределения, обмена и потребления экономических продуктов и регламентируемых совокупностью соответствующих принципов, правил и законодательных норм.

1. **Социальная система.** Поскольку мы рассматриваем только создаваемые системы, то социальную систему будем рассматривать в следующем разрезе:

**Социальная система** – это совокупность мероприятий, направленных на социальное развитие жизни людей.

К таким мероприятиям относятся: улучшение социально-экономических и производственных условий труда, усиление его творческого характера, улучшение жизни работников, улучшение жилищных условий и т. п.

1. **Организационная система.** Взаимодействие вышеназванных систем обеспечивает организационная система (система организационного управления).

**Организационная система** – это совокупность элементов, обеспечивающих координацию действий, нормальное функционирование и развитие основных функциональных элементов объекта.

Элементы такой системы представляют собой органы управления, обладающие правом принимать управленческие решения – это руководители, подразделения или даже отдельные организации (например, министерства).

Связи в организационной системе имеют информационную основу и определяются должностными инструкциями и другими нормативными документами, в которых прописаны права, обязанности ответственность органа управления.

1. **Система управления.** Управление рассматривается как действия или функция, обеспечивающие реализацию заданных целей.

Систему, в которой реализуется функция управления, называют системой управления.

Система управления содержит два главных элемента: управляемую подсистему (объект управления) и управляющую подсистему (осуществляющую функцию управления).

Применительно к техническим системам управляющую подсистему называют системой регулирования, а к социально-экономическим — системой организационного управления.

Разновидностью системы управления является эргатическая система – человеко-машинная система управления.

***Пример.***

*Рассмотрим работу некоторого магазина и попытаемся выделить в его работе вышеназванные системы.*

*В магазине имеется система управления, состоящая из субъекта управления – руководства и объекта управления — всех остальных систем магазина.*

*Управление реализуется системой организационного управления — организационной системой, состоящей из директора, его заместителей, начальников отделов и секций, связанных определенными отношениями подчиненности.*

*В магазине функционирует экономическая система, включающая в себя такие экономические отношения, как производство (услуг и, возможно, товаров обмен (денег на товары и услуги), распределение (прибыли).*

*Имеется социальная система, сформулированная в коллективном и/или трудовых договорах.*

*Экономические отношения обмена реализуются в виде некоторых технологических систем (технология продажи товара, технология возврата денег).*

*Технологические системы в свою очередь, строятся на базе технических систем (кассовые аппараты, сканеры штрих-кода, компьютеры, калькуляторы) Кассир, работающий на кассовом аппарате, представляет собой эргатическую систем..*

1. **Централизованные и децентрализованные системы**

**Централизованной системой** называется система, в которой некоторый элемент играет главную, доминирующую роль в функционировании системы. Такой главный элемент называется ведущей частью системы или ее центром. При этом небольшие изменения ведущей части вызывают значительные изменения всей системы: как желательные, так и нежелательные. К недостаткам централизованной системы можно отнести низкую скорость адаптации (приспособления к изменяющимся условиям окружающей среды), а также сложность управления из-за огром-ного потока информации подлежащей переработке в центральной части систем.

**Децентрализованная система** – это система, в которой нет главного элемента.

Важнейшие подсистемы в такой системе имеют приблизительно одинаковую ценность и построены не вокруг центральной подсистемы, а соединены между собой последовательно или параллельно.

***Примеры.***

*1. Армейские структуры представляют собой ярко выраженные централизованные системы.*

*2. Интернет является практически идеальной децентрализованной системой.*

1. **Классификация по размерности**

Системы подразделяются на одномерные и многомерные.

Система, имеющая один вход и один выход, называется **одномерной**. Если входов или выходов больше одного – **многомерной**.

Нужно понимать условность одномерности системы — в реальности любой объект имеет бесчисленное число входов и выходов.

1. **Классификация систем по однородности и разнообразию структурных элементов**

Системы бывают гомогенные, или однородные, и гетерогенные, или разнородные, а также смешанного типа.

В гомогенных системах структурные элементы системы однородны, т. е. обладают одинаковыми свойствами. В связи с этим в гомогенных системах элементы взаимозаменяемы.

***Пример.*** *Гомогенная компьютерная система в организации состоит из однотипных компьютеров с установленными на них одинаковыми операционными системами и прикладными программами. Это позволяет заменить вышедший из строя компьютер любым другим без дополнительной настройки и переучивания конечного пользователя.*

Понятие **«гомогенная система»** широко используется при описании свойств газов, жидкостей или популяций организмов.

**Гетерогенные системы** состоят из разнородных элементов, не обладающих свойством взаимозаменяемости.

***Примеры.***

*1. Гетерогенная сеть – информационная сеть, в которой работают протоколы сетевого уровня различных фирм-производителей. Гетерогенная вычислительная сеть состоит из фрагментов разной топологии и разнотипных технических средств.*

*2. Если университет в обычном понимании является гомогенным образованием, т. е. реализует подготовку по высшему и послевузовскому образованию (которые близки как по учебным программам, так и по методам их преподавания), то университетский комплекс представляется собой гетерогенную систему, в которой проводится подготовка по программам начального, среднего, высшего послевузовского образования.*

1. **Линейные и нелинейные системы**

Система называется линейной, если она описывается линейными уравнениями (алгебраическими, дифференциальными, интегральными и т. п.), в противном случае – нелинейной.

Для линейных систем справедлив принцип суперпозиции: реакция системы на любую комбинацию внешних воздействий равна сумме реакций на каждое из этих воздействий, поданных на систему порознь. Предположим, что после изменения входной переменной на величину Δх выходная переменная изменяется на Δу. Если система линейна, то после двух независимых изменений входной переменной на Δx1 и Δх2. таких, что Δх1+Δх2 =Δх, суммарное изменение выходной переменной также будет равно Δу.

Большинство сложных систем являются нелинейными. В связи с этим для упрощения анализа систем довольно часто применяют процедуру линеаризации, при которой нелинейную систему описывают приближенно линейными уравнениями в некоторой (рабочей) области изменения входных переменных. Однако не всякую нелинейную систему можно линеаризировать, в частности, нельзя линеаризировать дискретные системы.

1. **Дискретные системы**

Среди нелинейных систем выделяют класс дискретных систем.

**Дискретная система** – это система, содержащая хотя бы один элемент дискретного действия.

**Дискретный элемент** – это элемент, выходная величина которого изменяется дискретно, т. е. скачками, даже при плавном изменении входных величин.

Все остальные системы относятся к системам непрерывного действия.

Система непрерывного действия (непрерывная система) состоит только из элементов непрерывного действия, т. е. элементов, выходы которых изменяются плавно при плавном изменении входных величин.

1. **Каузальные и целенаправленные системы**

В зависимости от способности системы ставить себе цель различают каузальные и целенаправленные (целеустремленные, активные) системы.

К каузальным системам относится широкий класс неживых систем:

**Каузальные системы** – это системы, которым цель внутренне не присуща.

Если такая система и имеет целевую функцию (например, автопилот), то эта функция задана извне пользователем.

**Целенаправленные системы** – это системы, способные к выбору своего поведения в зависимости от внутренне присущей цели.

В целенаправленных системах цель формируется внутри системы.

***Пример.*** *Система «самолет-пилоты» способна поставить себе цель и отклониться от маршрута.*

Элемент целенаправленности всегда присутствует в системе, включающей в себя людей (или еще шире живые существа). Вопрос чаще всего состоит в степени влияния этой целенаправленности на функционирование объекта. Если мы имеем дело с ручным производством, то влияние так называемого человеческого фактора очень большое. Отдельный человек, группа людей или весь коллектив способны поставить цель своей деятельности, отличную от цели компании.

Активные системы, к которым, в первую очередь, относятся организационные, социальные и экономические, в зарубежной литературе называются «мягкими» системами. Они способны сознательно предоставлять недостоверную информацию и сознательно не выполнять планы, задания, если им это выгодно. Важным свойством таких систем является дальновидность, обеспечивающая способность системы прогнозировать будущие последствия принимаемых решений. Это, в частности, затрудняет применение обратной связи для управления системой.

Кроме того, иногда на практике системы условно делят на системы, стремящиеся к цели – целеориентированные, и на системы, которые ориентированы, в первую очередь, не на цели, а на определенные ценности – ценностноориентированные.

1. **Большие и сложные системы**

Достаточно часто термины «большая система» и «сложная система» используются как синонимы. В то же время существует точка зрения, что большие и сложные системы — это разные классы систем. При этом некоторые авторы связывают понятие «большая» с величиной системы, количеством элементов (часто относительно однородных), а понятие «сложная» – со сложностью отношений, алгоритмов или сложностью поведения. Существуют более убедительные обоснования различия понятий «большая система» и «сложная» «система».

1. Большие системы

Понятие «большая система» стало употребляться после появления книги Р.Х. Гуда и Р.З. Макола. Этот термин широко использовался в период становления системных исследований для того, чтобы подчеркнуть принципиальные особенности объектов и проблем, требующих применения системного подхода.

В качестве признаков большой системы предлагалось использовать различные понятия:

* понятие иерархической структуры, что, естественно, сужало класс структур, с помощью которых может отображаться система;
* понятие «человеко-машинная» система (но тогда выпадали полностью автоматические комплексы);
* наличие больших потоков информации;
* или большого числа алгоритмов ее переработки

У.Р. Эшби считал, что система является большой с точки зрения наблюдателя, возможности которого она превосходит в каком-то аспекте, важном для достижения цели. При этом физические размеры объекта не являются критерием отнесения объекта к классу больших систем. Один и тот же материальный объект в зависимости от цели наблюдателя и средств, имеющихся в его распоряжении, можно отображать или не отображать большой системой.

Ю.И. Черняк также в явном виде связывает понятие большой системы с понятием «наблюдатель»: для изучения большой системы, в отличие от сложной, необходим «наблюдатель» (имеется в виду не число людей, принимающих участие в исследовании или проектировании системы, а относительная однородность их квалификации: например, инженер или экономист). Он подчеркивает, что в случае большой системы объект может быть описан как бы на одном языке, т. е. с помощью единого метода моделирования, хотя и по частям, подсистемам. Еще Ю.И. Черняк предлагает называть большой системой «такую, которую невозможно исследовать иначе, как по подсистемам».

1. Классификация систем по сложности

Существует ряд подходов к разделению систем по сложности, и, к сожалению, нет единого определения этому понятию, нет и четкой границы, отделяющей простые системы от сложных. Разными авторами предлагались различные классификации сложных систем.

Например, признаком простой системы считают сравнительно небольшой объем информации, требуемый для ее успешного управления. Системы, в которых не хватает информации для эффективного управления, считают сложными.

Г.Н. Поваров оценивает сложность систем в зависимости от числа элементов, входящих в систему:

* малые системы (10-103 элементов);
* сложные (104-106);
* ультрасложные (107-1030 элементов);
* суперсистемы (1030-10200 элементов).

В частности, Ю.И. Черняк сложной называет систему, которая строится для решения многоцелевой, многоаспектной задачи и отражает объект с разных сторон в нескольких моделях. Каждая из моделей имеет свой язык, а для согласования этих моделей нужен особый метаязык. При этом подчеркивалось наличие у такой системы сложной, составной цели или даже разных целей и притом одновременно многих структур (например, технологической, административной, коммуникационной, функциональной и т. д.).

B.C. Флейшман за основу классификации принимает сложность поведения системы.

Одна из интересных классификаций по уровням сложности предложена К. Боулдингом (таблица 1). В этой классификации каждый последующий класс включает в себя предыдущий.

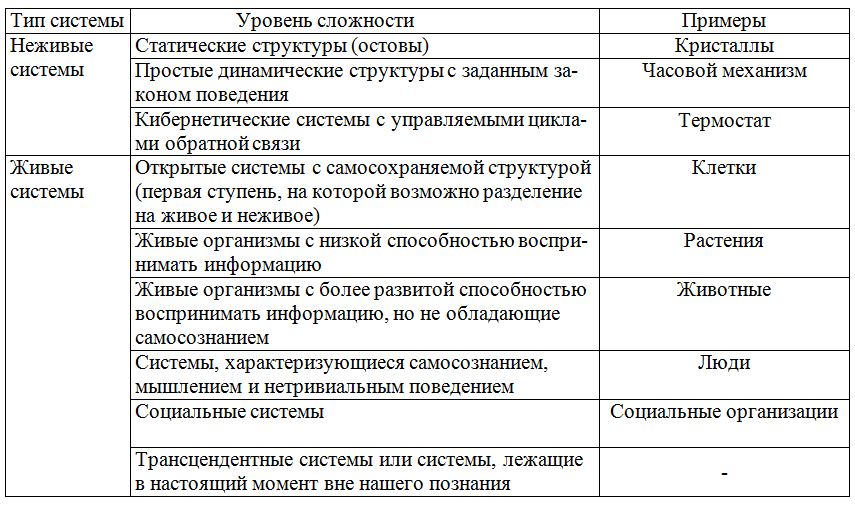
Условно можно выделить два вида сложности: структурную и функциональную.

Структурная сложность. Ст. Вир предлагает делить системы на простые, сложные и очень сложные.

Простые – это наименее сложные системы.

**Сложные** – это системы, отличающиеся разветвленной структурой и большим разнообразием, внутренних связей.

Классификация систем по уровню сложности К. Боулдинга представлена ниже.



**Очень сложная система** – это сложная система, которую подробно описать нельзя.

Несомненно, что эти деления довольно условны и между ними трудно провести границу. (Здесь сразу вспоминается вопрос: с какого количества камней начинается куча?)

Позднее Ст. Вир предложил относить к простым системам те, которые имеют до 103 состояний, к сложным – от 103 до 106 состояний и к очень сложным – системы, имеющие свыше миллиона состояний.

Одним из способов описания сложности является оценка числа элементов, входящих в систему (переменных, состояний, компонентов), и разнообразия взаимозависимостей между ними. Например, количественную оценку сложности системы можно произвести, сопоставляя число элементов системы (n) и число связей (m) по следующей формуле: http://e-educ.ru/uploads/posts/2010-09/1283711314_snimok.jpg, где n(n -1) – максимально возможное число связей.

Можно применить энтропийный подход к оценке сложности системы. Считается, что структурная сложность системы должна быть пропорциональна объему информации, необходимой для ее описания (снятия неопределенности). В этом случае общее количество информации о системе S, в которой априорная вероятность появления i-го свойства равна p(si), определяется как http://e-educ.ru/uploads/posts/2010-09/1283711342_snimok.jpg

Функциональная сложность. Говоря о сложности систем, Ст. Вир отразил только одну сторону сложности – сложность строения – структурную сложность. Однако следует сказать и о другой сложности систем – функциональной (или вычислительной).

Для количественной оценки функциональной сложности можно использовать алгоритмический подход, например количество арифметико-логических операций, требуемых для реализации функции системы преобразования входных значений в выходные, или объем ресурсов (время счета или используемая память), используемых в системе при решении некоторого класса задач.

Считается, что не существует систем обработки данных, которые могли бы обработать более чем 1.6 • 1017 бит информации в секунду на грамм своей массы. Тогда гипотетическая компьютерная система, имеющая массу, равную массе Земли, за период, равный примерно возрасту Земли, может обработать порядка 1098 бит информации (предел Бреммермана). При этих расчетах в качестве информационной ячейки использовался каждый квантовый уровень в атомах, образующих вещество Земли. Задачи, требующие обработки более чем 1093 бит называются трансвычислительными. В практическом плане это означает, что, например, полный анализ системы из 100 переменных, каждая из которых может принимать 10 разных значений, является трансвычислительной задачей.

***Пример.*** *Если система имеет два входа, которые могут находиться в двух возможных состояниях, то возможных вариантов состояния – четыре. При 10 входах вариантов уже 1024, а при 20-ти (что соответствует маленькой реальной сделке) — вариантов уже 220. Когда имеется реальный оперативный план небольшой корпорации, в котором хотя бы тысяча независимых событий (входов), то вариантов получается 21000! Значительно больше предела Бреммермана.*

*Кроме того, выделяют такой тип сложности, как динамическая сложность. Она возникает тогда, когда меняются связи между элементами. Например, в коллективе сотрудников фирмы может время от времени меняться настроение, поэтому существует множество вариантов связей, которые могут устанавливаться между ними. Попытку дать исчерпывающее описание таким системам можно сравнить с поиском выхода из лабиринта, который полностью изменяет свою конфигурацию, как только вы меняете направление движения. Примером могут служить шахматы.*

Малые и большие, сложные и простые. Рассмотрим четыре варианта сложности систем

1) малые простые;

2) малые сложные;

3) большие простые;

4) большие сложные.

При этом выделение системы того или иною класса в одном и том же объекте зависит от точки зрения на объект, т. е. от наблюдателя.

***Примеры:***

*1. Давно известно что обыватели всегда готовы давать советы в области воспитания, лечения, управления страной – для них это всегда малые простые системы. Тогда как для воспитателей, врачей и государственных деятелей – это большие сложные системы.*

*2. Исправные бытовые приборы для пользователя малые простые системы, но неисправные – малые сложные. А для мастера те же неисправные приборы – малые простые системы.*

*3. Шифрозамок для хозяина сейфа малая простая система, а для похитителя – большая простая.*

Таким образом, один и тот же объект может быть представлен системами разной сложности. И это зависит не только oт наблюдателя, но и от цели исследования. В связи с этим, В. А. Карташев пишет: «Первичное рассмотрение даже самых сложных образований на уровне установления их основных, главных отношений приводит к понятию простой системы»

***Пример.*** *При стратифицированном описании предприятия на самой верхней страте оно может быть описано в виде малой простой системы в виде «черного ящика» с основными* *ресурсами на входе и продукцией на выходе.*

1. **Детерминированность**

Рассмотрим еще одну классификацию систем, предложенную Ст. Биром.

Если входы объекта однозначно определяют его выходы, то есть его поведение можно однозначно предсказать (с вероятностью 1), то объект является детерминированным в противном случае – недетерминированным (стохастическим).

Математически детерминированность можно описать как строгую функциональную связь Y = F(X), а стохастичность возникает в результате добавления случайной величины ε:   
Y = F(X) + ε.

Детерминированность характерна для менее сложных систем; стохастические системы сложнее детерминированных, поскольку их более сложно описывать и исследовать

***Примеры:***

*1. Швейную машинку можно отнести к детерминированной системе: повернув на заданный угол рукоятку машинки можно с уверенностью сказать, что иголка переместится вверх-вниз на известное расстояние (случай неисправной машинки не рассматриваем)*

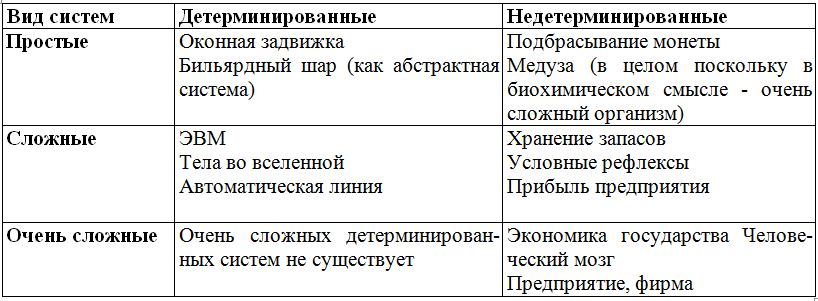
*2. Примером недетерминированной системы является собака, когда ей протягивают кость, нельзя однозначно прогнозировать поведение собаки.*

Интересен вопрос о природе стохастичности. С одной стороны, стохастичность – следствие случайности.

**Случайность** – это цепь невыявленных закономерностей, скрытых за порогом нашего понимания.

А с другой – приблизительности измерений. В первом случае мы не можем учесть все факторы (входы), действующие на объект, а также не знаем природы его нестационарности. Во втором – проблема непредсказуемости выхода связана с невозможностью точно измерить значения входов и ограниченностью точности сложных вычислений.

Примеры. Ст. Вир предлагает следующую таблицу с примерами систем:



1. **Классификация систем по степени организованности**

Организованность или упорядоченность организованности системы R оценивается по формуле R=1-Эреал/Эмакс, где Эреал – реальное или текущее значение энтропии, Эмакс – максимально возможная энтропия или неопределенность по структуре и функциям системы.

Если система полностью детерминированная и организованная то Эреал = 0 и R = 1. Снижение энтропии системы до нулевого значения означает полную «заорганизованность» системы и приводит к вырождению системы. Если система полностью дезорганизованная, то R=0 и Эреал=Эмакс.

Качественная классификация систем по степени организованности была предложена В. В. Налимовым, который выделил класс хорошо организованных и класс плохо организованных, или диффузных систем. Позднее к этим классам был добавлен еще класс самоорганизующихся систем. Важно подчеркнуть, что наименование класса системы не является ее оценкой. В первую очередь, это можно рассматривать как подходы к отображению объекта или решаемой задачи, которые могут выбираться и зависимости от стадии познания объекта и возможности получения информации о нем.

1. **Хорошо организованные системы**

Если исследователю удается определить нее элементы системы и их взаимосвязи между собой и с целями системы и вид детерминированных (аналитических или графических) зависимостей, то возможно представление объекта в виде хорошо организованной системы. То есть представление объекта в виде хорошо организованной системы применяется в тех случаях, когда может быть предложено детерминированное описание и экспериментально показана правомерность его применения (доказана адекватность модели реальному объекту).

Такое представление успешно применяется при моделировании технических и технологических систем. Хотя, строго говоря. даже простейшие математические соотношения, отображающие реальные ситуации, также не являются абсолютно адекватными, поскольку, например, при суммировании яблок не учитывается, что они не бывают абсолютно одинаковыми, а вес можно измерить только с некоторой точностью. Трудности возникают при работе со сложными объектами (биологическими, экономическими, социальными и др.). Без существенного упрощения их нельзя представить в виде хорошо организованных систем. Поэтому для отображения сложного объекта в виде хорошо организованной системы приходится выделять только факторы, существенные для конкретной цели исследования. Попытки применить модели хорошо организованных систем для представления сложных объектов практически часто нереализуемы, так как, в частности, не удается поставить эксперимент, доказывающий адекватность модели. Поэтому в большинстве случаев при представлении сложных объектов и проблем на начальных этапах исследования их отображают классами, рассмотренными ниже.

1. **Плохо организованные (или диффузные) системы**

Если не ставится задача определить все учитываемые компоненты и их связи с целями системы, то объект представляется в виде плохо организованной (или диффузной) системы. Для описания свойств таких систем можно рассматривать два подхода: выборочный и макропараметрический.

При выборочном подходе закономерности в системе выявляются на основе исследования не всего объекта или класса явлений, а путем изучения достаточно представительной (репрезентативной) выборки компонентов, характеризующих исследуемый объект или процесс. Выборка определяется с помощью некоторых правил. Полученные на основе такого исследования характеристики или закономерности распространяют на поведение системы в целом.

***Пример.*** *Если нас ни интересует средняя цена на хлеб и каком-либо городе, то можно было бы последовательно объехать или обзвонить все торговые точки города, что потребовало бы много времени и средств. А можно пойти другим путем: собрать информацию в небольшой (но репрезентативной) группе торговых точек, вычислить среднюю цену и обобщить ее на весь город.*

При этом нельзя забывать, что полученные статистические закономерности справедливы для всей системы с какой-то вероятностью, которая оценивается с помощью специальных приемов, изучаемых математической статистикой.

При макропараметрическом подходе свойства системы оценивают с помощью некоторых интегральных характеристик (макропараметров).

***Примеры:***

*1. При использовании газа для прикладных целей его свойства не определяют путем точного описания поведения каждой молекулы, а характеризуют макропараметрами — давлением, температурой и т. д.. Основываясь на этих параметрах, разрабатывают приборы и устройства, использующие свойства газа, не исследуя при этом поведение каждой молекулы.*

*2. ООН при оценке уровня качества системы здравоохранения государства применяет в качестве одной из интегральных характеристик количество детей, умерших до пяти лет, на тысячу новорожденных.*

Отображение объектов в виде диффузных систем находит широкое применение при определении пропускной способности систем разного рода, при определении численности штатов в обслуживающих, например ремонтных, цехах предприятия и в обслуживающих учреждениях, при исследовании документальных потоков информации и т.д.

1. **Самоорганизующиеся системы**

Класс самоорганизующихся, или развивающихся, систем характеризуется рядом признаков, особенностей, которые, как правило, обусловлены наличием в системе активных элементов, делающих систему целенаправленной. Отсюда вытекают особенности экономических систем, как самоорганизующихся систем, по сравнению с функционирование технических систем:

* нестационарность (изменчивость) отдельных параметров системы и стохастичность ее поведения;
* уникальность и непредсказуемость поведения системы в конкретных условиях. Благодаря наличию активных элементов системы появляется как бы «свобода воли», но в то же время возможности ее ограничены имеющимися ресурсами (элементами, их свойствами) и характерными для определенного типа систем структурными связями;
* способность изменять свою структуру и формировать варианты поведения, сохраняя целостность и основные свойства (в технических и технологических системах изменение структуры, как правило, приводит к нарушению функционирования системы или даже к прекращению существования как таковой);
* способность противостоять энтропийным (разрушающим систему) тенденциям. В системах c активными элементами не выполняется закономерность возрастания энтропии и даже наблюдаются негэнтропийные тенденции, т. е. собственно самоорганизация;
* способность адаптироваться, к изменяющимся условиям. Это хорошо по отношению к возмущающим воздействиям и помехам, но плохо, когда адаптивность проявляется и к управляющим воздействиям, затрудняя управление системой;
* способность и стремление к целеобразованию;
* принципиальная неравновесность.

Легко видеть, что хотя часть этих особенностей характерна и для диффузных систем (стохастичность поведения, нестабильность отдельных параметров), однако в большинстве своем они являются специфическими признаками, существенно отличающими этот класс систем от других и затрудняющими их моделирование.

Рассмотренные особенности противоречивы. Они в большинстве случаев являются и положительными и отрицательными, желательными и нежелательными для создаваемой системы. Их не сразу можно понять и объяснить для того, чтобы выбрать и создать требуемую степень их проявления.

При этом следует иметь в виду важное отличие открытых развивающихся систем с активными элементами от закрытых. Пытаясь понять принципиальные особенности моделирования таких систем, уже первые исследователи отмечали, что, начиная с некоторого уровня сложности, систему легче изготовить и ввести в действие, преобразовать и изменить, чем отобразить формальной моделью. По мере накопления опыта исследования и преобразования таких систем это наблюдение подтверждалось, и была осознана их основная особенность – принципиальная ограниченность формализованного описания развивающихся, самоорганизующихся систем.

По этому поводу фон Нейманом была высказана следующая гипотеза: «У нас нет полной уверенности в том, что в области сложных задач реальный объект не может являться простейшим описанием самого себя, т. е. что всякая попытка описать его с помощью обычного словесного или формально-логического метода не приведет к чему-то более сложному, запутанному и трудновыполнимому...» .

Необходимость сочетания формальных методов и методов качественного анализа и положена в основу большинства моделей и методик системного анализа. При формировании таких моделей меняется привычное представление о моделях, характерное для математического моделирования и прикладной математики. Изменяется представление и о доказательстве адекватности таких моделей.

Основную конструктивную идею моделирования при отображении объекта классом самоорганизующихся систем можно сформулировать следующим образом: накапливая информацию об объекте, фиксируя при этом все новые компоненты и связи и применяя их можно получать отображения последовательных состояний развивающейся системы, постепенно создавая все более адекватную модель реального, изучаемого или создаваемого объекта. При этом информация может поступать от специалистов различных областей знаний и накапливаться во времени по мере ее возникновения (в процессе познания объекта).

Адекватность модели также доказывается как бы последовательно (по мере её формирования) путем оценки правильности отражения в каждой последующей модели компонентов и связей, необходимых для достижения поставленных целей.

**Задание №4. Провести классификацию систем из приложения 1.**

## Суть системного подхода

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД –** направление философии и методологии науки, специально-научного познания и социальной практики, в основе которого лежит исследование объектов как систем.

**Сущность СП** заключается, во-первых, в понимании объекта исследования как системы и, во-вторых, в понимании процесса исследования объекта как системного по своей логике и применяемым средствам.

Как любая методология, системный подход подразумевает наличие определенных принципов и способов организации деятельности, в данном случае деятельности, связанной с анализом и синтезом систем.

В основе системного подхода лежат принципы: цели, двойственности, целостности, сложности, множественности и историзма. Рассмотрим подробнее содержание перечисленных принципов.

**Принцип цели** ориентирует на то, что при исследовании объекта необходимо, прежде всего, выявить цель его функционирования.

Нас в первую очередь должно интересовать, не как построена система, а для чего она существует, какая цель стоит перед ней, чем она вызвана, каковы средства достижения цели?

Принцип цели конструктивен при соблюдении двух условий:

* цель должна быть сформулирована таким образом, чтобы степень ее достижения можно было оценить (задать) количественно;
* в системе должен быть механизм, позволяющий оценить степень достижения заданной цели.

**Принцип двойственности** вытекает из принципа цели и означает, что система должна рассматриваться как часть системы более высокого уровня и в то же время как самостоятельная часть, выступающая как единое целое во взаимодействии со средой. В свою очередь каждый элемент системы обладает собственной структурой и также может рассматриваться как система.

Взаимосвязь с принципом цели состоит в том, что цель функционирования объекта должна быть подчинена решению задач функционирования системы более высокого уровня. Цель – категория внешняя по отношению к системе. Она ставится ей системой более высокого уровня, куда данная система входит как элемент.

**Принцип целостности** требует рассматривать объект как нечто выделенное из совокупности других объектов, выступающее целым по отношению к окружающей среде, имеющее свои специфические функции и развивающееся по свойственным ему законам. При этом не отрицается необходимость изучения отдельных сторон.

**Принцип сложности** указывает на необходимость исследования объекта, как сложного образования и, если сложность очень высока, нужно последовательно упрощать представление объекта, на так чтобы сохранить все его существенные свойства.

**Принцип множественности** требует от исследователя представлять описание объекта на множестве уровней: морфологическом, функциональном, информационном.

* **Морфологический уровень** дает представление о строении системы. Морфологическое описание не может быть исчерпывающим. Глубина описания, уровень детализации, то есть выбор элементов, внутрь которых описание не проникает, определяется назначением системы. Морфологическое описание иерархично. Конкретизация морфологии дается на стольких уровнях, сколько их требуется для создания представления об основных свойствах системы.
* **Функциональное описание** связано с преобразованием энергии и информации. Всякий объект интересен, прежде всего, результатом своего существования, местом, которое он занимает среди других объектов в окружающем мире.
* **Информационное описание** дает представление об организации системы, т.е. об информационных взаимосвязях между элементами системы. Он дополняет функциональное и морфологическое описания.

На каждом уровне описания действуют свои, специфические закономерности. Все уровни тесно взаимосвязаны. Внося изменения на одном из уровней, необходимо проводить анализ возможных изменений на других уровнях.

**Принцип историзма** обязывает исследователя вскрывать прошлое системы и выявлять тенденции и закономерности ее развития в будущем.

Прогнозирование поведения системы в будущем является необходимым условием того, что принятые решения по совершенствованию существующей системы или создание новой обеспечивает эффективное функционирование системы в течение заданного времени.

## Итоги

****

# Литература для изучения

1. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. – М.: 1974.
2. Философский словарь. – М.: Политиздат, 1980.
3. Большая советская энциклопедия. Т.39. С.158.
4. Блохинцев Д. И. Основы квантовой механики. – М.: 1961.
5. Берталанфи Л. Общая теория систем. – М.: Системное моделирование, 1969.
6. Советский энциклопедический словарь. – М., 1980. с. 1109.
7. Крылов В. Ю., Морозов Ю. И. Кибернетические модели и психология. – М.: Наука, 1984.
8. Спицнадель В. Н. Основы системного анализа: Учебное пособие.- СПб.: Изд. .дом «Бизнес-пресса», 2000.
9. Жариков О. Н., Королевская В. И., Хохлов С. Н. Системный подход к управлению: Учеб. пособие для вузов / Под редакцией Персианова.- М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
10. Лекторский В. А., Садовский В. Н. О принципах исследования систем // Вопросы философии,1960.№8.
11. Бир Ст. Кибернетика и управление производством. – М.: Физматгиз, 1963.
12. Акофф Р. Л. Системы, организации и междисциплинарные исследования // Системные исследования. Ежегодник, 1969. М., 1969.
13. Klir G. J. An Approach to General System Theory. – New York, 1969.
14. Дружинин В., Конторов Д. С. Системотехника. – М.: Радио и связь, 1985.
15. Милюхин С. Т. Материя в её единстве, бесконечности и развитии.- М.: 1966.
16. Философия современного естествознания: Учебное пособие для вузов / По общ. ред. проф. С. А. Лебедева. – М.: ФАИР – ПРЕСС, 2004.
17. Месарович М. Основание общей теории систем // Общая теория систем. – М.: Мир, 1966.
18. Эшби Р. Введение в кибернетику. – М.: Иностр. лит., 1970.
19. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. – М.: Иностр. лит., 1990.
20. Винер Н. Кибернетика. – М.: 1968.
21. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. – М.: Иностр. лит., 1968.
22. Фетисов В. А. Основы системного анализа. М.: 1988.
23. Анохин П. К. Узловые вопросы теории функциональных систем. М.: Наука, 1971.
24. Анохин П. К. Философский смысл проблемы естественного и искусственного интеллекта. // Вопросы философии, 1973, №6.
25. Паск. Г. Значение кибернетики для наук о поведении. – // Кибернетические проблемы бионики. – М.: Мир, 1972, вып. 2.
26. Князева Е. Н. 30 лет синергетике. // Вопросы философии, 2000. №4.
27. Ерохина Е. А. Теория экономического развития: системно-синергетический подход. – М.:1999.
28. Уёмов А. И. Диалектико – материалистическое понимание связей между явлениями. // Философские науки, 1958. №1.
29. Топоров В. Н. Из области теоретической топономастики // Вопросы языкознания, 1962. №6.
30. Милюхин С. Т. О диалектике развития неорганической природы. – М.: 1966.
31. Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г. Системный подход в системной науке, проблемы методологии системного исследования. – М.; Мысль, 1970;
32. Лопатников Л. И. Краткий экономико-математический словарь.- М.: Наука,1979.
33. Шабров О. Политическое управление. – М.; Интеллект, 1997.
34. Уёмов А. И. Системный подход и общая теория систем. – М.: Мысль, 1978.

# Приложение 1. Примеры систем

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Автомобиль | 1. Оранжерея |
| 1. Ателье | 1. Оркестр |
| 1. АТС | 1. ОТК |
| 1. Аэропорт | 1. Отрасль |
| 1. Аэрофлот | 1. Очки |
| 1. Бензоколонка | 1. Парикмахерская |
| 1. Библиотека | 1. Пианино |
| 1. Больница | 1. Планирование |
| 1. Велосипед | 1. Профсоюз |
| 1. Вентилятор | 1. Птицеферма |
| 1. Вернисаж | 1. Промышленность |
| 1. ВУЗ | 1. Регион |
| 1. Газета | 1. Ректорат |
| 1. Город | 1. Республика |
| 1. Городской транспорт | 1. Робот |
| 1. Гостиница | 1. Рынок |
| 1. Грузовик | 1. Самолет |
| 1. ГЭС | 1. Санаторий |
| 1. Деканат | 1. Сбербанк |
| 1. Дерево | 1. Светофор |
| 1. Детский сад | 1. Склад |
| 1. Доклад | 1. Собрание |
| 1. Завод | 1. Спутник |
| 1. Замок | 1. Стадион |
| 1. Звонок | 1. Столовая |
| 1. Зоопарк | 1. Стройка |
| 1. Каталог | 1. Суд |
| 1. Качели | 1. Счеты |
| 1. Кинотеатр | 1. Такси |
| 1. Книга | 1. Телевизор |
| 1. Концерт | 1. Типография |
| 1. Компьютер | 1. Трактор |
| 1. Кооператив | 1. Транспорт |
| 1. Кофемолка | 1. Трамвай |
| 1. Кухня | 1. Тюрьма |
| 1. Лекция | 1. Телефон |
| 1. Люстра | 1. Учебник |
| 1. Магазин | 1. Факультет |
| 1. Магнитофон | 1. Фотоателье |
| 1. Мэрия | 1. Фотоаппарат |
| 1. Метро | 1. Химчистка |
| 1. Микрофон | 1. Хозрасчет |
| 1. Министерство | 1. Хор |
| 1. Мозг | 1. Цех |
| 1. Музей | 1. Циркуль |
| 1. Мясорубка | 1. Часы |
| 1. Общежитие | 1. Чемпионат |
| 1. Общество | 1. Швейная машина |
| 1. Общество потребителей | 1. Школа |
| 1. Огнетушитель | 1. Экономика |