|  |  |
| --- | --- |
| **Лабораторная**  **работа № 1** | **Структурный и функциональный анализ  систем** |

|  |  |
| --- | --- |
| **🖸** | **Цель работы** |

Получить практические навыки в выделении компонент системы, описании ее свойств и структуры, взаимодействия с внешней средой, функционирования системы во времени и управления системой.

|  |  |
| --- | --- |
| ⮱ | **Варианты заданий** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Вариант 1** |  |

Для объекта: **Автоматизированная система – Учета товаров на складе** выполнить следующие работы:

1. Построение иерархии системы;

2. Описание сущностных свойств системы;

3. Описание функционирования системы в пространстве состояний

4. Описание управления системой.

5. Выполнение необходимых **графических работ**, заполнение необходимых **таблицы**, подготовка и представление **отчета** о проделанной работе.

|  |  |
| --- | --- |
| **Вариант 2** |  |

Для объекта: **Автоматизированная система – Размещение клиентов в гостинице** выполнить следующие работы:

1. Построение иерархии системы;

2. Описание сущностных свойств системы;

3. Описание функционирования системы в пространстве состояний

4. Описание управления системой.

5. Выполнение необходимых **графических работ**, заполнение необходимых **таблицы**, подготовка и представление **отчета** о проделанной работе.

|  |  |
| --- | --- |
| **Вариант 3** |  |

Для объекта: **Автоматизированная система – Ресторан. Обслуживание посетителей** выполнить следующие работы:

1. Построение иерархии системы;

2. Описание сущностных свойств системы;

3. Описание функционирования системы в пространстве состояний

4. Описание управления системой.

5. Выполнение необходимых **графических работ**, заполнение необходимых **таблицы**, подготовка и представление **отчета** о проделанной работе.

|  |  |
| --- | --- |
| **Вариант 4** |  |

Для объекта: **Автоматизированная система – Библиотека. Выдача книг** выполнить следующие работы:

1. Построение иерархии системы;

2. Описание сущностных свойств системы;

3. Описание функционирования системы в пространстве состояний

4. Описание управления системой.

5. Выполнение необходимых **графических работ**, заполнение необходимых **таблицы**, подготовка и представление **отчета** о проделанной работе.

|  |  |
| --- | --- |
| **Вариант 5** |  |

Для объекта: **Автоматизированная система – Аптека. Поступление и продажа лекарств** выполнить следующие работы:

1. Построение иерархии системы;

2. Описание сущностных свойств системы;

3. Описание функционирования системы в пространстве состояний

4. Описание управления системой.

5. Выполнение необходимых **графических работ**, заполнение необходимых **таблицы**, подготовка и представление **отчета** о проделанной работе.

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Порядок выполнения работы** |

1. Ознакомление с необходимым теоретическим материалом;
2. По аналогии с приведенным ниже примером выполнение работы в полном соответствии с содержанием выбранного **варианта задания;**
3. Оформление и представление преподавателю отчета по работе в текстовом редакторе WORD в соответствии с требованиями, представленными в **Приложении 1**.

|  |  |
| --- | --- |
| **** | **Пример выполнения лабораторной работы** |

**Построение иерархии системы**

В качестве анализируемой подсистемы, на основе которой должна выполняться работа **назначена** техническая система – **компьютер**. Входящие в ее состав компоненты, представляющие в свою очередь подсистемы, представляются в виде иерархии (не менее **4-х уровней**). Пример упрощенной иерархии состава для компьютера представлен на рис. 1.1.

**Системный блок**

**Устройства ввода**

**Устройства вывода**

**……..**

**Микропроцессор**

**ОЗУ**

**Внешние ЗУ**

**АЛУ**

**УУ**

**КОМПЬЮТЕР**

**Рис. 1.1.** Упрощенная иерархия состава компьютера

**Описание сущностных свойств системы**

Описывается сущностное свойство системы и его внешнее проявление (явление). Определяется, является ли данное свойство **эмерджентным**. Ответ обосновывается. В рассматриваемом примере для компьютера сущностное свойство – ***способность преобразовывать информацию в интересах пользователя***. Данное свойство является эмерджентным, т. к. ни один из компонентов компьютера по отдельности не обладает им: устройства памяти только хранят данные, микропроцессор выполняет элементарные операции,…

**Описание структуры системы и ее взаимодействия** **с окружением**

Выделяются **объекты окружающей среды**. Составляется схема взаимодействия компонент системы, а также схема взаимодействия со средой (это может быть одна общая схема). Если система слишком большая и сложная, можно составить схему для некоторой подсистемы. Описываются внутренние и внешние связи. Пример изображения схемы взаимодействия компонент системы друг с другом и с окружающей средой представлен на рис. 1.2.

**Оператор**

**Устройства ввода**

**Устройства вывода**

**ОЗУ**

**Микропроцессор**

**ОЗУ**

**Внешняя среда**

**Система**

**Рис. 1.2.** Структура системы и ее взаимодействия с окружением

**Описание функционирования системы в пространстве** **состояний**

Выделяются **параметры системы**. Параметры могут быть сгруппированы по типам: **физические характеристики** (*размер*, *местоположение*, *цвет*, *материал*), **технические характеристики**, **экономические показатели** и т. д.

Из множества параметров выделяются те, которые могут характеризовать поведение (функционирование) системы, т. е. которые изменяются во времени. Описываются различные состояния системы, указывая конкретные значения параметров. Результаты представляются в виде таблицы, приведенной ниже:

Таблица 1.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Параметр** | **Состояние 1** | **Состояние 2** | **Состояние 3** |
|  |  |  |  |

**Описание управления системой**

Определяется основная **цель системы (подсистемы)**. Если система является неживым объектом, то цель, как правило, определяется пользователем.

Определяется, кто (что) и как управляет системой, с помощью каких управляющих воздействий осуществляется управление, используется ли в процессе управления обратная связь и если используется, то каким образом.

|  |  |
| --- | --- |
| 🕮 | **Краткие теоретические сведения** |

**Система и ее элементы**

**Система** (от греческого ***systema*** – целое, составленное из частей соединение) – ***это совокупность элементов, взаимосвязанных друг с другом, образующая определенную целостность, единство.***

Например, **АСОИУ** – это система, а ее элементами являются аппаратные средства (ЭВМ и разнообразное периферийное оборудование), программное обеспечение (ПО), человек-оператор.

Количество ***элементов***, образующих систему, и связей между ними не уточняется, так как такое уточнение может привести к спору, подобного тому, который вели древние философы: сколько вместе сложенных камней образуют кучу?

***Системы*** весьма разнообразны. Для выполнения их общих закономерностей, прежде всего, остановимся на некоторых понятиях, которые будут использованы для характеристики систем.

Любая ***система*** состоит из ***подсистем***, подсистема любой системы может быть сама рассмотрена как система. Границы рассматриваемой системы определяются доступными ресурсами и окружением.

**Элемент** – некоторый объект (материальный, энергетический, информационный), обладающий рядом важных свойств и реализующий в системе определенный закон функционирования , внутренняя структура которого не рассматривается. Сложные элементы систем, в свою очередь состоящие из более простых взаимосвязанных элементов, часто называют ***подсистемами***.

Понятия **элемент** и **система** – относительны. Если объектом изучения являются аппаратные средства **АСОИУ**, то системой, например, является ЭВМ, а ее элементы – процессор, основная память, внешние запоминающие устройства и т.д.

Формальное описание элемента системы совпадает с описанием подмодели . Однако функционалы *g* и *f* заменяются на закон функционирования , и в зависимости от целей моделирования входной сигнал  может быть разделен на три подмножества:

* неуправляемых входных сигналов , преобразуемых рассматриваемым элементом;
* воздействий внешней среды , представляющих шум, помехи;
* управляющих сигналов (событий) , появление которых приводит к переводу элемента из одного состояния в другое.

Иными словами, элемент – это неделимая наименьшая функциональная часть исследуемой системы, включающая  и представляемая как «***черный ящик***» (**ОПРЕДЕЛЕНИЕ-1**) (рис. 1.3). Функциональную модель элемента будем представлять как .



**Рис. 1.3.** Элемент системы как «***черный ящик***»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ-1 | |  |
|  |
|  | **Чёрный я́щик** — термин, используемый для обозначения [системы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0), внутреннее устройство и механизм работы которой очень сложны, неизвестны или неважны в рамках данной задачи. «**Метод чёрного ящика**» — метод исследования таких систем, когда вместо свойств и взаимосвязей составных частей системы, изучается реакция системы, как целого, на изменяющиеся условия. Подход **чёрного ящика** сформировался в точных науках (в [кибернетике](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0), [системотехнике](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0) и физике) в 20-40 годах XX века и был заимствован другими науками (прежде всего, [**бихевиористической психологией**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%85%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BC)). Система, которую представляют как «**чёрный ящик**», рассматривается как имеющая некий «**вход**» для ввода информации и «**выход**» для отображения результатов работы, при этом происходящие в ходе работы системы процессы наблюдателю неизвестны. Предполагается, что состояние выходов функционально зависит от состояния входов. | |

***Входные*** сигналы, воздействия внешней среды и ***управляющие*** сигналы являются независимыми переменными. При строгом подходе любое изменение любой из независимых переменных влечет за собой изменение состояния элемента системы. Поэтому в дальнейшем будем обобщенно обозначать эти сигналы как , а функциональную модель элемента – как , если это не затрудняет анализ системы.

***Выходной*** сигнал , в свою очередь, представляют совокупность характеристик элемента .

**Среда** – множество объектов  вне данного элемента (системы), которые оказывают влияние на элемент (систему) и сами находятся под воздействием элемента (системы), .

Правильное разграничение исследуемого реального объекта ***среды*** является необходимым этапом системного анализа. Часто в системном анализе выделяют понятие «***суперсистема***» – часть внешней среды, для которой исследуемая система является ***элементом***.

**Подсистема** – часть системы, выделенная по определенному признаку, обладающая некоторой самостоятельностью и допускающая разложение на элементы в рамках данного рассмотрения.

***Система*** может быть разделена на элементы не сразу, а последовательным расчленением на подсистемы – совокупности элементов. Такое расчленение, как правило, производится на основе определения независимой функции, выполняемой данной совокупностью элементов совместно для достижения общей цели системы. ***Подсистема*** отличается от простой группы элементов, для которой не выполняется условие целостности.

Последовательное разбиение системы в глубину приводит к ***иерархии*** подсистем, нижним уровнем которых является элемент. Типичным примером такого разбиения является структура Паскаль-программы. Так, например, тело основной программы включает модули – подсистемы первого уровня, модули включают функции и процедуры – подсистемы второго уровня, функции и процедуры включают операнды и операторы – элементы системы.

**Характеристика** – то, что отражает некоторое свойство элемента системы. Характеристика  задается ***кортежем*** (**ОПРЕДЕЛЕНИЕ-2**), где *name* – имя *j*-ой характеристики,  – область допустимых значений. Область допустимых значений задается перечислением этих значений или функционально, с помощью правил вычисления (измерения) и оценки.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ-2 | |  |
|  |
|  | **Кортеж** (Информатика) – упорядоченный набор фиксированной длины | |

***Характеристики*** делятся на ***количественные*** и ***качественные*** в зависимости от типа отношений на множестве их значений.

Если на множестве значений заданы ***метризованные*** отношения   
(**ОПРЕДЕЛЕНИЕ-3**), когда указывается не только факт выполнения отношения , также и степень количественного превосходства, то характеристика является количественной.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ-3 | |  |
|  |
|  | **Метризованные** отношения (в экспертных системах), содержат информацию  о степени предпочтения объектов, сходства между ними и т. д. | |

Если пространство значений не метрическое, то характеристика называется ***качественной***. Например, такая характеристика монитора, как ко*мфортное разрешение*, хотя и измеряется в пикселях, является качественной. Поскольку на комфортность влияют мерцание, нерезкость, индивидуальные особенности пользователя и т.д., единственным отношением на шкале комфортности является отношение эквивалентности, позволяющее различить мониторы как комфортные и некомфортные без установления количественных предпочтений.

***Количественная*** характеристика называется ***параметром***.

Часто в литературе понятия «параметр» и «характеристика» отождествляются на том основании, что все можно измерить. Но в общем случае полезно разделять параметры и качественные характеристики, т.к. не всегда возможно или целесообразно разрабатывать процедуру количественной оценки какого-либо свойства.

Характеристики элемента являются зависимыми переменными и отражают свойства элемента.

**Свойство**– сторона объекта, обусловливающая его отличие от других объектов или сходство с ними и проявляющаяся при взаимодействии с другими объектами***.***

Свойства задаются с использованием отношений – одного из основных математических понятий, используемых при анализе и обработке информации. На языке отношений единым образом можно описать воздействия, свойства объектов и связи между ними, задаваемые различными признаками. Существует несколько форм представления отношений: функциональная (в виде функции, функционала, оператора), матричная, табличная, логическая, графовая, представление сочетаниями, алгоритмическая (в виде словесного правила соответствия).

***Свойства*** классифицируют на ***внешние***, проявляющиеся в форме выходных характеристик  только при взаимодействии с внешними объектами, и ***внутренние***, проявляющиеся в форме переменных состояния  при взаимодействии с внутренними элементами рассматриваемой системы и являющиеся причиной внешних свойств.

Одна из основных целей системного анализа – выявление внутренних свойств системы, определяющих ее поведение.

По **структуре** системы делятся на ***простые*** и ***сложные*** (интегральные). Внешние простые свойства доступны непосредственному наблюдению, внутренние свойства конструируются в нашем сознании логически и не доступны наблюдению.

Следует помнить, что свойства проявляются только при взаимодействии с другими объектами или элементами одного объекта между собой.

По ***степени подробности отражения свойств*** выделяют горизонтальные (иерархические) уровни анализа системы. По характеру отражаемых свойств выделяют вертикальные уровни анализа – аспекты. Этот механизм лежит в основе утверждения о том, что для одной реальной системы можно построить множество абстрактных систем.

При проведении системного анализа на результаты влияет фактор времени. Для своевременного окончания работы необходимо правильно определить уровни и аспекты проводимого исследования. При этом производится выделение существенных для данного исследования свойств путем абстрагирования от несущественных по отношению к цели анализа подробностей.

Формально ***свойства*** могут быть представлены также и в виде закона функционирования элемента.

***Законом функционирования*** , описывающий процесс функционирования элемента системы во времени, называется зависимость .

Оператор  преобразует независимые переменные в зависимые и отражает ***поведение элемента*** (системы) во времени – процесс изменения состояния элемента (системы), оцениваемой по степени достижения цели его функционирования. Понятие поведения принято относить только к целенаправленным системам и оценивать по показателям.

**Цель** – ситуация или область ситуации, которая должна быть достигнута при функционировании системы за определенный промежуток времени.

**Цель** может задаваться требованиями к показателям результативности, ресурсоемкости, оперативности функционирования системы либо к траектории достижения заданного результата. Как правило, цель для системы определяется старшей системой, а именно той, в которой рассматриваемая система является элементом.

**Связь *–*** вид отношений между элементами, который проявляется как некоторый обмен (взаимодействие). Как правило, в исследованиях выделяются внутренние и внешние связи. Внешние связи системы – это ее связи со средой. Они проявляются в виде характерных свойств системы. Определение внешних связей позволяет отделить систему от окружающего мира и является необходимым начальным этапом исследования.

В ряде случаев считается достаточным исследование всей системы ограничить установлением ее закона функционирования. При этом систему отождествляют с оператором  и представляют в виде «черного ящика». Однако, в задачах анализа обычно требуется выяснить какими внутренними связями обусловливаются интересующие исследователя свойства системы. Поэтому основным содержанием системного анализа является определение ***структурных***, ***функциональных***, ***каузальные***, ***информационных*** и ***пространственно-временных внутренних*** связей системы.

***Структурные*** связи обычно подразделяют на иерархические, сетевые, древовидные и задают в графовой или матричной форме.

***Функциональные*** и ***пространственно-временные*** связи задают как функции, функционалы и операторы.

***Каузальные*** (***причинно-следственные***) связи описывают на языке формальной логики.

Для описания ***информационных*** связей разрабатываются инфологические модели.

**Качество** – совокупность существенных свойств объекта, обусловливающих его пригодность для использования по назначению. Оценка качества может производиться по одному интегральному свойству, выражаемому через обобщенный показатель качества системы.

**Процесс *–*** совокупность состояний системы , упорядоченных по изменению какого-либо параметра *t*, определяющего свойства системы.

**Эффективность процесса**– степень его приспособленности к достижению цели.

Принято различать эффективность процесса, реализуемого системой. Эффективность проявляется только при функционировании и зависит от свойства самой системы, способа ее применения и от воздействия внешней среды.

**Критерий эффективности** – обобщенный показатель и правило выбора лучшей системы (лучшего решения). Например, .

Если решение выбирается по качественным характеристикам, то критерий называется решающим правилом.

Если нас интересует не только закон функционирования, но и алгоритм реализации этого закона, то элемент не может быть представлен в виде «***черного ящика***» и должен рассматриваться как ***подсистема*** (агрегат, домен) – часть системы, выделенная по функциональному или какому-либо другому признаку.

Описание подсистемы в целом совпадает с описанием элемента. Но для ее описания дополнительно вводится понятие множества внутренних (собственных) характеристик подсистемы: .

**Структура** – совокупность образующих систему элементов и связей между ними. Это понятие вводится для описания подмодели . В структуре системы существенную роль играют связи. Так, изменяя связи при сохранении элементов, можно получить другую систему, обладающую новыми свойствами или реализующую другой закон функционирования.

**Описание (спецификация) системы** – это идентификация ее определяющих элементов и подсистем, их взаимосвязей, целей, функций и ресурсов, т.е. описание допустимых состояний системы.

При анализе **надежности** системы (элементы) в зависимости от условий эксплуатации классифицируются:

***по способу применения*** *–*однократного и многократного действия;

***по способу обслуживания***– восстанавливаемые и невосстанавливаемые;

***по способу изменения работоспособности***(определение работоспособного состояния будет дано ниже) – ***простые*** и ***сложные***.

***Простая***система имеет всего два состояния: работоспособное и неработоспособное.

***Сложная*** система имеет несколько состояний, в каждом из которых работоспособность характеризуется различной эффективностью.

***Эффективность*** – свойство системы давать некоторый полезный результат (целевое назначение).

***Эффективность системы*** определяется двумя способами:

* вероятностью выполнения цели при определенных условиях эксплуатации (техническая);
* затратами на достижение цели с указанной вероятностью (экономическая).

**АСОИУ *как сложная система*** характеризуется следующими особенностями:

* большое число разнородных, в том числе нетехнических компонентов: состояния программ, организация потоков информации, влияние человека - оператора, стратегия обслуживания;
* технические средства различной физической природы: механические, оптические, электрические, электронные;
* многообразие функциональных задач, решаемых системой;
* сложная сеть передачи информации;
* иерархическая структура управления;
* реальный масштаб времени работы ЭВМ;
* периодическое решение относительно небольшого класса задач;
* наличие различных видов избыточности (структурной, временной, функциональной, информационной и др.), чтобы обеспечить отказоустойчивость при работе системы.

Исследованию надежности сложной системы предшествует изучение функциональных задач, выполняемых системой.

**Формирование общего представления систем**

**Стадия 1**. Выявление главных функций (предназначения, свойств, целей) системы. Формирование (выбор) основных предметных понятий, используемых в системе. На этой стадии речь идет об уяснении основных выходов в системе. Именно с этого лучше всего начинать ее исследование. Должен быть определен тип выхода: материальный, энергетический, информационный, они должны быть отнесены к каким-либо физическим или другим понятиям (выход производства – продукция (какая?), выход системы управления – командная информация (для чего?, в каком виде?), выход автоматизированной информационной системы – сведения (о чем?) и т.д.).

**Стадия 2**. Выявление основных функций и частей (модулей) в системе. Понимание единства этих частей в рамках системы. На этой стадии происходит первое знакомство с внутренним содержанием системы, выявляется, из каких крупных частей она состоит и какую роль каждая часть играет в системе. Эта стадия получения первичных сведений о структуре и характере основных связей. Такие сведения следует представлять и изучать при помощи структурных или объектно-ориентированных методов анализа систем, где, например, выясняется наличие преимущественно последовательного или параллельного характера соединения частей, взаимной или преимущественно односторонней направленности воздействий между частями и т.п. Уже на этой стадии следует обратить внимание на так называемые системообразующие факторы, т.е. связи взаимообусловленности, которые и делают систему системой.

**Стадия 3**. Выявление основных процессов в системе, их роли, условий осуществления; выявление стадийности, скачков, смен состояний в функционировании; в системах с управлением – выделение основных управляющих факторов. Здесь исследуется динамика важнейших изменений в системе, ход событий, вводятся параметры состояния, рассматриваются факторы, влияющие на эти параметры, обеспечивающие течение процессов, а также условия начала и конца процессов. Определяется, управляемы ли процессы и способствуют ли они осуществлению системой своих главных функций. Для управляемых систем уясняются основные управляющие воздействия, их тип, источник и степень влияния на систему.

**Стадия 4**. Выявление основных элементов «несистемы», с которыми связана изучаемая система. Выявление характера этих связей. На этой стадии решается ряд отдельных проблем. Исследуются основные внешние воздействия на систему (входы). Определяется их тип (вещественные, энергетические, информационные), степень влияния на систему, основные характеристики. Фиксируются границы того, что считается системой, определяются элементы «несистемы», на которые направлены основные выходные воздействия. Здесь же полезно проследить эволюцию системы, путь ее формирования. Нередко именно это ведет к пониманию структуры и особенностей функционирования системы. В целом данная стадия позволяет лучше уяснить главные функции системы, ее зависимость и уязвимость или относительную независимость во внешней среде.

**Стадия 5.** Выявление неопределенностей и случайностей в ситуации их определяющего влияния на систему (для стохастических систем).

**Стадия 6**. Выявление разветвленной структуры, иерархии, формирование представлений о системе как о совокупности модулей, связанных входами-выходами

**Стадией 6** заканчивается формирование общих представлений о системе. Как правило, это достаточно, если речь идет об объекте, с которым мы непосредственно работать не будем. Если же речь идет о системе, которой надо заниматься для ее глубокого изучения, улучшения, управления, то нам придется пойти дальше по спиралеобразному пути углубленного исследования системы.

**Формирование детального представления системы**

**Стадия 7.** Выявление всех элементов и связей, важных для целей рассмотрения. Их отнесение к структуре иерархии в системе. Ранжирование элементов и связей по их значимости.

**Стадии 6** и **7** тесно связаны друг с другом, поэтому их обсуждение полезно провести вместе. **Стадия 6** – это предел познания «внутрь» достаточно сложной системы для лица, оперирующего ею целиком. Более углубленные знания о системе (**Стадия 7**) будет иметь уже только специалист, отвечающий за ее отдельные части. Для не слишком сложного объекта уровень **Стадии 7** – знание системы целиком – достижим и для одного человека. Таким образом, хотя суть **Стадий** **6** и **7** одна и та же, но в первой из них мы ограничиваемся тем разумным объемом сведений, который доступен одному исследователю.

При углубленной детализации важно выделять именно существенные для рассмотрения элементы (модули) и связи, отбрасывая все то, что не представляет интереса для целей исследования. Познание системы предполагает не всегда только отделение существенного от несущественного, но также уделение дополнительного внимания более существенному. Детализация должна затронуть и уже рассмотренную в **Стадии 4** связь системы с «несистемой». На **Стадии 7** совокупность внешних связей считается проясненной на столько, что можно говорить о доскональном знании системы.

**Стадии 6** и **7** подводят итог общему, цельному изучению системы. Дальнейшие стадии уже рассматривают только ее отдельные стороны. Поэтому важно еще раз обратить внимание на системообразующие факторы, на роль каждого элемента и каждой связи, на понимание, почему они именно таковы или должны быть именно таковыми в аспекте единства системы.

**Стадия 8.** Учет изменений и неопределенностей в системе. Здесь исследуются медленное, обычно нежелательное изменение свойств системы, которое принято называть «старением», а также возможность замены отдельных частей (модулей) на новые, позволяющие не только противостоять старению, но и повысить качество системы по сравнению с первоначальным состоянием. Такое совершенствование искусственной системы принято называть развитием. К нему также относят улучшение характеристик модулей, подключение новых модулей, накопление информации для лучшего ее использования, а иногда и перестройку структуры, иерархии связей.

Основные неопределенности в стохастической системе считаются исследованными на **Стадии 5**. Однако недетерминированность всегда присутствует и в системе, не предназначенной работать в условиях случайного характера входов и связей. Добавим, что учет неопределенностей в этом случае обычно превращается в исследование чувствительности важнейших свойств (выходов) системы. Под чувствительностью понимают степень влияния изменения входов на изменение выходов.

**Стадия 9.** Исследование функций и процессов в системе в целях управления ими. Введение управления и процедур принятия решения. Управляющие воздействия как системы управления. Для целенаправленных и других систем с управлением данная система имеет большое значение. Основные управляющие факторы были уяснены при рассмотрении **Стадии 3**, но там это носило характер общей информации о системе. Для эффективного введения управлений или изучения их воздействий на функции системы и процессы в ней необходимо глубокое знание системы. Именно поэтому мы говорим об анализе управлений только сейчас, после всестороннего рассмотрения системы. Напомним, что управление может быть чрезвычайно разнообразным по содержанию – от команд специализированной управляющей ЭВМ до министерских приказов.

Однако возможность единообразного рассмотрения всех целенаправленных вмешательств в поведение системы позволяет говорить уже не об отдельных управленческих актах, а о системе управления, которая тесно переплетается с основной системой, но четко выделяется в функциональном отношении.

На данной стадии выясняется, где, когда и как (в каких точках системы, в какие моменты, в каких процессах, скачках, выборах их совокупности, логических переходах и т.д.) система управления воздействует на основную систему, насколько это эффективно, приемлемо и удобно реализуемо. При введении управлений в систему должны быть исследованы варианты перевода входов и постоянных параметров в управляемые, определены допустимые пределы управления и способы их реализации.

**Стадии 6-9** были посвящены углубленному исследованию системы. Далее идет специфическая стадия моделирования. О создании модели можно говорить только после полного изучения системы.

Определим, пока не формализованно, понятие структуры системы.

**Структура** – все то, что вносит порядок во множество объектов, т.е. совокупность связей и отношений между частями целого, необходимых для достижения цели.

**Основные признаки системы:**

* целостность, связность или относительная независимость от среды и систем (наиболее существенная количественная характеристика системы). С исчезновением связности исчезает и система, хотя элементы системы и даже некоторые отношения между ними могут быть сохранены;
* наличие подсистем и связей между ними или наличие структуры системы (наиболее существенная качественная характеристика системы). С исчезновением подсистем или связей между ними может исчезнуть и сама система;
* возможность обособления или абстрагирования от окружающей среды, т.е. относительная обособленность от тех факторов среды, которые в достаточной мере не влияют на достижение цели;
* связи с окружающей средой по обмену ресурсами;
* подчиненность всей организации системы некоторой цели (как это, впрочем, следует из определения системы);
* ***эмерджентность*** (**ОПРЕДЕЛЕНИЕ-4**) или несводимость свойств системы к свойствам элементов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ-4 | |  |
|  |
|  | **Эмердже́нтность** или **эмерге́нтность** (англ. от emergent «возникающий, неожиданно появляющийся») в теории систем — появление у системы свойств, не присущих её элементам в отдельности; принципиальная несводимость свойств системы в целом к сумме свойств её компонентов. | |

***Системным анализом*** называется логически связанная совокупность теоретических и эмпирических положений из области математики, естественных наук и опыта разработки сложных систем, обеспечивающая повышение обоснованности решения конкретной проблемы.

В ***системном анализе*** используются как математический аппарат общей теории систем, так и другие качественные и количественные методы из области математической логики, теории принятия решений, теории эффективности, теории информации, структурной лингвистики, теории нечетких множеств, методов искусственного интеллекта, методов моделирования.

Применение ***системного анализа*** при построении информационных систем (ИС) дает возможность выделить перечень и указать целесообразную последовательность выполнения взаимосвязанных задач, позволяющих не упустить из рассмотрения важные стороны и связи изучаемого объекта автоматизации. Иногда говорят, что ***системный анализ*** – это методика улучшающего вмешательства в проблемную ситуацию.

В состав задач системного анализа в процессе создания ИС входят задачи ***декомпозиции***, ***анализа*** и ***синтеза***.

***Задача декомпозиции*** означает представление системы в виде подсистем, состоящих из более мелких элементов. Часто задачу декомпозиции рассматривают как составную часть анализа.

***Задача анализа*** состоит в нахождении различного рода свойств системы или среды, окружающей систему. Целью анализа может быть определение закона преобразования информации, задающего поведение системы. В последнем случае речь идет об ***агрегации*** (композиции) системы в один-единственный элемент.

***Задача синтеза*** системы противоположна задаче анализа. Необходимо по описанию закона преобразования построить систему, фактически выполняющую это преобразование по определенному алгоритму. При этом должен быть предварительно определен класс элементов, из которых строится искомая система, реализующая алгоритм функционирования.

Под ***управлением*** в самом общем виде будем понимать процесс формирования целенаправленного поведения системы посредством информационных воздействий, вырабатываемых человеком (группой людей) или устройством. Наиболее точно ***управление*** определяется как функция системы, обеспечивающая либо сохранение совокупности её основных свойств, либо её развитие в направлении определенной цели.

|  |  |
| --- | --- |
| ❓ | **Контрольные вопросы** |

1. *Что такое система?*
2. *Определите, что такое свойство эмерджентности в системе?*
3. *Определите, что такое элемент системы?*
4. *Дайте определение понятиям «связь» и «взаимосвязь»*
5. *Что такое «Внешняя среда»?*
6. *Назовите основное содержание этапов формирования общего представления систем.*
7. *Назовите основное содержание этапов формирования детального представления системы*
8. *Что такое процесс декомпозиции?*
9. *В чем заключается основная суть задач анализа и синтеза?*
10. *Что такое управление в системе?*