1.1. Системы и их основные свойства

Фундаментальным понятием системотехники является понятие «система» (гр. systema – это составленное из частей, соединение). В самом широком смысле под системой понимают множество закономерно взаимосвязанных элементов.

Среди систем выделяют простые и сложные.

Под *сложной системой* понимают совокупность объектов (простых и сложных элементов – компонент), взаимодействие которых обусловливает появление новых качеств, не свойственных объектам, входящим в систему.

В отличие от простых систем в сложных системах *введение новых связей между ее элементами приводит к появлению новых свойств*.

*Иерархичность системы* подразумевает, что каждая система может быть разделена на подсистемы, которые, в свою очередь, могут быть разделены на более мелкие подсистемы следующего уровня иерархии, и т.д.

Каждая сложная система обладает свойствами *целостности и членимости*.

Основные свойства систем:

1. Уникальность, целостность и членимость, разнородность подсистем и элементов. Система – это целостная совокупность элементов, т.е., с одной стороны, это целостная система, а с другой – в ее составе отчетливо иерархически выделяются целостные объекты (элементы), существующие только в системе
2. Системы имеют иерархическую структуру. Отдельные части, называемые подсистемами, могут быть разделены на более мелкие части – более простые подсистемы, которые также могут быть разделены, и т.д., пока не получим элементы, под которыми понимают объекты, которые в условиях конкретной задачи не подлежат расчленению.
3. Свойства системы определяются не только свойствами отдельных ее элементов, но и характером связей и взаимодействия между ними. (Изучая только отдельные элементы, нельзя изучить и познать систему в целом.)
4. Сложная система имеет довольно сложную функцию, направ􏰀 ленную на достижение заданной цели.
5. Сложная система имеет управление (часто с иерархической мно􏰀 гоуровневой структурой), разветвленную информационную сеть и потоки информации.
6. Сложные системы взаимодействуют с внешней средой и функ􏰀 ционируют в условиях воздействия множества случайных факторов различной природы.

1.2. Классификация систем

В теории систем принято делить все системы на два больших класса:

1. большие системы (простые);
2. сложные системы.

Большие системы имеют строго иерархическую структуру или же

иерархическую структуру с небольшим числом горизонтальных связей – сетевую структуру невысокой сложности. Такие системы удается исследовать методом декомпозиции.

Сложные системы отличаются от больших числом горизонтальных связей – фактически это сложная сетевая структура, а исследовать ее методом чистой декомпозиции не удается. Кроме того, сложные системы работают в условиях воздействия большого количества случайных факторов, что исключает чисто аналитический подход к анализу таких систем.

**По характеру перехода** из одного состояния в другое системы делят на статические и динамические.

**С точки зрения общения с внешней средой** системы делят на открытые и закрытые.

* Открытые – это такие системы, в которых большинство входных воздействий формируется вне системы.
* Закрытые – это такие системы, у которых все входные воздействия формируются внутри системы, хотя это понятие условное. Любая система является открытой, т.к. на нее всегда действуют различные внешние факторы.

1.3. Особенности функционирования систем

Процесс функционирования любой системы может быть представлен несколькими способами.

1. Входные и выходные воздействия представляются множеством чисел с помощью функций преобразования входов в выходы.

2. С помощью таблиц соответствия, в которых в одну графу заносятся значения входных воздействий, а в другую – значения выходных воздействий.

3. Графический способ является наиболее наглядным для описания динамических систем.

Для описания движения динамической системы широко применяется метод, основанный на использовании фазового пространства, так называемого n мерного пространства, где n – число обобщенных координат системы. Для каждой системы с помощью n мерного пространства формируют область допустимых состояний, т.е. в этой области может находиться точка, отображающая движение системы в случае ее нормального функционирования.

1.4. Критерии эффективности сложных систем

Качество функционирования сложных систем оценивают с помощью показателей, или критериев эффективности, под которыми понимают такую числовую характеристику, которая оценивает степень приспособленности системы к выполнению поставленной перед ней задачи.

Расчет показателей эффективности сложной системы – трудная задача, решаемая на ЦВМ с помощью математических и программных средств.

Чтобы показатель эффективности достаточно полно характеризовал качество работы системы, он должен учитывать все основные особенности и свойства системы, а также условия ее функционирования и взаимодействия с внешней средой, т.е. показатель эффективности определяется процессом ее функционирования. При этом можно представить себе множество процессов функционирования системы, элементы которого отличаются друг от друга вследствие различных условий и режимов работы системы. Каждому элементу этого множества можно поставить в соответствие элемент другого множества – значений показателя эффективности системы.

Следовательно, показатель эффективности можно считать функционалом, заданным на множестве процессов функционирования системы.

Функционал – это оператор, заданный на некотором множестве функций и принимающий значения из области действительных чисел.

Так как сложные системы работают в условиях действия случайных факторов, значения функционалов оказываются случайными числами, а при оценке показателей эффективности обычно пользуются средними значениями функционалов. Например, среднее количество изделий, выпускаемых за смену, среднее время ожидания в очереди.

1.5. Основы разработки и исследования сложных систем

Применительно к объектам большой сложности особое значение приобретает начальный этап проектирования, на котором осуществляются формулирование требований к системе и обоснование технического задания (ТЗ). Здесь должно быть получено следующее:

1. определение целей создания системы и круга возлагаемых на нее задач;
2. перечень действующих на систему факторов, подлежащих обязательному учету при проектировании, их числовые характеристики;
3. обоснованность показателей эффективности, надежности и т.п., по которым предполагается оценивать качество системы, и количественные требования к ним;

Проектирование сложных систем имеет две достаточно важные стадии.

Первая относится к структурным вопросам и называется **макропроектированием** или внешним проектированием системы. На этой стадии производят выбор структуры системы, ее основных элементов, организации взаимодействия между ними, воздействия внешней среды, оценку показателей эффективности и соответствия рассматриваемого варианта системы общим требованиям ТЗ.

Вторая стадия – **микропроектирование**, или внутреннее проектирование, связанное с проектированием элементов сложных систем как физических единиц. Здесь осуществляются технические решения по основным элементам системы, их конструкции и параметрам, режиму эксплуатации, по организации производства.

Типичным методом исследования сложных систем на этом этапе является их моделирование на ЦВМ. Поскольку представление об элементах системы еще поверхностное, в моделях они обычно заменяются упрощенными эквивалентными схемами. Тем не менее модель должна удовлетворять следующим требованиям:

1. хорошо отражать структуру системы и быть чувствительной к таким ее изменениям, которые обычно производятся в процессе внешнего проектирования;
2. отражать специфику функционирования элементов системы с учетом условий внешней среды;
3. содержать все параметры системы, определяемые в результате микропроектирования.

Среди задач, возникающих в связи с исследованием сложных систем, выделяют два основных класса:

1. задачи анализа, связанные с изучением свойств и поведения системы в зависимости от ее структуры и значений параметров;
2. задачи синтеза, сводящиеся к выбору структуры и значений параметров в зависимости от заданных свойств системы.

Следует заметить, что в настоящее время имеется достаточно много методов решения задач анализа сложных систем, среди которых больше всего распространены:

1. расчет показателей эффективности и других функциональных характеристик системы с помощью формул и уравнений, относящихся к данному узкому классу системы;
2. расчет показателей эффективности и других функциональных характеристик по результатам моделирования сложной системы на ЦВМ для систем общего вида.