Вопросы теории сложных систем и их классификация

Панина И.И.

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета

Сложность является одним из основных свойств всякой системы, которое можно использовать только при сравнении, где одна из систем является эталонной, а оценки сложности подразделяются на качественную и количественную.

На современном этапе развития системного анализа нет строгого математического определения сложной системы, охватывающего все интуитивные представления о реальных системах.

Сложная система есть система, обладающая по крайней мере одним из следующих свойств:

1) большим числом переменных и большим числом связей между ними и другими частями системы,

2) большим порядком уравнений, определяющих систему,

3) большим числом нелинейных элементов, фигурирующих в системе.

Параметры сложных систем часто имеют нечисловую природу, порождающую существенную зависимость их качественного анализа и синтеза от вводимых топологий и метрик в соответствующей детерминированной среде. В научной литературе встречаются такие сложные системы, как многомерная, многосвязная, многокомпонентная, высокосложная, большая, многоуровневая.

Отметим кратко следующие виды систем, характеризуемые разной степенью сложности:

1. Консервативные – системы, в которых существует хотя бы один элемент, неизменяющийся при воздействии на систему внешних факторов среды. Такие системы являются структурно неустойчивыми, характерной чертой которых является существование точки равновесия.

2. Диссипативные – системы, в которых могут существовать необратимые процессы.

3. Система с равновесными и неравновесными ограничениями – система, в которой параметры могут зафиксироваться на постоянном уровне или могут иметь несколько устойчивых состояний.

4. Системы с линейным поведением – являются наиболее простыми из всего числа сложных систем. Однако наличие в них обратных связей привносит дополнительную сложность.

Когда система является нелинейной, или же становится таковой в некоторой области, то возникает один из важнейших факторов сложности, называемый неоднозначностью.

5. Изолированные системы с неизбежным приходом к статике. Переход системы в состояние равновесия здесь приравнивается к устойчивости системы.

6. Динамические системы – системы, с изменяющимся с течением времени состоянием. Наибольшее увеличение сложности вносит стремление системы к устойчивому неравновесному состоянию. Также сложность повышается, если процессы, происходящие в системе, имеют колебательный характер. Из всех существующих видов динамических систем особо сложными являются дискретные динамические системы.

7. Системы с алгоритмической записью информации. Здесь алгоритмическая сложность – длина самого короткого способа записи конечной последовательности знаков. Наиболее сложной алгоритмической записью является описание случайного процесса.

Наиболее важные в приложениях нелинейные динамические системы относят к последним двум типам. Следует заметить, что задачи синтеза нелинейных динамических систем находятся в центре внимания прикладных научных исследований.

Математические вопросы теории сложных систем, включают в себя целый круг проблем анализа и синтеза.

При анализе полностью известна структура системы, заданы все ее параметры и требуется оценить какое-либо ее статическое или динамическое свойство. Под задачей анализа всякой системы подразумевается нахождение точного аналитического или приближенного решения соответствующей математической модели, описывающей рассматриваемую систему, и ее дальнейшее исследование в заданной области пространства состояний. Эта прямая задача хорошо разработана и широко применяется в инженерной практике для определения численными методами конструкции модели с известными параметрами.

Задачи синтеза обычно рассматриваются как обратные к задачам анализа, так как в них требуется определить как можно точнее структуру и параметры исходной системы по заданным критериям качества и преследуют рациональный выбор исходных параметров и основных характеристик рассматриваемой системы. Указанное направление в технике принято называть проектированием или синтезом систем регулирования и управления. Его характерной чертой является стремление к нахождению оптимальным решений при определенных технических условиях среды, в которой находится рассматриваемая динамическая система.

Список литературы

1. Фетисов В.Г., Панина И.И. Суперлинейные Hλ-операторы в синтезе системы в пространствах Орлича // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: http://www.science-education.ru/121-17838 (дата обращения: 16.03.2015).