



Имитационное моделирование

Ограничения классического моделирования

Рассмотренные нами ранее типы моделей обладали важными общими свойствами. В каждой моделируемой ситуации существовала возможность строгого математического описания взаимодействия отдельных элементов системы и их последующего анализа. В оптимизационных задачах была известна цель (или несколько целей), достижение которой считалось желательным.

Такой подход оправдывает себя при моделировании не всех систем, а только сравнительно простых. При решении задач в области сложных систем классические математические методы оказались малоэффективными с практической точки зрения.

Примеры сложных систем

- В качестве сложных систем можно рассматривать, например, системы оперативного управления предприятием, крупные энергетические узлы, информационные сети, транспортные системы т.п. Впрочем, сложность системы не обязательно связана с ее глобальностью (размерами), скорее она вызвана более глубокой детализацией при рассмотрении протекающих в ней процессов.
- При исследовании электрического пробоя диэлектрика его придется считать сложной системой, если попытаться учесть достаточно большое количество влияющих факторов: наличие, вид и характер дефектов, образование объемного заряда и его влияние на распределение электрического поля в диэлектрике, температурные, полевые, временные зависимости электрофизических характеристик материала диэлектрика и т.д.

Признаки сложных систем

1. Наличие большого числа взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, причем связи эти чаще всего нелинейны

Признаки сложных систем

2. Невозможность полного формального описания системы. Чаще всего, математические соотношения для такой системы написать можно, но отсутствие разработанного математического аппарата для ее исследования делает подобную модель совершенно бесполезной

Признаки сложных систем

3. Отсутствие достаточно стройной теории, объясняющей все аспекты функционирования системы, в связи с чем практически невозможно формулировать те или иные правдоподобные гипотезы о поведении системы

Признаки сложных систем

4. Подверженность влиянию случайных факторов. Отклонения в поведении системы под действием большого числа случайных факторов далеко не всегда оказываются малыми и пренебречь ими в этом случае нельзя. В то же время учет этих факторов аналитическим путем представляет весьма большие трудности, зачастую непреодолимые.

Признаки сложных систем

5. Непостоянство структуры и функционирования. Сложная система постоянно развивается и соответствующие изменения нельзя заранее предусмотреть

Признаки сложных систем

6. Многокритериальность, нечеткое задание целевых функций

Признаки сложных систем

7. Участие в осуществлении части связей между элементами системы и между системой и окружающей средой человека, в частности, ЛПР

Признаки сложных систем

8. Интегративность, заключающаяся в том, что система в целом обладает свойствами, не присущими ни одному ее элементу. Как следствие, по результатам изучения свойств отдельных подсистем невозможно вынести суждение о свойствах системы в целом

Признаки сложных систем

9. Иерархичность структуры, проявляющаяся в существовании в системе отдельных уровней и в упорядоченности взаимодействия между уровнями в порядке от высшего к низшему. Каждый из уровней является управляющим по отношению к нижележащим и управляемым, подчиненным по отношению к вышележащим

Признаки сложных систем

При исследовании конкретной системы бессмысленно пытаться обнаружить все из перечисленных признаков и на этом основании считать или не считать ее большой. Эти признаки могут проявляться разрозненно.

Имитационное моделирование

Когда скоро практика потребовала метод для исследования сложных систем, такой метод был разработан и получил название «имитационное моделирование». В основе метода лежит идея максимально использовать всю имеющуюся в распоряжении исследователя информацию о системе, чтобы преодолеть аналитические трудности и найти ответ на поставленные вопросы о поведении системы.

Сущность метода заключается в том, что процесс функционирования сложной системы воспроизводится, «имитируется» на ЭВМ в той последовательности элементарных действий, которая характерна для моделируемого процесса. В качестве математической модели функционирования сложной системы выступает, следовательно, некоторый реализуемый на ЭВМ алгоритм, позволяющий по заданным значениям параметров системы и состоянию системы в некоторый момент времени (начальные условия) вычислить характеристики, необходимые для решения практических задач. Имитационная модель позволяет проводить не только количественные, но и качественные исследования систем, оценивать их эффективность, надежность, качество управления системами.

Область применения

Круг приложения имитационного моделирования определяется, с одной стороны, спецификой изучаемого объекта – это должна быть сложная система. С другой стороны, применение метода обусловлено спецификой интересующих нас вопросов об этом объекте.

Использование метода уместно, если вопросы относятся **НЕ к выяснению фундаментальных законов и причин**, определяющих динамику реальной системы, а к **анализу поведения системы**, выполняемому, как правило, в сугубо практических целях.

Процесс моделирования

1. Как и в классическом моделировании, формулируются основные вопросы о поведении сложной системы, ответы на которые мы хотим получить. Множество этих вопросов формирует множество параметров, характеризующих состояние системы

Процесс моделирования

2. Осуществляется декомпозиция системы на более простые части – блоки. В один блок объединяются «родственные» параметры, т.е. преобразующиеся по близким правилам, и процессы, их реализующие

Процесс моделирования

3. Формулируются законы и «правдоподобные» гипотезы относительно поведения системы в целом и отдельных ее частей. В каждом блоке может использоваться свой математический аппарат, наиболее удобный для описания этого блока (алгебраические и дифференциальные уравнения, теория вероятности и матстатистика, и др.). Блочный принцип дает возможность при построении имитационной модели устанавливать необходимые пропорции между точностью описания каждого блока, обеспеченностью его информацией, быстродействием, аппаратными возможностями и необходимостью достижения целей моделирования

Процесс моделирования

4. В зависимости от поставленных перед исследователем вопросов, вводится так называемое системное время, моделирующее ход времени в реальной системе

Процесс моделирования

5. Формализованным образом задаются необходимые феноменологические свойства системы и отдельных ее частей. Нередко эти свойства вообще не могут быть обоснованы при современном уровне знаний, а опираются на длительное наблюдение за системой.

Часто с точки зрения получения ответов на интересующие вопросы одно феноменологическое свойство оказывается эквивалентным множеству сложных математических соотношений и с успехом их заменяет

Процесс моделирования

6. Случайным параметрам, фигурирующим в модели, придаются некоторые значения, сохраняющиеся в течение одного или нескольких тактов системного времени. Далее в процессе моделирования для этих параметров отыскиваются (назначаются) новые значения. Использование случайных величин делает необходимым многократное проведение экспериментов с имитационной моделью и последующий статистический анализ полученных

Плюсы и минусы

При достаточно глубоком знании поведения реальной системы и правильном представлении в модели феноменологической информации, имитационные системы характеризуются, как правило, большей близостью к реальной системе, чем математические модели. В значительной степени такая близость обусловлена тем, что блочный принцип построения имитационной модели дает возможность верифицировать каждый блок до его включения в общую модель, а также тем, что модель может содержать зависимости более сложного характера, не описываемые простыми математическими соотношениями.

Плюсы и минусы

Работа с имитационной моделью представляет собой эксперимент, подобный физическому эксперименту, но проводимый на ЭВМ. В ходе эксперимента варьируются внешние воздействия, параметры модели, может изменяться и совершенствоваться ее структура, принятые гипотезы о поведении отдельных частей системы. В связи с такой спецификой работы имитационная система дает ответы на вопросы лишь в статистическом смысле, что неизбежно при работе со сложной системой и более соответствует поведению реальной системы.

Плюсы и минусы

Перечисленные достоинства имитационного моделирования во многом определяют и его недостатки. Как правило, построить имитационную модель во много раз дольше, дороже и труднее, чем классическую модель. Кроме того, для работы с имитационной моделью необходима достаточно мощная ЭВМ.