

Основные понятия и задачи моделирования процессов и систем

ВОПРОСЫ

1 Экспериментальные исследования систем.

2 Характеристики моделей систем.

3 Виды моделирования систем

ЛИТЕРАТУРА:

Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: Высшая школа, 2007 г., с. 25...31.

1. Экспериментальные исследования систем

С развитием системных исследований, с расширением **экспериментальных методов изучения реальных явлений** все большее значение приобретают абстрактные методы, появляются новые научные дисциплины, автоматизируются элементы умственного труда. Важное значение при создании реальных систем S имеют **математические методы анализа и синтеза**, целый ряд открытий базируется на чисто теоретических изысканиях. Однако было бы неправильно забывать о том, что **основным критерием любой теории является практика**, и даже сугубо математические, отвлеченные науки базируются в своей основе на фундаменте **практических знаний**.

Эксперимент был и остается одним из основных и существенных инструментов познания. Подобие и моделирование позволяют по-новому описать реальный процесс и упростить экспериментальное его изучение. Совершенствуется и само понятие моделирования. Если раньше моделирование означало реальный физический эксперимент либо построение макета, имитирующего реальный процесс, то в настоящее время появились новые виды моделирования, в основе которых лежит постановка **не только физических, но также и математических экспериментов**. Познание реальной действительности является длительным и сложным процессом. Определение качества функционирования большой системы, выбор оптимальной структуры и алгоритмов поведения, построение системы S в соответствии с поставленной перед нею целью – **основная проблема при проектировании современных систем**, поэтому моделирование можно рассматривать как один из методов, используемых при проектировании и исследовании больших систем.

Моделирование базируется на некоторой аналогии реального и мысленного эксперимента. Аналогия – основа для объяснения изучаемого явления, однако критерием истины может служить только практика, только опыт. Хотя современные научные гипотезы могут создаться чисто теоретическим путем, но, по сути, базируются на широких практических знаниях. Для объяснения реальных процессов выдвигаются гипотезы, для подтверждения которых ставится эксперимент либо проводятся такие теоретические рассуждения, которые логически подтверждают их правильность. В широком смысле под экспериментом можно понимать некоторую процедуру организации и наблюдения каких-то явлений, которые осуществляют в условиях, близких к естественным, либо имитируют их.

Различают пассивный эксперимент, когда исследователь наблюдает протекающий процесс, и активный, когда наблюдатель вмешивается и организует протекание процесса. В последнее время распространен активный эксперимент, поскольку именно на его основе удастся выявить критические ситуации, получить наиболее интересные закономерности, обеспечить возможность повторения эксперимента в различных точках и т.д.

В основе любого вида моделирования лежит некоторая модель, имеющая соответствие, базирующееся на некотором общем качестве, которое характеризует реальный объект. Объективно реальный объект обладает некоторой формальной структурой, поэтому для любой модели характерно наличие некоторой структуры, соответствующей формальной структуре реального объекта, либо изучаемой стороне этого объекта.

В основе моделирования лежат информационные процессы, поскольку само создание модели M базируется на информации о реальном объекте. В процессе реализации модели получается информация о данном объекте, одновременно в процессе эксперимента с моделью вводится управляющая информация, существенное место занимает обработка полученных результатов, т. е. информация лежит в основе всего процесса моделирования.

2 Характеристики моделей систем

В качестве объекта моделирования выступают сложные организационно-технические системы, которые можно отнести к классу больших систем. Более того, по своему содержанию и созданная модель M также становится системой $S(M)$ и тоже может быть отнесена к классу больших систем, для которых характерно следующее:

1. Цель функционирования, которая определяет степень целенаправленности поведения модели M . В этом случае модели могут быть разделены на одноцелевые, предназначенные для решения одной задачи, и многоцелевые, позволяющие разрешить или рассмотреть ряд сторон функционирования реального объекта.

2. **Сложность**, которую, учитывая, что модель M является совокупностью отдельных элементов и связей между ними, **можно оценить по общему числу элементов в системе и связей между ними**. По разнообразию элементов можно выделить ряд уровней иерархии, отдельные функциональные подсистемы в модели M , ряд входов и выходов и т.д., т.е. понятие сложности может быть идентифицировано по целому ряду признаков.

3. **Целостность**, указывающая на то, что **создаваемая модель M является одной целостной системой $S(M)$** , включает в себя большое количество составных частей (**элементов**), находящихся в сложной взаимосвязи друг с другом.

4. **Неопределенность**, которая проявляется в системе: по состоянию системы, возможности достижения поставленной цели, методам. решения задач, достоверности исходной информации и т.д. **Основной характеристикой неопределенности служит такая мера информации, как энтропия**, позволяющая в ряде случаев оценить количество управляющей информации, необходимой для достижения заданного состояния системы.

5. **Поведенческая страта**, которая позволяет оценить **эффективность достижения системой поставленной цели**. В зависимости от наличия случайных воздействий можно различать детерминированные и стохастические системы, по своему поведению – непрерывные и дискретные и т. д. Поведенческая страта рассмотрения системы S позволяет применительно к модели M оценить эффективность построенной модели, а также точность и достоверность полученных при этом результатов.

6. **Адаптивность**, которая является свойством высокоорганизованной системы. **Благодаря адаптивности удается приспособиться к различным внешним возмущающим факторам в широком диапазоне изменения воздействий внешней среды**. Применительно в модели существенна возможность ее адаптации в широком спектре возмущающих воздействий, а также изучение поведения модели в изменяющихся условиях, близких к реальным.

7. Организационная структура системы моделирования, которая во многом зависит от сложности модели и степени совершенства средств моделирования. Одним из последних достижений в области моделирования можно считать возможность использования имитационных моделей для проведения машинных экспериментов.

8. Управляемость модели, вытекающая из необходимости обеспечивать управление со стороны экспериментаторов для получения возможности рассмотрения протекания процесса в различных условиях, имитирующих реальные. В этом смысле наличие многих управляемых параметров и переменных модели в реализованной системе моделирования дает возможность поставить широкий эксперимент и получить обширный спектр результатов. Управляемость системы тесно связана и со степенью автоматизации моделирования.

9. Возможность развития модели, которая исходя из современного уровня науки и техники позволяет создавать мощные системы моделирования $S(M)$ для исследования многих сторон функционирования реального объекта. Однако нельзя при создании системы моделирования ограничиваться только задачами сегодняшнего дня.

Необходимо предусматривать возможность развития системы моделирования как по горизонтали в смысле расширения спектра изучаемых функций, так и по вертикали в смысле расширения числа подсистем, т. е. созданная система моделирования должна позволить применять новые современные методы и средства. Естественно что интеллектуальная система моделирования может функционировать только совместно с коллективом людей, поэтому к ней предъявляют эргономические требования.

Цели моделирования систем. Одним из наиболее важных аспектов построения систем моделирования является **проблема цели**. Любую модель строят в зависимости от цели, которую ставит перед ней исследователь, поэтому одна из основных проблем при моделировании – это проблема целевого назначения. Подобие процесса, протекающего в модели M , реальному процессу является не целью, а условием правильного функционирования модели, и поэтому в качестве цели должна быть поставлена задача изучения какой-либо стороны функционирования объекта. Для упрощения модели M цели делят на подцели и создают более эффективные виды моделей в зависимости от полученных подцелей моделирования. Можно указать целый ряд примеров целей моделирования в области сложных систем.

3 Виды моделирования систем



Рисунок 1 – Классификация видов моделирования систем

В зависимости от характера изучаемых процессов в системе S все виды моделирования могут быть разделены на *детерминированные и стохастические, статические и динамические, дискретные, непрерывные и дискретно-непрерывные*. **Детерминированное моделирование** отображает детерминированные процессы, т. е. процессы, в которых предполагается отсутствие всяких случайных воздействий; **стохастическое моделирование** отображает вероятностные процессы и события. В этом случае анализируется ряд реализации случайного процесса и оцениваются средние характеристики, т. е. набор однородных реализаций. **Статическое моделирование** служит для описания поведения объекта в какой-либо момент времени, а **динамическое моделирование** отражает поведение объекта во времени. **Дискретное моделирование** служит для описания процессов, которые предполагаются дискретными, соответственно непрерывное моделирование позволяет отразить непрерывные процессы в системах, а **дискретно-непрерывное моделирование** используется для случаев, ¹⁴ когда хотят выделить наличие как дискретных, так и

Мысленное моделирование часто является единственным способом моделирования объектов, которые либо практически нереализуемы в заданном интервале времени, либо существуют вне условий, возможных для их физического создания. Например, на базе мысленного моделирования могут быть проанализированы многие ситуации микромира, которые не поддаются физическому эксперименту. Мысленное моделирование может быть реализовано в виде наглядного, символического и математического.

При **наглядном моделировании** на базе представлений человека о реальных объектах создаются различные наглядные модели, отображающие явления и процессы, протекающие в объекте. В основу гипотетического моделирования исследователем закладывается некоторая гипотеза о закономерностях протекания процесса в реальном объекте, которая отражает уровень знаний исследователя об объекте и базируется на причинно-следственных связях между входом и выходом изучаемого объекта. **Гипотетическое моделирование** используется, когда знаний об объекте недостаточно для построения формальных моделей.

С точки зрения математического описания объекта и в зависимости от его характера модели можно разделить на модели аналоговые (непрерывные), цифровые (дискретные) и аналого-цифровые (комбинированные). **Под аналоговой** моделью понимается модель, которая описывается уравнениями, связывающими непрерывные величины. **Под цифровой** понимают модель, которая описывается уравнениями, связывающими дискретные величины, представленные в цифровом виде. **Под аналого-цифровой** понимается модель, которая может быть описана уравнениями, связывающими непрерывные и дискретные величины.