**МДК 06.02 Основы моделирования несложных систем автоматизации**

1. Дата проведения: 03.09.2020г;
2. Номер занятия по рабочей программе: 4;
3. Группа: 51-А;
4. Тема: «Классификация моделей и виды моделирования»;
5. Изучить теоретический материал, составить конспект.

**Классификация моделей и виды моделирования.**

В основе моделирования лежит *теория подобия,* которая утвер­ждает, что абсолютное подобие может иметь место лишь при замене одного объекта другим точно таким же. При моделирова­нии абсолютное подобие не имеет места и стремятся к тому, чтобы модель достаточно хорошо отображала исследуемую сторону функ­ционирования объекта.

**Классификационные признаки.** В качестве одного из первых при­знаков классификации видов моделирования можно выбрать сте­пень полноты модели и разделить модели в соответствии с этим признаком на полные, неполные и приближенные. В основе полного моделирования лежит полное подобие, которое проявляется как во времени, так и в пространстве. Для неполного моделирования характерно неполное подобие модели изучаемому объекту. В основе приближенного моделирования лежит приближенное подобие, при котором некоторые стороны функционирования реального объекта не моделируются совсем. Классификация видов модели­рования систем S приведена на рис. 1.2.

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 реализаций 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* 

Рис. 1.2. Классификация видов моделирования систем

 *моделирование* служит для описа­ния процессов, которые предполагаются дискретными, соответст­венно непрерывное моделирование позволяет отразить непрерыв­ные процессы в системах, а *дискретно-непрерывное моделирование* используется для случаев, когда хотят выделить наличие как диск­ретных, так и непрерывных процессов.

В зависимости от формы представления объекта (системы S) можно выделить мысленное и реальное моделирование.

*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.

*Аналоговое моделирование* основывается на применении анало­гий различных уровней. Наивысшим уровнем является полная ана­логия, имеющая место только для достаточно простых объектов. С усложнением объекта используют аналогии последующих уров­ней, когда аналоговая модель отображает несколько либо только одну сторону функционирования объекта.

Существенное место при мысленном наглядном моделировании занимает *макетирование.* Мысленный макет может применяться в случаях, когда протекающие в реальном объекте процессы не поддаются физическому моделированию, либо может предшество­вать проведению других видов моделирования. В основе постро­ения мысленных макетов также лежат аналогии, однако обычно базирующиеся на причинно-следственных связях между явлениями и процессами в объекте. Если ввести условное обозначение отдель­ных понятий, т. е. знаки, а также определенные операции между этими знаками, то можно реализовать *знаковое моделирование* и с помощью знаков отображать набор понятий — составлять от­дельные цепочки из слов и предложений. Используя операции объ­единения, пересечения и дополнения теории множеств, можно в от­дельных символах дать описание какого-то реального объекта.

В основе *языкового моделирования* лежит некоторый тезаурус. Последний образуется из набора входящих понятий, причем этот набор должен быть фиксированным. Следует отметить, что между тезаурусом и обычным словарем имеются принципиальные раз­личия. Тезаурус — словарь, который очищен от неоднозначности, т. е. в нем каждому слову может соответствовать лишь единствен­ное понятие, хотя в обычном словаре одному слову могут соответ­ствовать несколько понятий.

*Символическое моделирование* представляет собой искусственный процесс создания логического объекта, который замещает реальный и выражает основные свойства его отношений с помощью опреде­ленной системы знаков или символов.

**Математическое моделирование.** Для исследования характерис­тик процесса функционирования любой системы *S* математичес­кими методами, включая и машинные, должна быть проведена формализация этого процесса, т. е. построена математическая мо­дель.

Под *математическим моделированием* будем понимать процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью, и исследование этой модели, позволяющее получать характеристи­ки рассматриваемого реального объекта. Вид математической мо­дели зависит как от природы реального объекта, так и задач ис­следования объекта и требуемой достоверности и точности решения этой задачи. Любая математическая модель, как и всякая другая,

описывает реальный объект лишь с некоторой степенью приближе­ния к действительности. Математическое моделирование для исследования характеристик процесса функционирования систем можно разделить на аналитическое, имитационное и комбинирован­ное.

Для *аналитического моделирования* характерно то, что процессы функционирования элементов системы записываются в виде неко­торых функциональных соотношений (алгебраических, интегро-дифференциальных, конечно-разностных и т. п.) или логических усло­вий. Аналитическая модель может быть исследована следующими методами:

а) аналитическим, когда стремятся получить в общем виде явные зависимости для искомых характеристик;

б) численным, когда, не умея решать уравнений в общем виде, стремятся получить числовые результаты при конкретных начальных данных;

в) качест­венным, когда, не имея решения в явном виде, можно найти неко­торые свойства решения (например, оценить устойчивость реше­ния).

Наиболее полное исследование процесса функционирования си­стемы можно провести, если известны явные зависимости, связыва­ющие искомые характеристики с начальными условиями, парамет­рами и переменными системы *S*. Однако такие зависимости удается получить только для сравнительно простых систем. При усложне­нии систем исследование их аналитическим методом наталкивается на значительные трудности, которые часто бывают непреодолимы­ми. Поэтому, желая использовать аналитический метод, в этом случае идут на существенное упрощение первоначальной модели, чтобы иметь возможность изучить хотя бы общие свойства систе­мы. Такое исследование на упрощенной модели аналитическим методом помогает получить ориентировочные результаты для определения более точных оценок другими методами. Численный метод позволяет исследовать по сравнению с аналитическим мето­дом более широкий класс систем, но при этом полученные решения носят частный характер. Численный метод особенно эффективен при использовании ЭВМ.

В отдельных случаях исследования системы могут удовлетво­рить и те выводы, которые можно сделать при использовании качественного метода анализа математической модели. Такие каче­ственные методы широко используются, например, в теории авто­матического управления для оценки эффективности различных ва­риантов систем управления.

В настоящее время распространены методы машинной реализа­ции исследования характеристик процесса функционирования боль­ших систем. Для реализации математической модели на ЭВМ необ­ходимо построить соответствующий моделирующий алгоритм.

При *имитационном моделировании* реализующий модель алго­ритм воспроизводит процесс функционирования системы *S* во вре­мени, причем имитируются элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени, что позволяет по исходным данным получить сведения о состояниях процесса в определенные моменты времени, дающие возможность оценить характеристики систе­мы *S*.

Основным преимуществом имитационного моделирования по сравнению с аналитическим является возможность решения более сложных задач. Имитационные модели позволяют достаточно про­сто учитывать такие факторы, как наличие дискретных и непрерыв­ных элементов, нелинейные характеристики элементов системы, многочисленные случайные воздействия и др., которые часто созда­ют трудности при аналитических исследованиях. В настоящее время имитационное моделирование — наиболее эффективный метод ис­следования больших систем, а часто и единственный практически доступный метод получения информации о поведении системы, особенно на этапе ее проектирования.

Когда результаты, полученные при воспроизведении на имита­ционной модели процесса функционирования системы *S*, являются реализациями случайных величии и функций, тогда для нахождения характеристик процесса требуется его многократное воспроизведе­ние с последующей статистической обработкой информации и целе­сообразно в качестве метода машинной реализации имитационной модели использовать метод статистического моделирования. Пер­воначально был разработан метод статистических испытаний, пред­ставляющий собой численный метод, который применялся для мо­делирования случайных величин и функций, вероятностные харак­теристики которых совпадали с решениями аналитических задач (такая процедура получила название метода Монте-Карло). Затем этот прием стали применять и для машинной имитации с целью исследования характеристик процессов функционирования систем, подверженных случайным воздействиям, т. е. появился метод стати­стического моделирования. Таким образом, мето­дом статистического моделирования будем в дальнейшем называть метод машинной реализации имитационной модели, а методом статистических испытаний (Монте-Карло) — численный метод решения аналитической задачи.

Метод имитационного моделирования позволяет решать задачи анализа больших систем *S*, включая задачи оценки: вариантов структуры системы, эффективности различных алгоритмов управле­ния системой, влияния изменения различных параметров системы. Имитационное моделирование может быть положено также в ос­нову структурного, алгоритмического и параметрического синтеза больших систем, когда требуется создать систему, с заданными характеристиками при определенных ограничениях, которая являет­ся оптимальной по некоторым критериям оценки эффективности.

При решении задач машинного синтеза систем на основе их имитационных моделей помимо разработки моделирующих алго­ритмов для анализа фиксированной системы необходимо также разработать алгоритмы поиска оптимального варианта системы. Далее в методологии машинного моделирования будем различать два основных раздела: статику и динамику,— основным содержани­ем которых являются соответственно вопросы анализа и синтеза систем, заданных моделирующими алгоритмами.

*Комбинированное* (аналитико-имитационное) *моделирование* при анализе и синтезе систем позволяет объединить достоинства анали­тического и имитационного моделирования. При построении ком­бинированных моделей проводится предварительная декомпозиция процесса функционирования объекта на составляющие подпроцессы и для тех из них, где это возможно, используются аналитические модели, а для остальных подпроцессов строятся имитационные модели. Такой комбинированный подход позволяет охватить каче­ственно новые классы систем, которые не могут быть исследованы с использованием только аналитического и имитационного модели­рования в отдельности.