

ИНДЕКС ПО ПЕРВЫМ ВОПРОСАМ

1.1 Моделирование как научно обоснованный метод исследования проектируемых систем и объектов.....	2
1.2. Моделирование как технология получения новой научно-технической информации.....	3
1.3. Роль моделей в структуре научных знаний.....	4
1.4. Роль экспериментов и моделирования в научных исследованиях	4
1.5. Модели и информация.Вещественно-агрегатные и абстрактные модели.....	5
1.6. Соотношение абстрактного и достоверного в моделировании	5
1.7. Мысленное и натурное моделирование – основа научной и производственной деятельности человека	5
1.8. Три основных подхода к компьютерному моделированию объектов и систем.....	6
1.9. Сущность классического теоретико-аналитического подхода к компьютерному моделированию	6
1.10. Сущность современного экспериментально-статистического подхода к компьютерному моделированию	6
1.11. Сущность перспективного семантико-ситуационного подхода к компьютерному моделированию	7
1.12. Математическое моделирование – сфера широкого применения математических методов и вычислительных средств.....	8
1.13. Этапы формализации описаний при составлении математической модели объектов и систем....	9
1.14. Структура процесса составления экспериментальной математической модели объекта.....	10
1.15. Формализованные свойства системы. Примеры задания значимых отношений и значимых свойств системы.	11
1.16. Концептуальная и структурная модели объекта, их содержание и назначение.....	13
1.17. Аналитическая и параметрическая математические модели объекта, их содержание и назначение	13
1.18. Роль процессов идентификации и верификации в моделировании.....	13
1.19. Имитационное моделирование – современный метод исследования сложных систем.....	14
1.20. Сущность имитационного моделирования. Понятие о формальных системах.	14
1.21. Формальные дискретная, непрерывная и дискретно – непрерывная системы.....	15
1.22. Формальная дискретная система, примеры задания ФДС и представление процессов их изменения.....	15
1.23. Принципы организации имитационных моделей. Понятие реального времени, события, ресурса, взаимодействия процессов.....	16
1.24. Принцип дельта-т и регистрация системного (модельного) времени в имитационной модели.	16
1.25. Принцип планирования событий и организация обработки заданий в имитационных моделях. Примеры программ обработки событий.....	16
1.26. Семиотические модели в ситуационном управлении	17
1.27. Роль моделей в ситуационном управлении.	17
1.28. Классификация систем массового обслуживания (СМО). Типы СМО и особенности организации обслуживания в приборах.	18
1.29. Три основных класса СМО. Интегральные оценки качества СМО.....	19
1.30. Простейшие дисциплины управления очередями в СМО. Преимущества и недостатки.....	19

ОТВЕТЫ:

1.1 Моделирование как научно обоснованный метод исследования проектируемых систем и объектов

Моделирование - метод исследования (познания) окружающего мира, в котором некоторому изучаемому явлению поставлено в соответствие модель в виде также объекта, явления, процесса, которое может заменить натуру в процессе исследований. Модель отражает некоторые свойства натуры, но всегда отличается от нее. Фокус информативности есть модель. В зависимости от целей моделирования могут быть выбраны разные модели для одного и того же объекта. Моделирование используется для двух основных целей:

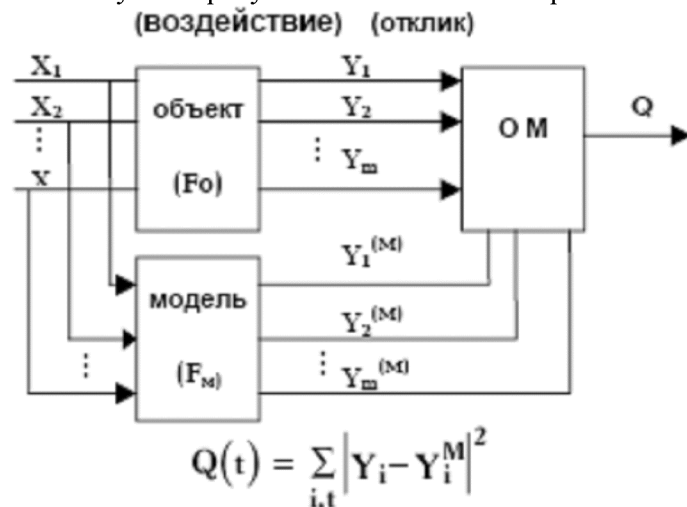
1. расширение наших знаний об окружающем мире;
2. разработка эффективных производственных процессов (проектирование механизмов, приборов, технологий, процессов).

В моделировании очень важна роль модельного эксперимента. Для определения достоверности и выявления лучших экспериментов нужно много времени, причем очевидным является планируемость экспериментов (сокращается время исследования). Существует два общих подхода к моделированию:

1. Классический (теоретико-аналитический). Предполагается, что исследуемый объект, явление или процесс имеет строгое математическое описание, например оператор F_0 . В процессе проектирования мы конструируем оператор F_m , он должен приближаться к реально существующему F_0 .

Теоретико-аналитический подход позволяет сконструировать несколько операторов $F'_m, F''_m, \dots, F(n)_m$, каждый из которых может быть использован на том или ином этапе исследования. Степень приближения F_m к F_0 определяется некоторым критерием соответствия, которые в целом называются функциями потерь Q . Одним из них является сумма среднеквадратичных отклонений. Для оценки этого показателя

используются результаты многих экспериментов



Лучшей будет модель, где меньше потеря критериальных отклонений.

2. Современный (экспериментально-статистический). Выделяет эксперимент как ведущее средство моделирования. Может применяться к особо сложным системам, которые могут и не иметь строгого математического описания F_0 . Основным методом подхода является имитационное моделирование. В нем предполагается, что любой исследуемый объект может быть разделен на некоторое число компонентов, некоторые из них могут иметь математическое описание, а функционирование других компонентов может быть неизвестно. Т.о. осуществляется переход от общего к системе, а сама система неразрывно связана с внешней средой. В экспериментально-статистическом подходе весь процесс исследования подразделяется на 2 этапа:

- 1) Сбор статистики по воздействию на систему из внешней среды и реакции системы на эти воздействия, характеризующиеся значимыми отношениями: $R_1 \dots R_5$.

Определяется также значимые свойства этих отношений $P_1 \dots P_5$.

Практически при имитационном моделировании взаимодействие системы со средой характеризуется конкретными моделями информационных потоков. Эти модели состоят в

конце первого этапа в результате обработки статистической информации.

2) На втором этапе моделирования изменяется структура системы или параметры отдельных компонентов с целью определения лучшей организации. При моделировании генерируются входные потоки, отражающие внешнюю среду и исследуем выходные потоки, а также некоторые интегральные характеристики оценки качества работы системы.

Например: среднее время обслуживания в системе, время реакции системы на конкретное задание, коэффициент простоя прибора в системе, вероятность появления отказа в обследовании заявки, коэффициент риска получения отказа и т.д.

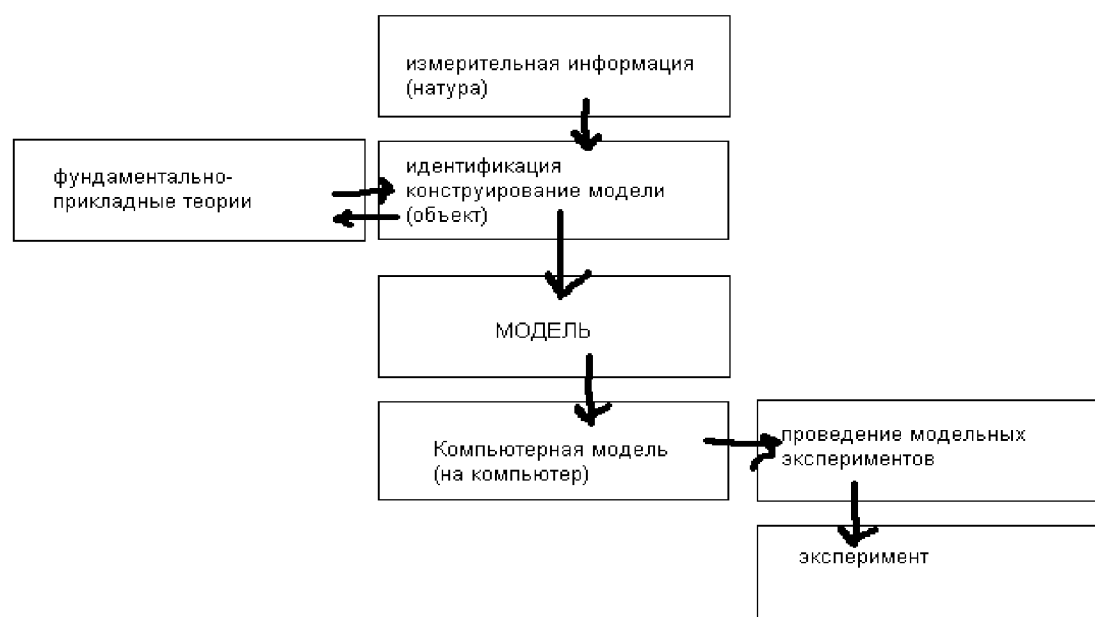
Имитационная модель является планировщиком работы системы, особенно если изменяется, например, число приборов, или есть необходимость их изменения в связи с изменением числа заданий. Преимуществом экспериментально-статистического подхода является возможности решения достаточно сложных задач в проектировании и организации производственных процессов, когда сама система берет на себя функции сбора и обработки информации, а также планирования. В процессе моделирования сама модель может уточняться.

1.2. Моделирование как технология получения новой научно-технической информации

Моделирование - метод исследования (познания) окружающего мира, в котором некоторому изучаемому явлению поставлено в соответствие модель в виде также объекта, явления, процесса, которое может заменить натуру в процессе исследований. Модель отражает некоторые свойства натуры, но всегда отличается от нее. Фокус информативности есть модель. В зависимости от целей моделирования могут быть выбраны разные модели для одного и того же объекта. Моделирование используется для двух основных целей:

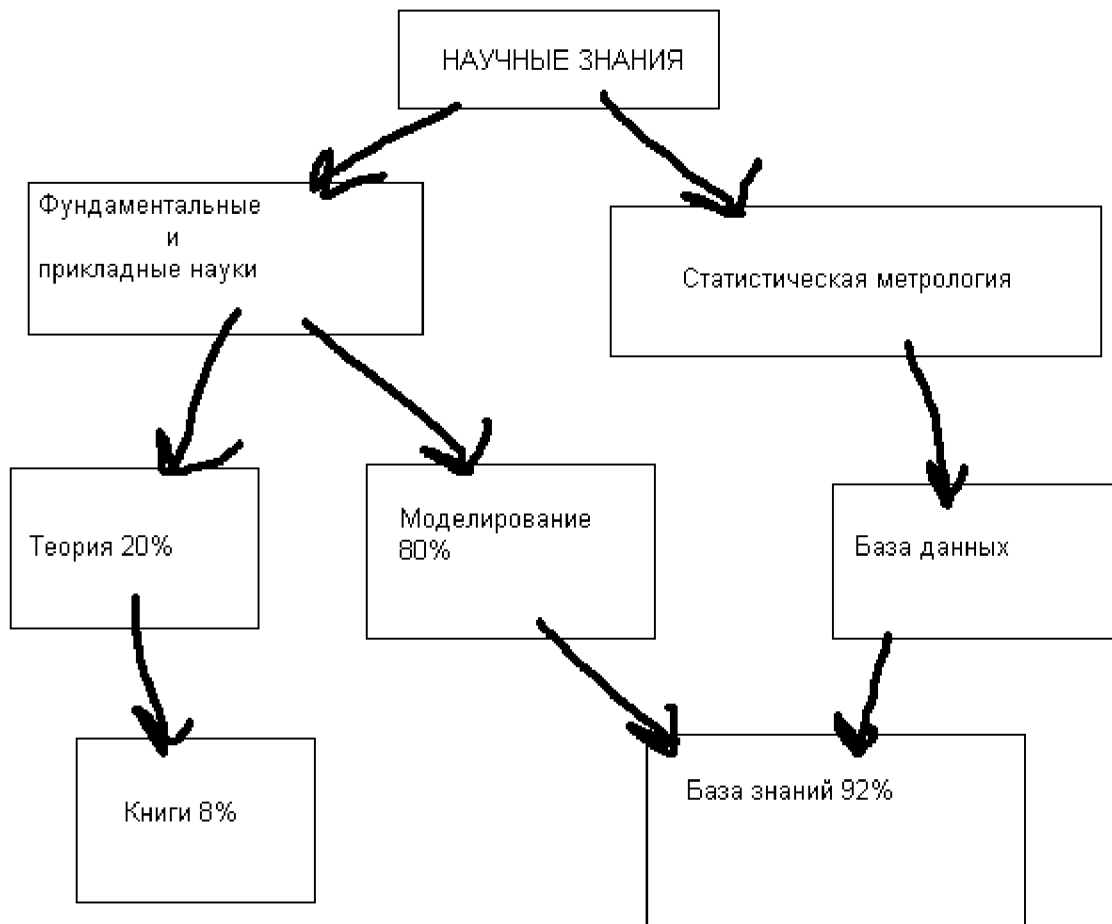
1. расширение наших знаний об окружающем мире;
2. разработка эффективных производственных процессов (проектирование механизмов, приборов, технологий, процессов).

Структура и технология получения новой информации на основе моделирования



1.3. Роль моделей в структуре научных знаний

Модели используются как в фундаментальных, так и в прикладных науках. В фундаментальных всегда только функциональная и теоретическая модель? В прикладных – физическая и др.



1.4. Роль экспериментов и моделирования в научных исследованиях

В различной области знаний пользуются своими моделями. Тем не менее методы в научных исследованиях делятся на 7 основных:

1. мысленное моделирование
2. натурное
3. физическое
4. аналоговое
5. математическое
6. имитационное _ современные, развивающиеся
7. семиотическое /

Перечисленные методы позволяют исследовать изучаемые объекты, явления и процессы, с разной степенью абстракции А (приближения к мысленным представлениям) и с разным уровнем достоверности Д, как достоверности измерений на модели. Достоверность измерений определяется отношением погрешности измерений в натуре к погрешностям измерений в модели. Если в модели можно измерить некоторые параметры в любой момент времени как в натуре, то такая модель достоверна. Приборы должны быть одного и того же класса точности. Перечисленные методы могут быть представлены в пространственной абстракции и достоверности.

До тех пор пока программа остается на бумаге-носителе она остается мысленной математической моделью. И только когда она "работает" на машине и дает решение модели она становится вещественной агрегатной моделью.

Наибольшей достоверностью обладает натурное моделирование, когда модельный эксперимент проводится непосредственно на изучаемом объекте, явлении или процессе.



<Борис Бурда про эксперименты и моделирование>

1.5. Модели и информация. Вещественно-агрегатные и абстрактные модели.

1.6. Соотношение абстрактного и достоверного в моделировании

Методы моделирования (7 штук) позволяют исследовать изучаемые объекты, явления и процессы, с разной степенью абстракции А (приближения к мысленным представлениям) и с разным уровнем достоверности Д, как достоверности измерений на модели. Достоверность измерений определяется отношением погрешности измерений в натуре к погрешностям измерений в модели. Если в модели можно измерить некоторые параметры в любой момент времени как в натуре, то такая модель достоверна. Приборы должны быть одного и того же класса точности. Перечисленные методы могут быть представлены в пространственной абстракции и достоверности.

До тех пор пока программа остается на бумаге-носителе она остается мысленной математической моделью. И только когда она "работает" на машине и дает решение модели она становится вещественной агрегатной моделью.

Наибольшей достоверностью обладает натурное моделирование, когда модельный эксперимент проводится непосредственно на изучаемом объекте, явлении или процессе.



1.7. Мысленное и натурное моделирование – основа научной и производственной деятельности человека.

Есть два типа моделирования – натурное (которое в принципе можно сказать имеет вещественно-агрегатные модели) и мысленное (абстрактные модели).

Мысленное моделирование - широкая область, т.к. в мысленных моделях представлены наши знания. Мысленные или познавательные модели (знания) формируются как суммы мыслей образов всего человечества об изучаемом явлении, объекте и процессе. К мысленным моделям относятся:

1. чувственно-наглядные
2. символично-знаковые
3. математически-мысленные.

1 - на основе интуитивных представлений, того, что мы не можем видеть или принимаем за эталоны, образцы мысленных образов (модель атома Резерфорда, музыкальные произведения, и т.д.). Эталон это уже модель (поведения и т.д.).

2 - с помощью условных знаков и обозначений позволяют представить структуру и организацию изучаемых явлений, объектов и процессов.

3 - с помощью условных знаков и символов отражаются строгие законы взаимодействия, имеющие место в оригинале. для их представления

используются строгие математические теории. До тех пор пока программа остается на бумаге-носителе она остается мысленной математической моделью. И только когда она "работает" на машине и дает решение модели, она становится вещественной агрегатной моделью. Наибольшей

достоверностью обладает натурное моделирование, когда модельный эксперимент проводится непосредственно на изучаемом объекте, явлении или процессе. Натурные модели:

1. натурный или производственный эксперимент
2. обобщенный производственный опыт
3. среднестатистические данные о явлениях в природе.

В натурном эксперименте объект подвергается специальному испытанию. Он может быть исключен из производственного цикла. Обобщенный производственный опыт позволяет создать некоторую эталонную модель производственного процесса, технологической установки, которые будут использоваться для сравнения при проектировании. Аналогичным образом в качестве эталонов модели используются среднестатистические данные о явлениях природы.

1.8. Три основных подхода к компьютерному моделированию объектов и систем

Существует три основных подхода к моделированию. Это:

- Классический (математический)
- Современный (Имитационное моделирование)
- Развивающийся (Семиотическое, знаковое)

В первом случае это структурные компьютерные модели, аналитические и статические компьютерные модели.

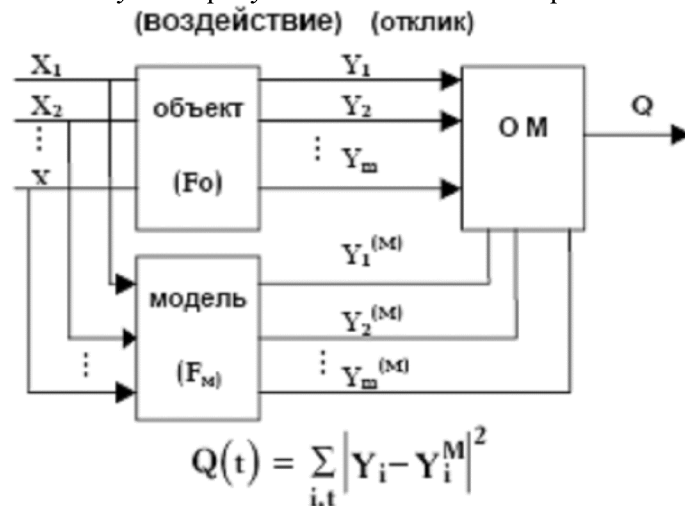
Во втором – формальная дискретная, непрерывная или непрерывно-дискретная системы

В третьем – логико-лингвистические, базы данных, семантические сети.

1.9. Сущность классического теоретико-аналитического подхода к компьютерному моделированию

Теоретико-аналитический подход позволяет сконструировать несколько операторов $F'_m, F''_m, \dots, F(n)_m$, каждый из которых может быть использован на том или ином этапе исследования. Степень приближения F_m к F_0 определяется некоторым критерием соответствия, которые в целом называются функциями потерь Q . Одним из них является сумма среднеквадратичных отклонений. Для оценки этого показателя

используются результаты многих экспериментов



Лучшей будет модель, где меньше потеря критериальных отклонений.

1.10. Сущность современного экспериментально-статистического подхода к компьютерному моделированию

Выделяет эксперимент как ведущее средство моделирования. Может применяться к особо сложным системам, которые могут и не иметь строгого математического описания F_0 . Основным методом подхода является имитационное моделирование. В нем предполагается, что любой исследуемый объект может быть разделен на некоторое число компонентов, некоторые из них могут иметь математическое описание, а функционирование других компонентов может быть неизвестно. Т.о. осуществляется переход от общего к системе, а сама система неразрывно связана с внешней средой. В экспериментально-статистическом подходе весь процесс исследования подразделяется на 2 этапа:

1) Сбор статистики по воздействию на систему из внешней среды и реакции системы на эти воздействия, характеризующиеся значимыми отношениями: **R1...R5**.

Определяется также значимые свойства этих отношений **P1...P5**.

Практически при имитационном моделировании взаимодействие системы со средой характеризуется конкретными моделями информационных потоков. Эти модели составляются в конце первого этапа в результате обработки статистической информации.

2) На втором этапе моделирования изменяется структура системы или параметры отдельных компонентов с целью определения лучшей организации. При моделировании генерируются входные потоки, отражающие внешнюю среду и исследуем выходные потоки, а также некоторые интегральные характеристики оценки качества работы системы.

Например: среднее время обслуживания в системе, время реакции системы на конкретное задание, коэффициент простоя прибора в системе, вероятность появления отказа в обследовании заявки, коэффициент риска получения отказа и т.д.

1.11. Сущность перспективного семантико-ситуационного подхода к компьютерному моделированию

Для исследования особо сложных систем в целях управления этими системами в настоящее время развивается новый метод семиотичного или знакового моделирования, которое позволяет воспроизвести или симитировать процесс принятия решения человеком. Особо сложные системы - это системы, которые не могут быть описаны аппаратом современной математики, даже в статистическом смысле. В этом случае модели представляются в текстовой форме, например, они описывают ситуацию в производстве, на рынке и т.д.. Они могут описывать в текстовой форме и принятые решения. В принципе эти модели должны описывать сущность некоторых процессов, чтобы промоделировать событие их и принять решение. Семиотические модели используются в системах ситуационного управления, когда некоторый оператор принимает решение в зависимости от ситуации /ЦУП для космических полетов/.

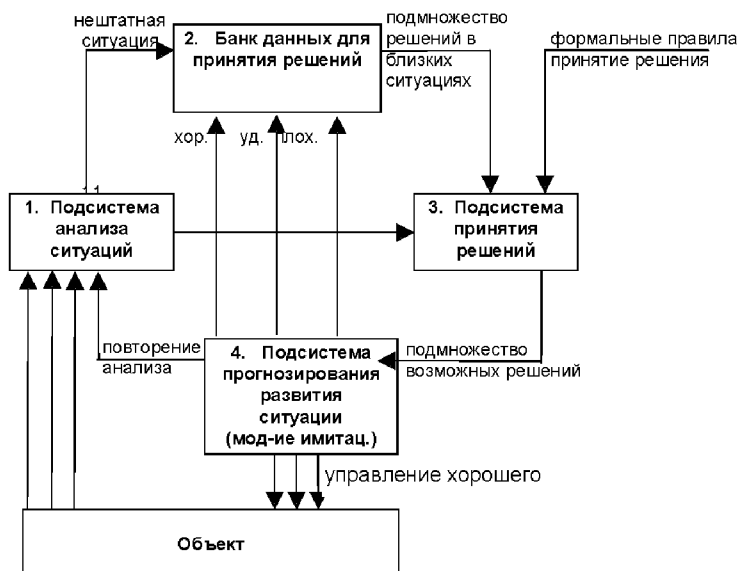
Типы семиотических моделей - они соответствуют трем уровням представления знаний об объекте:

1. лингвистические /языковые/ (декларативный уровень)
2. информационно-знаковые /банки данных для принятия решений/ (процедуральный уровень)
3. семантические сети /логико-лингвистические модели для принятия решений/. (семантический уровень)

На 1-м уровне знания об объекте представляются в форме лингвистической модели, т.е. некоторые описания ситуаций, которые позволяют с помощью простых логических правил принять решение об управлении объектом. Основа таких моделей конструкция IF...THEN /продукция/.

На 2-м уровне используется информационно-знаковые модели в виде специальных организационных баз данных для принятия решения, в которых записывается множество ранее имевших место ситуаций, принятых решений и их последствия, причем база данных имеет средства для выбора "ближайших" ситуаций по отношению к любой текущей ситуации.

На 3-м уровне с помощью специальных сетей в виде мультиграфов описывается содержание (семантика) процессов в системе, которые позволяют на основе формальных представлений /правил/ принять правильное решение. Узлами таких графов являются понятия, а ребрами- отношения между понятиями, т.е. осуществляется переход от текстовых представлений к некоторым графическим описаниям, связывающих понятие. Варианты таких сетей - фреймы. Фрейм - минимум описания необходимого для выделения конкретного объекта.



1.12. Математическое моделирование – сфера широкого применения математических методов и вычислительных средств.

Используется для исследования объектов, явлений и процессов.

Применяется при накоплении определенных знаний об объекте. Если же явление не изучено, то применить математическое моделирование невозможно, тогда физическое или аналоговое. Математическое моделирование использует те или иные описания, решение которых производится на аналоговых или цифровых ВМ. К математическому моделированию относятся:

1. структурные математические моделирования (аналоговое и цифровое)

Аналогового типа решается на АЭВМ, причем структура самой модели (вычислительных средств) повторяет структуру решаемой зависимости. В таких моделях используется структурный метод программирования, когда отдельные операции модели объединяются между собой в некоторую структурную схему решения уравнения. Кроме АВМ относятся также цифровые интегральные машины (ЦИМ) - для решения дифференциальных уравнений и используют структурные методы программирования.

2. цифровые аналитические (детерминированные и стохастические)

Такие модели решаются на ЦВМ обычно с использованием численных методов решения уравнений и такие методы должны иметь строгое исходное математическое описание.

Детерминированные модели описываются широким набором математических функций и уравнений, решение которых может выполняться с возрастающей точностью.

Аналитические стохастические модели используют известные описания для распределения вероятности случайных переменных, и используя эти формулы в процессе исследования генерируются последовательности значений этих случайных величин. Например так исследуются входные и выходные потоки ОМО. Получаемые значения параметров или характеристик оценивают работу системы в статистическом смысле, т.е. определяется среднее значение.

3. математические имитационные модели

Широко используют метод статистических испытаний для решения тех или иных зависимостей, структур - этот метод МОНТЕ-КАРЛО: направленно провести эксперимент и существенно сократить время на решение задач моделирования. Решения, полученные на имитационных моделях имеют невысокую точность, однако имеются строгие оценки достоверности полученных результатов и при необходимости, увеличив объем выборок мы можем провести дополнительные испытания и получить более точные значения. При имитационном моделировании законы распределения вероятностей для тех или иных случайных величин могут быть неизвестными, но они уточняются в процессе моделирования, Результатом имитационного моделирования будет являться цифровая аналитическая стохастическая модель объекта. Преимущество имитационного моделирования: средства моделирования позволяют производить сбор и обработку данных и осуществлять прогнозы развития процессов в той или иной внешней среде. Экспериментально-статистический подход реализуется именно с помощью имитационных моделей.

Абстрактная математическая модель - математическая структура (система), состоящая из множества M абстрактных математических объектов (чисел, векторов) и множества R , задающего отношение между двумя и более объектами, т.е. модель задается парой или кортежем $\langle M, R \rangle$.

Существует два способа задания математических моделей:

1. задается аксиоматическим определением;
2. задается конструктивным определением.

Вторым способом задания является конструктивное определение. Здесь отношение между математическими объектами в модели задается уже известными определениями, но в качестве объектов такой модели выступают более сложные структуры (или объекты).

Таким образом некоторая старая математическая модель переносится на новый уровень абстракции. Те же алгебраические определения могут быть перенесены на матрицы, векторы и т.д. В прикладных математических моделях появляются новые объекты для исследования. В прикладных математических теориях используются конструкторское определение для задания модели. Одно из наиболее часто используемых абстрактных математических моделей является теоретико-множественная модель технической системы. Это базовое формальное описание некоторого объекта, который может быть подразделен на устройства, узлы, компоненты. Такой объект называется технической системой.

1.13. Этапы формализации описаний при составлении математической модели объектов и систем

Построение строгой математической модели представляет сложный многоэтапный процесс. При этом используется ряд форм преобразований и некоторые содержательные преобразования описаний объекта. Данные описания объекта есть модель. Конечным итогом разработки должна быть экспериментальная расчетная модель объекта, на которой можно производить эксперимент:

- вариации исходных данных (детерминированные воздействия);
- вариации параметров объектов при воздействии исходных данных;
- вариации структуры объекта при входных параметрах и исходных данных понимается вариация алгоритмов функционирования.

Такие конечные экспериментальные модели работают на ЭВМ.

Все этапы формирования описания выполняются в том случае, если объект новый, неисследованный. Если же объекты уже исследованы, то могут использоваться готовые разработки на тех или иных этапах. Для разработки любой модели формируется техническое задание, в котором определяются цели построения модели и приводится перечень факторов, влияние которых на объект интерпретируют в первую очередь. При разных целях могут быть, созданы разные модели объекта. В процессе разработки можно выделить 7 этапов, представленных по следующей структуре.

1. Определяется возможность построения модели и анализируется существование модели. Если подходящих моделей нет, то разрабатывается новая модель объекта.

2. Специалисты-эксперты по объекту составляют содержательное описание его поведения, особенности его функционирования, множество входов и выходов, которые составляют значимые отношения объекта с внешней средой, т.е. формируется P_s . P_s определяется на основе натурного эксперимента или производственного опыта и часто определяются как желаемые. Такое определение объекта составляется специалистами-экспертами называется концептуальной моделью. Оно представляет собой текстовое описание

3. Выделяется множество базовых элементов модели M (проектируемого изделия), на котором задаются всевозможные отношения, т.е. R . При этом составляются так называемые формализованные описания (структурные схемы, функциональные схемы, графические схемы алгоритмов и т.п.) Структурная модель - это более строгая чем кинематическая модель, которая в дальнейшем применяет математический аппарат для описания процессов объекта.

4. Конструирование математической модели. Выделяя множество характеристик состояния и формируя операции между характеристиками состояния. Конечной целью является представление функций переходов и функций выходов, которые с математическим техническим заданием однозначно определяют переходы объекта из одного состояния в другое. В функциональной модели пока еще не заданы числовые значения параметров (коэффициентов функций, нелинейностей и т.д.), которые могли бы обеспечить соответствие процессов в модели и натуре.

5. Выбор и расчет параметров модели с целью соответствия процессов в модели и объекте.

Параметры модели обычно определяются путем обработки ряда натурных экспериментов, в которых определены реакции системы на некоторые возмущения. В качестве входных воздействий на объект используется известный испытанный сигнал (гармонический, единичный скачок, единичный импульс, случайный сигнал с заданным распределением). В конечном итоге формируется параметрическая или аналитическая модель объекта, которая может быть решена различными средствами и получены данные как результата тех или иных экспериментов.

6. Выбирается численный метод для решения исходных описаний и составляется общий алгоритм решения модели. Такой алгоритм называется моделирующим алгоритмом. В ряде случаев его можно построить, минуя 4 и 5-й этапы. Метод имитационного моделирования позволяет прямо на основе структурной модели составить моделирующий алгоритм и переходить в дальнейшем к эксперименту. Результаты этих экспериментов позволяют уточнить аналитическую модель.

7. Формируется экспериментальная машинная модель в виде отлаженной программы (на языке высокого уровня или в машинных кодах), которая может быть запущена и выполнена при любых заданных исходных данных, вариации которых определяются планом эксперимента. Экспериментальная модель - та, на которой можно изменив исходные данные можно получить новое решение модели. Для аналоговых моделей вместо алгоритма модели используется некоторая структура операционных блоков, которые непосредственно составляются на основе аналитической модели.

1.14. Структура процесса составления экспериментальной математической модели объекта

1. Определяется возможность построения модели и анализируется существование модели. Если подходящих моделей нет, то разрабатывается новая модель объекта.

2. Специалисты-эксперты по объекту составляют содержательное описание его поведения, особенности его функционирования, множество входов и выходов, которые составляют значимые отношения объекта с внешней средой, т.е. формируется Ps.

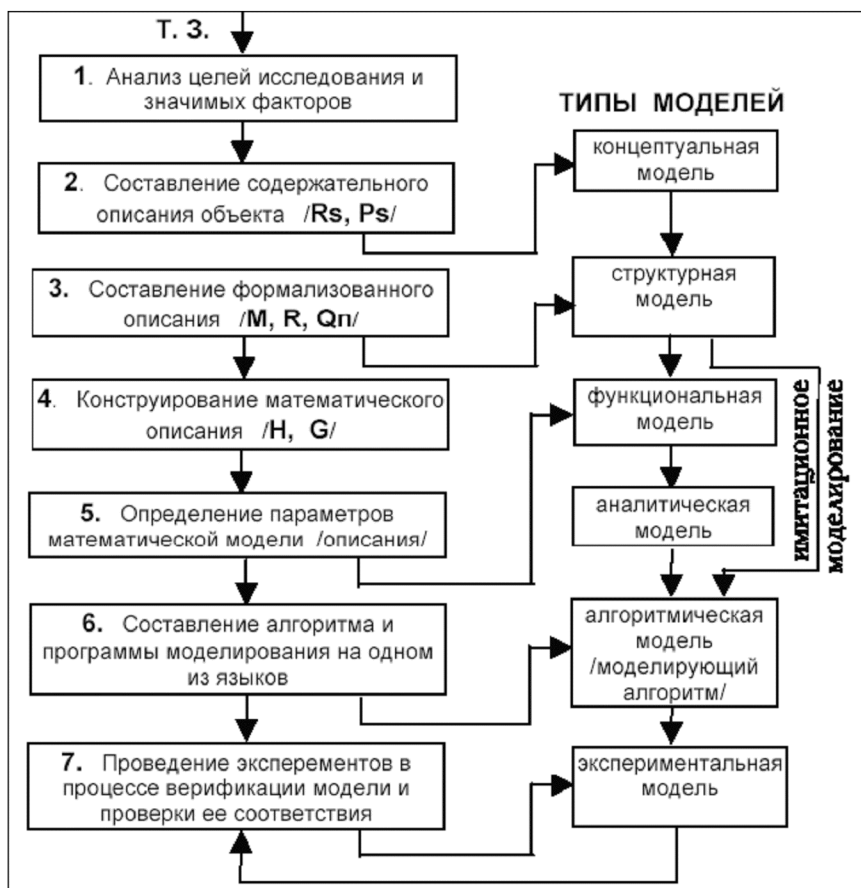
3. Выделяется множество базовых элементов модели M (проектируемого изделия), на котором задаются всевозможные отношения, т.е. R. При этом составляются так называемые формализованные описания.

4. Конструирование математической модели. Выделяя множество характеристик состояния и формируя операции между характеристиками состояния. Конечной целью является представление функций переходов и функций выходов, которые с математическим техническим заданием однозначно определяют переходы объекта из одного состояния в другое.

5. Выбор и расчет параметров модели с целью соответствия процессов в модели и объекте. Параметры модели обычно определяются путем обработки ряда натурных экспериментов, в которых определены реакции системы на некоторые возмущения. В качестве входных воздействий на объект используется известный испытанный сигнал

6. Выбирается численный метод для решения исходных описаний и составляется общий алгоритм решения модели. Такой алгоритм называется моделирующим алгоритмом. В ряде случаев его можно построить, минуя 4 и 5-й этапы.

7. Формируется экспериментальная машинная модель в виде отлаженной программы (на языке высокого уровня или в машинных кодах), которая может быть запущена и выполнена при любых заданных исходных данных, вариации которых определяются планом эксперимента.



1.15. Формализованные свойства системы. Примеры задания значимых отношений и значимых свойств системы.

Можно задать общее определение системы, как связанного целого, образованного взаимоподчинением и согласованию делений. Составляющих ее частей и компонентов. На разных уровнях описания в системе всегда можно выделить некоторый неделимый компонент или базовый элемент. В теоретико-множественной модели вводятся 3 первичные категории:

- а) множество базовых элементов системы \mathbf{M}
- б) множество отношений этих элементов \mathbf{R}
- в) множество свойств элементов системы, которые могут проявляться во всех возможных отношениях \mathbf{P}

Теоретико-множественная модель - базовая модель проектирования любой системы.

На основе первичных категорий формируются вторичные категории:

- а) множество всех возможных структур системы $\mathbf{Q} = \tilde{\mathbf{M}} \mathbf{R}$ - декартово произведение.
- б) множество всех возможных функций системы \mathbf{F}
- в) множество всех возможных оценок качества системы $\mathbf{\Xi}$ - эффективность.

Из множества всех возможных структур выделяется подмножество подходящих структур $\mathbf{Qn} \in \mathbf{Q}$. Они задаются неопределенным \mathbf{M} и реализуют требуемые значимые отношения \mathbf{Rs} - как необходимые связи с внешней средой. Проектирование заключается в выборе и синтезе подходящих структур. Множество всех возможных систем: $\mathbf{S} = \tilde{\mathbf{Q}} \mathbf{P}$, \mathbf{P} - множество всех возможных свойств. Но при применении систем при таком подходе важно выделить что множество подходящих систем использует множество подходящих структур, на которые должны быть обязательно проявлены множество всех значимых свойств \mathbf{Ps} системы (задается в ТЗ на разработку системы). Поэтому поиск подходящей системы ведется в классе подходящих структур, для которых $\mathbf{Ps} \in \mathbf{P}$.

При построении математической модели системы мы должны обеспечить переход к заданию всех вторичных категорий, задать функции системы, используя описания, а также задать формально оценки качества системы. Вводится понятие состояния системы, которое задается на множестве элементов, а точнее на множестве переменных, которые задают состояние каждого из элементов.

Мерность описания функционирования системы зависит от числа характеристик, которые учитываются в данном описании. Само же состояние на некоторый момент \mathbf{tk} определяется вектором $\mathbf{Z\hat{e}}$, который записывается n-мерной области характеристик состояния. Описание между

переменными характеристиками состояния зависят от конкретной структуры из множества подходящих структур, и определяется физическими законами. Чтобы задать состояние системы, необходимо привести все описания в некоторую фиксированную форму. Для дискретных систем общее описание функционирования должно быть представлено в виде:

$$\bar{Z}_k = f(\bar{Z}_{k-1}, \bar{X}_k, \bar{V}_k)$$

\bar{X}_k, \bar{V}_k - вектора информационных входов и управляющих входных сигналов.

Z_{k-1} - состояние вектора на момент времени $tk-1$.

Н - закон функционирования системы (функционирования перехода) - в виде уравнений, неравенств и т.д.. Простой пример - описание функционирования автомата.

Несколько сложнее представляется состояние для непрерывных систем. Вектор состояния для непрерывных систем $Z(t)$ представляется множеством мгновенных состояний этого вектора. Этот вектор задается на множестве характеристик состояния, каждая из которых представляет собой переменную, которая характеризует состояние элемента или группы элементов системы. Для расчета системы важно показать, что состояние системы находится в области допустимых состояний, причем эта n -мерная область допустимых состояний определяется минимальными и максимальными возможностями знания всех характеристик /рабочий ток срабатывания реле/.

Для непрерывных систем функционирование задается с помощью описания динамики работы системы, т.е. соответствующих дифференциальных уравнений или производных по времени. Тогда состояние системы определяется:

$$\frac{d \bar{Z}(t)}{dt} = H [\bar{Z}(t), \bar{X}(t), \bar{V}(t)]$$

H - функция переходов в виде правых частей дифференциального уравнения, связанные между собой характеристики состояний $Z(t)$, информационные сигналы $X(t)$ и управляющие сигналы $V(t)$.

Чтобы отразить реакцию системы на возбуждение, в модели представляются не только векторы состояния, но и все выходные сигналы системы, т.е. реакции системы.

Вектор выходных сигналов дискретной системы на момент времени tk , определяется с помощью функции выходов:

$$\bar{Y}_k = G(\bar{Z}_k, \bar{X}_k, \bar{V}_k)$$

Это также система алгебраических и логических уравнений.

Аналогично для непрерывной системы выходные сигналы определяются с помощью функции выходов:

$$\bar{Y}(t) = G[\bar{Z}(t), \bar{X}(t), \bar{V}(t)]$$

Таким образом выбрав функции переходов и выходов для системы мы однозначно задаем функционирование системы:

$$F = \langle H, G \rangle$$

Модель функционирования F позволяет нам проверить, действительно ли данная система обеспечивает заданные значимые свойства, т.е. есть ли среди множества структур \hat{Q}_n те, для которых множество: $P_n \subset \hat{P}_n$

\hat{P}_n - подмножество свойств, которые проявляются в подходящих структурах.

Среди важных интегральных характеристик применения системы, которые включаются в P_n , выделение оценки качества:

$$\Theta = \frac{P}{C} \quad \begin{matrix} \text{(производительность системы)} & \text{(задача/час)} \\ \text{(стоимость)} & \text{(количество корпусов)} \end{matrix}$$

Есть еще информационная производительность систем. Она определяется количеством бит обработки информации в секунду:

$$I = \frac{\text{бит}}{\text{сек}}$$

В некоторых случаях достаточно дать одну характеристику - стоимость.

Оптимизация при проектировании заключается в том, чтобы из Q_n выбрать те, которые дают максимум или минимум интегральных показателей.

1.16. Концептуальная и структурная модели объекта, их содержание и назначение

Из этапов.

2. Специалисты-эксперты по объекту составляют содержательное описание его поведения, особенности его функционирования, множество входов и выходов, которые составляют значимые отношения объекта с внешней средой, т.е. формируется Ps. Ps определяется на основе натурного эксперимента или производственного опыта и часто определяются как желаемые. Такое определение объекта составляется специалистами-экспертами называется концептуальной моделью. Оно представляет собой текстовое описание. Для некоторых объектов только на этом этапе заканчивается составление модели, т.е. в базах знаний в основном будут накапливаться модели объектов.

3. Выделяется множество базовых элементов модели M (проектируемого изделия), на котором задаются всевозможные отношения, т.е. R, но очевидно выбор отношения элементов производится целенаправленно с использованием, например содержательного описания. При этом составляются так называемые формализованные описания, или его подходящих структур, представленных в виде структурных схем, функциональных схем, графических схем алгоритмов, кинематических схем и т.п., Функциональное описание, представленное с помощью графических средств и отражающие ее подходящие структуры называется структурной моделью описания. Структурная модель - это более строгая чем кинематическая модель, которая в дальнейшем применяет математический аппарат для описания процессов объекта.

1.17. Аналитическая и параметрическая математические модели объекта, их содержание и назначение

5 этап. Выбор и расчет параметров модели с целью соответствия процессов в модели и объекте. Параметры модели обычно определяются путем обработки ряда натурных экспериментов, в которых определены реакции системы на некоторые возмущения. В качестве входных воздействий на объект используется известный испытанный сигнал (гармонический, единичный скачок, единичный импульс, случайный сигнал с заданным распределением). В конечном итоге формируется параметрическая или аналитическая модель объекта, которая может быть решена различными средствами и получены данные как результаты тех или иных экспериментов. Расчетная аналитическая модель необходима для анализа поведения объекта и прогнозирования ситуации на будущее время. Использование модели адекватно для цели управления, но и не менее важно и проектирование (САПР). Одним из хороших приемов является аналитическое решение, но его можно выполнить только для простейших случаев. Основным методом решения аналитических моделей является моделирование на ЭВМ.

1.18. Роль процессов идентификации и верификации в моделировании

Для задания функции системы используются известные физические законы, положения прикладной теории для данного объекта и для мало- изученного объекта могут использоваться общие положения теории идентификации объекта. Эта теория включает: структурную и параметрическую идентификацию. В 1-ю часть включается множество методов, позволяющих сформировать математическое описание модели, т.е. определить класс уравнений, функций, которые могут использоваться для описания функционирования объекта. В конечном счете функционирование объекта представляется некоторым математическим описанием, которое задает H и G, а следовательно и вектор состояний. Такое формализованное- математическое описание называется функциональной моделью. В функциональной модели пока еще не заданы числовые значения параметров /коэффициентов, функций, нелинейностей и т.д./, которые могли бы обеспечить соответствие процессов в модели и натуре.

На 6-м этапе для АВМ используется структурный метод программирования, а экспериментальная модель уже выглядит в виде аппаратуры. На 7-м этапе экспериментальная модель проверяется на достоверность и адекватность/соответствие/ объекту. Процесс проверки функционирования модели с целью определения ее достоверности, т.е. соответствия исходным предположениям называется процессом модели верификации. В этом процессе надо убедиться, что не существует таких исходных данных, при которых модель вышла бы за рамки существующих предположений о поведении объекта. Существуют критериальные оценки адекватности, а есть и параметрические оценки соответствия, в которых соответствие устанавливается путем сравнения параметров объекта.

1.19. Имитационное моделирование – современный метод исследования сложных систем.

Имитационное моделирование реализуется на ЦЭВМ с помощью разработанных моделирующих систем и соответствующих языков имитационного моделирования. В имитационном моделировании существуют некоторые формальные описания или некоторые модели форм систем, которые представляют выбранное базовое описание сложных систем. К имитационным моделям относят:

1. формальную дискретную систему
2. формальную непрерывную систему
3. формальную непрерывно-дискретную систему.

Выбор зависит от целей, действительной сложности самой модели поставленных задач.

Формальной дискретной системой называется система, состояние которой изменяется лишь в некоторые дискретные моменты времени наступления событий, причем каждое событие может привести не только к изменению состояния, но и к изменению параметров системы, алгоритмов функционирования или даже структуры системы. В периоды между событиями состояние не изменяется. Переходы из состояния в состояние происходят мгновенно и нет таких моментов времени, когда состояние не определено. Типичный пример - комбинационная схема ЭВМ.

Непрерывная формальная система - это система, функционирование которой с некоторого начального момента t_0 описывается системами дифференциальных уравнений, а непрерывное взаимодействие компонентов такой системы представляется в виде реализаций определенных функциональных зависимостей, характеристик состояния, в т.ч. непрерывного времени. Мгновенное состояние непрерывной системы в некоторый момент времени определяется множеством мгновенных значений характеристик состояний, или переменных, которые определены в левых частях системы дифференциальных уравнений.

Состояние непрерывной системы задается вектором состояния в примерной области характеристик состояния. Для непрерывных систем выделяется область допустимых состояний, когда ни одна из характеристик не выходит за пределы допустимых диапазонов.

Чисто непрерывных или чисто дискретных систем не существует, т.к. даже непрерывная система связана с событиями "пуск" и "останов" как минимум.

Более общим представлением является непрерывно-дискретная система, в которой отдельные события могут повлиять на параметры решаемых систем дифференциальных уравнений, могут порождать новые непрерывные процессы или завершить развитие их.

Непрерывно-дискретные системы - это непрерывные системы со вложенной дискретной моделью управления.

Для описания моделей сложных систем используются языки имитационного моделирования, которые ориентированы на некоторые программные готовые средства систем моделирования. Эти языки и системы имитационного моделирования могут быть ориентированы на исследование только дискретных, только непрерывных или непрерывно- дискретных систем.

Общая структура систем имитационного моделирования



1.20. Сущность имитационного моделирования. Понятие о формальных системах.

Имитационное моделирование реализуется на ЦЭВМ с помощью разработанных моделирующих систем и соответствующих языков имитационного моделирования. В имитационном моделировании существуют некоторые формальные описания или некоторые модели форм систем, которые представляют выбранное базовое описание сложных систем. К имитационным моделям относят:

1. формальную дискретную систему

2. формальную непрерывную систему
3. формальную непрерывно-дискретную систему.

Выбор зависит от целей, действительной сложности самой модели поставленных задач.

Формальной дискретной системой называется система, состояние которой изменяется лишь в некоторые дискретные моменты времени наступления событий, причем каждое событие может привести не только к изменению состояния, но и к изменению параметров системы, алгоритмов функционирования или даже структуры системы. В периоды между событиями состояние не изменяется. Переходы из состояния в состояние происходят мгновенно и нет таких моментов времени, когда состояние не определено. Типичный пример - комбинационная схема ЭВМ.

Непрерывная формальная система - это система, функционирование которой с некоторого начального момента t_0 описывается системами дифференциальных уравнений, а непрерывное взаимодействие компонентов такой системы представляется в виде реализаций определенных функциональных зависимостей, характеристик состояния, в т.ч. непрерывного времени. Мгновенное состояние непрерывной системы в некоторый момент времени определяется множеством мгновенных значений характеристик состояний, или переменных, которые определены в левых частях системы дифференциальных уравнений.

Состояние непрерывной системы задается вектором состояния в примерной области характеристик состояния. Для непрерывных систем выделяется область допустимых состояний, когда ни одна из характеристик не выходит за пределы допустимых диапазонов.

Чисто непрерывных или чисто дискретных систем не существует, т.к. даже непрерывная система связана с событиями "пуск" и "останов" как минимум.

Более общим представлением является непрерывно-дискретная система, в которой отдельные события могут повлиять на параметры решаемых систем дифференциальных уравнений, могут породить новые непрерывные процессы или завершить развитие их.

1.21. Формальные дискретная, непрерывная и дискретно – непрерывная системы

Формальной дискретной системой называется система, состояние которой изменяется лишь в некоторые дискретные моменты времени наступления событий, причем каждое событие может привести не только к изменению состояния, но и к изменению параметров системы, алгоритмов функционирования или даже структуры системы. В периоды между событиями состояние не изменяется. Переходы из состояния в состояние происходят мгновенно и нет таких моментов времени, когда состояние не определено. Типичный пример - комбинационная схема ЭВМ.

Непрерывная формальная система - это система, функционирование которой с некоторого начального момента t_0 описывается системами дифференциальных уравнений, а непрерывное взаимодействие компонентов такой системы представляется в виде реализаций определенных функциональных зависимостей, характеристик состояния, в т.ч. непрерывного времени. Мгновенное состояние непрерывной системы в некоторый момент времени определяется множеством мгновенных значений характеристик состояний, или переменных, которые определены в левых частях системы дифференциальных уравнений.

Состояние непрерывной системы задается вектором состояния в примерной области характеристик состояния. Для непрерывных систем выделяется область допустимых состояний, когда ни одна из характеристик не выходит за пределы допустимых диапазонов.

Чисто непрерывных или чисто дискретных систем не существует, т.к. даже непрерывная система связана с событиями "пуск" и "останов" как минимум.

Более общим представлением является непрерывно-дискретная система, в которой отдельные события могут повлиять на параметры решаемых систем дифференциальных уравнений, могут породить новые непрерывные процессы или завершить развитие их.

Непрерывно-дискретные системы - это непрерывные системы со вложенной дискретной моделью управления.

1.22. Формальная дискретная система, примеры задания ФДС и представление процессов их изменения.

Формальной дискретной системой называется система, состояние которой изменяется лишь в некоторые дискретные моменты времени наступления событий, причем каждое событие может привести не только к изменению состояния, но и к изменению параметров системы, алгоритмов

функционирования или даже структуры системы. В периоды между событиями состояние не изменяется. Переходы из состояния в состояние происходят мгновенно и нет таких моментов времени, когда состояние не определено. Типичный пример - комбинационная схема ЭВМ.

Для управления имитационными моделями реализуются 5 принципов, которые определяют состав компонентов системы имитационного моделирования:

- 1) принцип дельта Т – метод сканирования процесса
- 2) принцип планирования событий – реализует метод особых состояний системы
- 3) принцип больших шагов дельта Т – реализует метод отображения развития модели
- 4) принцип последовательной проводки заданий – реализует метод ре активации процесса
- 5) принцип активации ресурсов

Второй принцип относится к моделированию формальных дискретных систем, в которых состояния изменяются при некоторых событиях, при этом всегда можно выделить конечное количество состояний. Каждое событие переводит систему в особое состояние (возбуждения). Кроме переходов новое состояние система также может изменять свои параметры, а иногда даже и структуру. Пример ФДС – цифровой автомат. При обработке событий в имитационных системах могут планироваться будущие события (условные события), внешние события – безусловные события. Для управления используются управляющий список событий (УСС). После обработки очередного события время передвигается к времени T_k .

1.23. Принципы организации имитационных моделей. Понятие реального времени, события, ресурса, взаимодействия процессов.

Для управления имитационными моделями реализуются 5 принципов, которые определяют состав компонентов системы имитационного моделирования:

- 1) принцип дельта Т – метод сканирования процесса
- 2) принцип планирования событий – реализует метод особых состояний системы
- 3) принцип больших шагов дельта Т – реализует метод отображения развития модели
- 4) принцип последовательной проводки заданий – реализует метод ре активации процесса
- 5) принцип активации ресурсов

Реальное время - режим работы автоматизированной системы обработки информации и управления, при котором учитываются жесткие ограничения на временные характеристики функционирования. <остальное, что надо придумать>

1.24. Принцип дельта-т и регистрация системного (модельного) времени в имитационной модели.

Метод дельта-т использует концепцию управления процессами, когда каждый процесс продвигается на один фиксированный шаг deltat , а текущее модельное время в системе (ФНС) $t_k = t_{k+1} + \text{deltat}$.

После продвижения процесса:

Этот метод управления формальной моделью называется методом сканирования процесса (квазипараллелизм).

Недостаток метода в том, что процесс моделирования замедляется в связи с прерываниями и многократными вызовами программ процесса (особенно в случае непрерывно-дискретных систем). Для дальнейших статистических расчетов и интегральных оценок также используют таблицу, которая регистрирует каждое t_k время. Однако такое требует огромное количество памяти, так как каждая непрерывная система может иметь бесконечное число различных состояний. Таким образом необходимо регистрировать только особые состояния.

1.25. Принцип планирования событий и организация обработки заданий в имитационных моделях. Примеры программ обработки событий.

Принцип относится к моделированию формальных дискретных систем, в которых состояния изменяются при некоторых событиях, при этом всегда можно выделить конечное количество состояний. Каждое событие переводит систему в особое состояние (возбуждения). Кроме переходов новое состояние система также может изменять свои параметры, а иногда даже и структуру. Пример ФДС – цифровой автомат. Подразумевается, что модельное время определяется временем события. Для управления временем используют управляющий список событий в котором

фиксируется время события. В таких системах используются программы обработки событий, которые могут планировать будущее состояние.

1.26. Семиотические модели в ситуационном управлении

Для исследования особо сложных систем в целях управления этими системами в настоящее время развивается новый метод семиотичного или знакового моделирования, которое позволяет воспроизвести или симитировать процесс принятия решения человеком. Особо сложные системы - это системы, которые не могут быть описаны аппаратом современной математики, даже в статистическом смысле. В этом случае модели представляются в текстовой форме, например, они описывают ситуацию в производстве, на рынке и т.д.. Они могут описывать в текстовой форме и принятые решения. В принципе эти модели должны описывать сущность некоторых процессов, чтобы промоделировать событие их и принять решение. Семиотические модели используются в системах ситуационного управления, когда некоторый оператор принимает решение в зависимости от ситуации /ЦУП для космических полетов/.

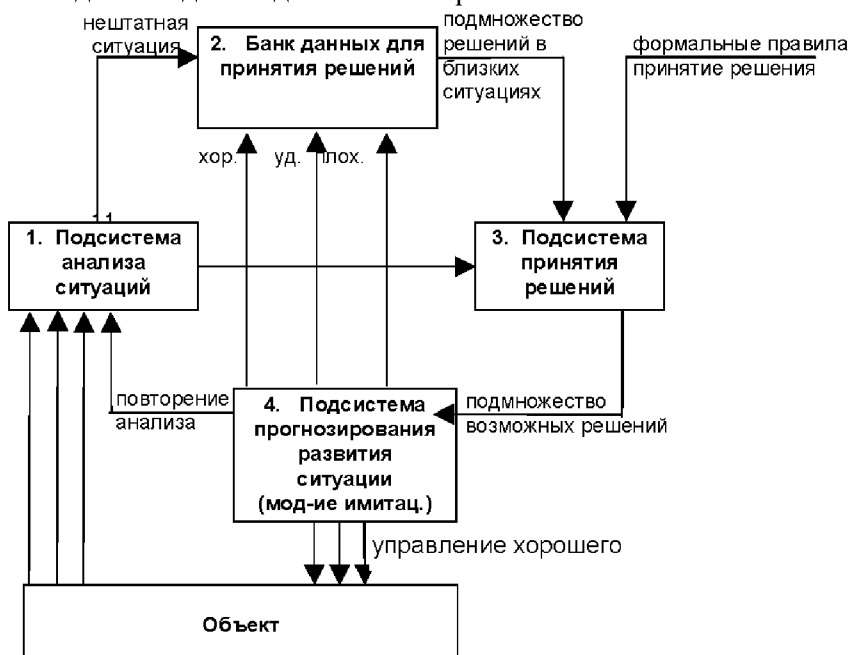
Типы семиотических моделей - они соответствуют трем уровням представления знаний об объекте:

1. лингвистические /языковые/ (декларативный уровень)
2. информационно-знаковые /банки данных для принятия решений/ (процедуральный уровень)
3. семантические сети /логико-лингвистические модели для принятия решений/. (семантический уровень)

На 1-м уровне знания об объекте представляются в форме лингвистической модели, т.е. некоторые описания ситуаций, которые позволяют с помощью простых логических правил принять решение об управлении объектом. Основа таких моделей конструкция IF...THEN /продукция/.

На 2-м уровне используется информационно-знаковые модели в виде специальных организационных баз данных для принятия решений, в которых записывается множество ранее имевших место ситуаций, принятых решений и их последствия, причем база данных имеет средства для выбора "ближайших" ситуаций по отношению к любой текущей ситуации.

На 3-м уровне с помощью специальных сетей в виде мультиграфов описывается содержание (семантика) процессов в системе, которые позволяют на основе формальных представлений /правил/ принять правильное решение. Узлами таких графов являются понятия, а ребрами- отношения между понятиями, т.е. осуществляется переход от текстовых представлений к некоторым графическим описаниям, связывающих понятие. Варианты таких сетей - фреймы. Фрейм - минимум описания необходимого для выделения конкретного объекта.



1.27. Роль моделей в ситуационном управлении.

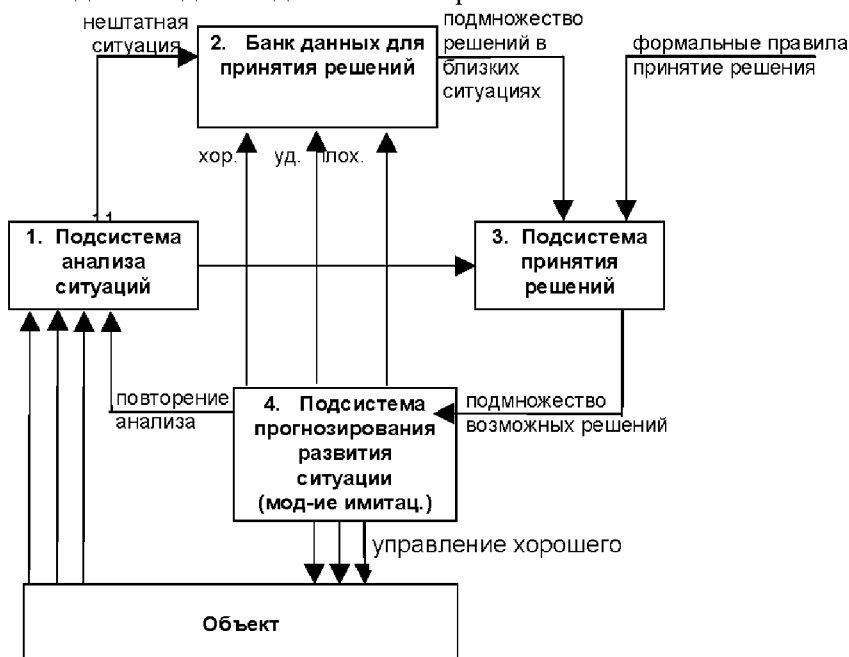
Типы семиотических моделей - они соответствуют трем уровням представления знаний об объекте:

1. лингвистические /языковые/ (декларативный уровень)
2. информационно-знаковые /банки данных для принятия решений/ (процедуральный уровень)
3. семантические сети /логико-лингвистические модели для принятия решений/. (семантический уровень)

На 1-м уровне знания об объекте представляются в форме лингвистической модели, т.е. некоторые описания ситуаций, которые позволяют с помощью простых логических правил принять решение об управлении объектом. Основа таких моделей конструкция IF...THEN /продукция/.

На 2-м уровне используется информационно-знаковые модели в виде специальных организационных баз данных для принятия решений, в которых записывается множество ранее имевших место ситуаций, принятых решений и их последствия, причем база данных имеет средства для выбора "ближайших" ситуаций по отношению к любой текущей ситуации.

На 3-м уровне с помощью специальных сетей в виде мультиграфов описывается содержание (семантика) процессов в системе, которые позволяют на основе формальных представлений /правил/ принять правильное решение. Узлами таких графов являются понятия, а ребрами- отношения между понятиями, т.е. осуществляется переход от текстовых представлений к некоторым графическим описаниям, связывающих понятие. Варианты таких сетей - фреймы. Фрейм - минимум описания необходимого для выделения конкретного объекта.



1.28. Классификация систем массового обслуживания (СМО). Типы СМО и особенности организации обслуживания в приборах.

СМО – называется совокупность приборов для обслуживания заявок. Для исключения конфликтов в СМО используются очереди. От дисциплины управления очередью во многом зависит характеристика и поведение СМО. μ - интенсивность выходного потока, λ - интенсивность входного потока, Ткрит – критическое время ожидания на обслуживание заявки.

Существует три основных класса СМО (в зависимости от Ткрит):

- 1) СМО с отказами (Ткрит = 0).

В такой системе нет очередей, но есть много приборов. Появившаяся заявка обслуживается любым свободным прибором. **Интегральные оценки:** вероятность отказа, коэффициент использования ресурсов, коэффициент загрузки приборов, интенсивность обслуживания заявки.

- 2) СМО с ожиданием (Ткрит = бесконечности).

Заявки могут быть в очереди сколько угодно времени, длина очереди бесконечна, отказов нет.

Интегральные оценки: длина очереди.

- 3) СМО с ограниченным ожиданием (Ткрит = const).

Ткрит фиксируется либо для всей системы, либо для конкретной очереди. Переполнение буфера – отказ.

Существует такой класс Кендела:

$G^1 | G^n | n | N | M$

G^1 - модель входного потока (может быть M – пуассоновский $g=1$, E^k – поток Эрланга k -того порядка $g=1/K$, H^k – гиперэкспоненциальный k -того порядка $g>1$, Q^k – кусочно ленточное распределение с k степенным полиномом, G^1 – неизвестный информационный поток, где L – максимальное количество заявок)

G^n – модель выходного потока (зависит от смысла заявки и качества приборной системы)

n – количество приборов в системе (1, 2 или много приборов)

N – количество заявок которые могут находиться в системе (если N не равно бесконечности, то S_{MO} с ограниченным ожиданием).

M – максимальное количество заявок входного потока.

1.29. Три основных класса СМО. Интегральные оценки качества СМО.

СМО – называется совокупность приборов для обслуживания заявок. Для исключения конфликтов в СМО используются очереди. От дисциплины управления очередью во многом зависит характеристика и поведение СМО. μ - интенсивность выходного потока, λ - интенсивность входного потока, $T_{крит}$ – критическое время ожидания на обслуживание заявки.

Существует три основных класса СМО (в зависимости от $T_{крит}$):

1) СМО с отказами ($T_{крит} = 0$).

В такой системе нет очередей, но есть много приборов. Появившаяся заявка обслуживается любым свободным прибором. **Интегральные оценки:** вероятность отказа, коэффициент использования ресурсов, коэффициент загрузки приборов, интенсивность обслуживания заявки.

2) СМО с ожиданием ($T_{крит} = \text{бесконечности}$).

Заявки могут быть в очереди сколько угодно времени, длина очереди бесконечна, отказов нет.

Интегральные оценки: длина очереди.

3) СМО с ограниченным ожиданием ($T_{крит} = \text{const}$).

$T_{крит}$ фиксируется либо для всей системы, либо для конкретной очереди. Переполнение буфера – отказ.

Интегральные характеристики СМО:

1. Количество используемых приборов K_p
2. N_s - Среднее количество заявок в системе
3. D_n – дисперсия количества заявок находящиеся в системе
4. T_s – среднее время пребывания заявки в системе
5. T_w – время реакции системы на обслуживание заявки
6. $P_{отк}$ – вероятность получения отказа в системе.

В случае если нас не удовлетворяют характеристики можно: а) увеличение количества приборов, б) изменение дисциплины управления очередью. СМО бывают многоканальные (с потоком Эрланга) или многофазные (несколько последовательных приборов, гиперэкспоненциальный).

1.30. Простейшие дисциплины управления очередями в СМО. Преимущества и недостатки

Существует две основные группы управления очередями в СМО.

1) Без прерывания обслуживания

а) FIFO (LIFO)

- + простота
- + равноправие заявок
- длинные очереди

(плохо когда $T_{кр}$ не равно бесконечности)

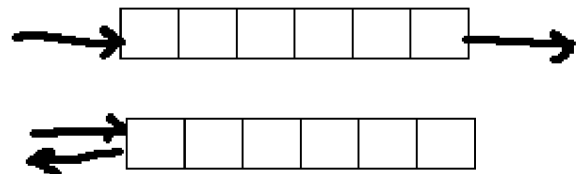
б) SJF – short job first (LJF) – long job first

- + короткие задачи проходят быстро (минимальная очередь)
- + максимальная длина очереди меньше
- долго ждут длинные (короткие) задания. Чаще отказы.

в) Классические SRTF (short remain time first), LRTF

$T_{кр.ожид.} = \text{const}$

- + уменьшает количество отказов
- увеличивает сложность



г) Рандом! (абсолютный разный)

2) С прерыванием

а) RR-дисциплины (round repeat)

Если не успеваем обслужить за h_r

То идёт на вход начало очереди.

+ короткие задания быстро

- в технической реализации много прерываний

б) EP (External priority)

В системах реального времени (приоритет поступившей > той которая выполняется => значит вытесняет)

в) FBP несколько очередей с разными приоритетами

