

Компьютерное моделирование. Вычислительный эксперимент. Понятие информации. Представление чисел в компьютере. Пакеты прикладных программ

Современное моделирование сложных процессов и явлений невозможно без компьютера, без компьютерного моделирования.

Компьютерное моделирование – основа представления (актуализации) знаний как в компьютере, так и с помощью компьютера и с использованием любой информации, которую можно актуализировать с помощью ЭВМ.

Компьютерное моделирование от начала и до завершения проходит следующие этапы.

- **Постановка задачи.**
- **Предмодельный анализ.**
- **Анализ задачи.**
- **Исследование модели.**
- **Программирование, проектирование программы.**
- **Тестирование и отладка.**
- **Оценка моделирования.**
- **Документирование.**
- **Сопровождение.**
- **Использование (применение) модели.**

Пример 1. Рассмотрим популяцию рыб, из которой в текущий момент времени изымается некоторое количество особей (идет лов рыбы). Динамика такой системы определяется моделью вида:

$$x_{i+1} = x_i + ax_i - kx_i, x_0 = c,$$

где k – коэффициент вылова (скорость изъятия особей). Стоимость одной пойманной рыбы равна b руб. Цель моделирования — прогноз прибыли при заданной квоте вылова. Для этой модели можно проводить имитационные вычислительные эксперименты и далее модифицировать модель, например следующим образом.

Эксперимент 1. Для заданных параметров a , c изменяя параметр k , определить его наибольшее значение, при котором популяция не вымирает.

Эксперимент 2. Для заданных параметров c , k изменяя параметр a , определить его наибольшее значение, при котором популяция вымирает.

Модификация 1. Учитываем естественную гибель популяции (за счет нехватки пищи, например) с коэффициентом смертности, равным b :

$$x_{i+1} = x_i + ax_i - (k + b)x_i, x_0 = c$$

Модификация 2. Учитываем зависимость коэффициента k от x (например, $k = dx$):

$$x_{i+1} = x_i + ax_i - dx_i^2, x_0 = c.$$

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Разновидность компьютерного моделирования – вычислительный эксперимент, осуществляемый экспериментатором над исследуемой системой или процессом с помощью орудия эксперимента – компьютера, компьютерной технологии. Вычислительный эксперимент позволяет находить новые закономерности, проверять гипотезы, визуализировать события и т.д.

Научное исследование реального процесса можно проводить теоретически или экспериментально, которые проводятся независимо друг от друга. Такой путь познания истины носит односторонний характер. В современных условиях развития науки и техники стараются проводить комплексное исследование объекта. Этого можно добиться на основе новой, удовлетворяющей требованиям времени, методологии и технологии научных исследований.

Широкое применение ЭВМ в математическом моделировании, достаточно мощная теоретическая и экспериментальная база позволяют говорить о вычислительном эксперименте как о новой технологии и методологии в научных и прикладных исследованиях.

Итак, что же такое вычислительный эксперимент?

Вычислительный эксперимент - это эксперимент над математической моделью объекта на ЭВМ, который состоит в том, что по одним параметрам модели вычисляются другие её параметры и на этой основе делаются выводы о свойствах явления, описываемого математической моделью.

В проведении вычислительного эксперимента участвует коллектив исследователей – специалисты с конкретной предметной области, математики теоретики, вычислители, прикладники, программисты. Это связано с тем, что моделирование реальных объектов на ЭВМ включает в себя большой объём работ по исследованию их физической и математической моделей, вычислительных алгоритмов, программированию и обработке результатов. Здесь можно заметить аналогию с работами по проведению натуральных экспериментов: составление программы экспериментов, создание экспериментальной установки, выполнение контрольных экспериментов, проведение серийных опытов, обработки экспериментальных данных и их интерпретация и т.д. Таким образом, проведение крупных комплексных расчётов следует рассматривать как эксперимент, проводимый на ЭВМ или вычислительный эксперимент.

Вычислительный эксперимент играет ту же роль, что и обыкновенный эксперимент при исследованиях новых гипотез. Современная гипотеза почти всегда имеет математическое описание, над которым можно выполнять эксперименты.

При введении этого понятия следует особо выделить способность компьютера выполнять большой объем вычислений, реализующих математические исследования. Иначе говоря, **компьютер позволяет произвести замену физического, химического и т. д. эксперимента экспериментом вычислительным.**

При проведении вычислительного эксперимента можно убедиться в необходимости и полезности последнего, особенно в случаях, когда провести натуральный эксперимент затруднительно или невозможно. Вычислительный эксперимент, по сравнению с натурным, значительно дешевле и доступнее, его подготовка и проведение требует меньшего времени, его легко переделывать, он даёт более подробную информацию. Кроме того, в ходе вычислительного эксперимента выявляются границы применимости математической модели, которые позволяют прогнозировать эксперимент в естественных условиях. Поэтому использование вычислительного эксперимента ограничивается теми математическими моделями, которые участвуют в проведении исследования. По этой причине вычислительный эксперимент не может заменить полностью эксперимент натурный и выход из этого положения состоит в их разумном сочетании. В это случае в проведении сложного эксперимента используется широкий спектр математических моделей: прямые задачи, обратные задачи, оптимизированные задачи, задачи идентификации.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.

Использование вычислительного эксперимента как средства решения сложных прикладных проблем имеет в случае каждой конкретной задачи и каждого конкретного научного коллектива свои специфические особенности. И тем не менее всегда чётко просматриваются общие характерные основные черты, позволяющие говорить о единой структуре этого процесса. В настоящее время технологический цикл вычислительного эксперимента принято подразделять на ряд технологических этапов. И хотя такое деление в значительной степени условно, тем не менее оно позволяет лучше понять существо этого метода проведения теоретических исследований. Теперь давайте рассмотрим основные этапы вычислительного эксперимента.

В общем случае, основные этапы решения задачи с применением ЭВМ можно рассматривать как один технологический цикл вычислительного эксперимента. А вообще, вычислительный эксперимент как новая методика исследования "состоялся" после того, как удалось на каждом из этапов традиционной цепочки эффективно использовать вычислительную машину.

Все этапы технологического цикла вычислительного эксперимента тесно связаны между собой и служат единой цели – получению с заданной точностью за короткое время адекватного количественного описания поведения изучаемого реального объекта в тех или иных условиях. Поэтому все этапы технологического цикла должны быть одинаково прочными. Слабость в одном звене влечёт за собой слабость в остальных звеньях технологии.

Вычислительный эксперимент включает в себя следующие этапы (рис. 1):

- **физическое описание процесса, то есть уяснение закономерности протекаемых явлений;**
- **разработка математической модели;**
- **алгоритм или метод решения уравнений;**
- **разработка программ;**
- **проведение расчетов, анализ результатов и оптимизация.**

Видоизмененная цепочка реализованная в виде единого программного комплекса и составляет "технология" вычислительного эксперимента:

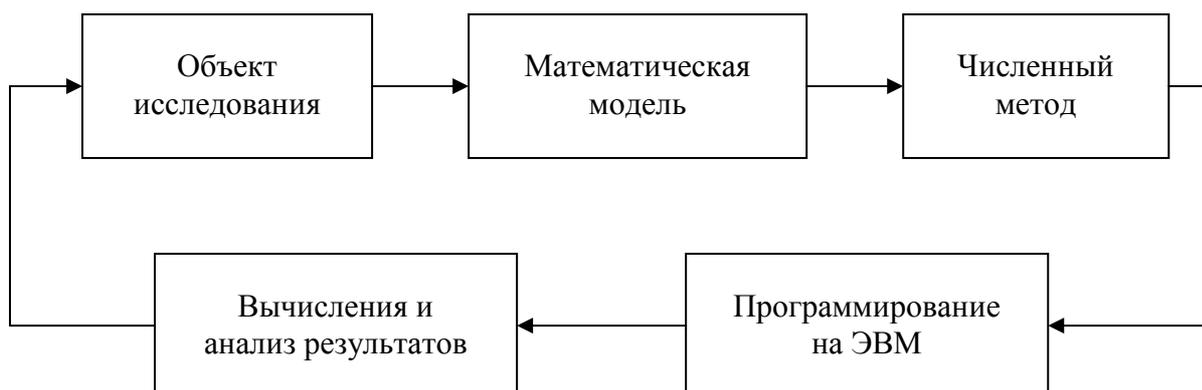


Рис. 1. Схема вычислительного эксперимента

К основным **преимуществам вычислительного эксперимента** можно отнести следующие:

- **возможность исследования объекта без модификации установки или аппарата;**
- **возможность исследования каждого фактора в отдельности, в то время как в реальности они действуют одновременно;**
- **возможность исследования нереализуемых на практике процессов (важно для задач экологии!!!);**

Опыт решения крупных задач показывает, что метод математического моделирования и вычислительный эксперимент соединяют в себе преимущества традиционных теоретических и экспериментальных методов исследования.

Стоит заметить, что на практике результаты первых расчетов, как правило, весьма далеки от реальных. Поэтому происходит постоянное усовершенствование алгоритма, уточнение математической модели до совпадения с какими-то тестовыми или контрольными данными. Этот этап, называемый идентификацией математической модели, всегда присутствует в вычислительном эксперименте. Поэтому нельзя говорить об одной модели любого явления. Всегда существует иерархия математических моделей, начиная от простых и кончая более сложными. Следует выбирать некоторый уровень сложности модели, соответствующей данной конкретной задаче.

Для проведения крупномасштабных научных исследований используется модульная технология, основанная на модульном представлении: математических моделей; вычислительных алгоритмов; программ для ЭВМ; технических средств. Сборка программ из модулей проводится автоматически, с помощью специальной программы. Создаются программные комплексы и проблемно-ориентированные пакеты прикладных программ многоцелевого назначения. Характерная особенность пакетов состоит в возможности постоянного развития, расширения благодаря включению новых модулей, реализующих новые возможности. Следует отметить, что один и тот же пакет прикладных программ может быть использован в вычислительных экспериментах для исследований различных реальных объектов.



СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.

В современной науке и технике появляется всё больше областей, задачи в которых можно и нужно решать методом вычислительного эксперимента, с помощью математического моделирования. Обратим внимание на некоторые из них.

Энергетическая проблема. Прогнозирование атомных и термоядерных реакторов на основе детального математического моделирования происходящих в них физических процессов. В этой области работа ведётся очень успешно. Вычислительный эксперимент тесно сопрягается с натурным экспериментом и помогает, заменяет и удешевляет весь исследовательский цикл, существенно его ускоряя.

Экологические проблемы. Вопросы прогнозирования и управления экологическими системами могут решаться лишь на основе математического моделирования, поскольку эти системы существуют в “единственном экземпляре”: моделирование загрязнения экологических систем, прогноз причинно-следственных связей в экологической системе, откликов системы на те или иные воздействия экологических факторов и т.д.;

Гео– и астрофизические явления. Моделирование климата, долгосрочный прогноз погоды, землетрясений и цунами, моделирование развития звёзд и солнечной активности, фундаментальные проблемы происхождения и развития Вселенной.

Химия. Расчёт химических реакций, определение их констант, исследование химических процессов на макро- и микроуровне для интенсификации химической технологии.

Космонавтика: расчет траекторий и управления полетом космических аппаратов, моделирование конструкций летательных аппаратов, обработка спутниковой информации и т.д.;

Медицина: моделирование, прогнозирование эпидемий, инфекционных процессов, управление процессом лечения, диагностика болезней и выработка оптимальных стратегий лечения и т.д.;

Производство: управление техническими и технологическими процессами и системами, ресурсами (запасами), планирование, прогнозирование оптимальных процессов производства и т.д.;

Образование: моделирование междисциплинарных связей и систем, стратегий и тактик обучения и т.д.;

Военное дело: моделирование и прогнозирование военных конфликтов, боевых ситуаций, управления войсками, обеспечение армий и т.д.;

Политика: моделирование и прогнозирование политических ситуаций, поведения коалиций различного характера и т.д.;

Социология, общественные науки: моделирование и прогнозирование поведения социологических групп и процессов, общественного поведения и влияния, принятие решений и т.д.;

СМИ: моделирование и прогнозирование эффекта от воздействия тех или иных сообщений на группы людей, социальные слои и др.;

Туризм: моделирование и прогнозирование потока туристов, развития инфраструктуры туризма и др.;

Проектирование: моделирование, проектирование различных систем, разработка оптимальных проектов, автоматизация управления процессом проектирования и т.д.

ВВОД, ОБРАБОТКА И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРЕ

В процессе моделирования специалисту приходится иметь дело с различной информацией, которую необходимо обрабатывать. Как известно, для ввода информации, а именно – численных значений, в компьютере используется определенный формат.

Прежде чем перейти к представлению информации в компьютере введем понятие: что такое «информация», которое имеет различные трактовки в разных предметных областях. Например, информация может пониматься как:

- абстракция, абстрактная модель рассматриваемой системы (в математике);
- сигналы для управления, приспособления рассматриваемой системы (в кибернетике);
- мера хаоса в рассматриваемой системе (в термодинамике);
- вероятность выбора в рассматриваемой системе (в теории вероятностей);
- мера разнообразия в рассматриваемой системе (в биологии) и др.

Рассмотрим это фундаментальное понятие информатики на основе понятия "алфавит" ("алфавитный", формальный подход). Дадим формальное определение алфавита.

Алфавит – конечное множество различных знаков, символов, для которых определена операция конкатенации (приписывания, присоединения символа к символу или цепочке символов); с ее помощью по определенным правилам соединения символов и слов можно получать слова (цепочки знаков) и словосочетания (цепочки слов) в этом алфавите (над этим алфавитом).

Буквой или знаком называется любой элемент x алфавита X , где $.$ Понятие знака неразрывно связано с тем, что им обозначается ("со смыслом"), они вместе могут рассматриваться как пара элементов (x, y) , где x – сам знак, а y – обозначаемое этим знаком.

Пример 2. Примеры алфавитов: множество из десяти цифр, множество из знаков русского языка, точка и тире в азбуке Морзе и др. В алфавите цифр знак 5 связан с понятием "быть в количестве пяти элементов".

Конечная последовательность букв алфавита называется словом в алфавите (или над алфавитом). Длиной $|p|$ некоторого слова p над алфавитом X называется число составляющих его букв. Слово (обозначаемое символом \emptyset) имеющее нулевую длину, называется пустым словом: $|\emptyset| = 0$. Множество различных слов над алфавитом X обозначим через $S(X)$ и

назовем словарным запасом (словарем) алфавита (над алфавитом) X . В отличие от конечного алфавита, словарный запас может быть и бесконечным. Слова над некоторым заданным алфавитом и определяют так называемые сообщения.

Пример 3. Слова над алфавитом кириллицы – "Информатика", "инто", "ииии", "и". Слова над алфавитом десятичных цифр и знаков арифметических операций – "1256", "23+78", "35–6+89", "4". Слова над алфавитом азбуки Морзе – ".", ". . –", "– – –".

В алфавите должен быть определен порядок следования букв (порядок типа "предыдущий элемент – последующий элемент"), то есть любой алфавит имеет упорядоченный вид $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$.

Таким образом, алфавит должен позволять решать задачу лексикографического (алфавитного) упорядочивания, или задачу расположения слов над этим алфавитом, в соответствии с порядком, определенным в алфавите (то есть по символам алфавита).

Таким образом,

информация – это некоторая упорядоченная последовательность сообщений, отражающих, передающих и увеличивающих наши знания.

Информация актуализируется с помощью различной формы сообщений – определенного вида сигналов, символов.

Информация может быть:

- по отношению к источнику или приемнику бывает трех типов: входная, выходная и внутренняя.
- по изменчивости бывает постоянная, переменная и смешанная.
- по отношению к конечному результату бывает исходная, промежуточная и результирующая;
- по стадии использования бывает первичная и вторичная.
- по полноте бывает избыточная, достаточная и недостаточная.
- по доступу бывает открытая и закрытая.

Есть и другие типы классификации информации.

Пример 4. В философском аспекте информация делится на мировозренческую, эстетическую, религиозную, научную, бытовую, техническую, экономическую, технологическую.

Основные свойства информации:

- полнота;
- актуальность;
- адекватность;
- понятность;
- достоверность;

- **массовость;**
- **устойчивость;**
- **ценность и др.**

Проще: информация – содержание сообщения, сообщение – форма информации .

Любые сообщения в компьютере измеряются в байтах, килобайтах, мегабайтах, гигабайтах, терабайтах, петабайтах и эксабайтах, а кодируются, например, в компьютере, с помощью алфавита из нулей и единиц, записываются и реализуются в ЭВМ в битах.

Люди в арифметике используют десятичную систему счисления (с основани- основанием 10). Большинство компьютеров использует арифметику с двоичной системой счисления (основание 2). Может показаться, что это не так, поскольку общение с компьютером (ввод-вывод) происходит в числах с основанием 10. Но это не означает, что компьютеры используют основание 10. На самом деле они приводят входные числа к основанию 2 (или, возможно, к основанию 16), затем выполняют арифметику при основании 2 и наконец преобразовывают ответ к основанию 10 прежде, чем показать результат. Для подтверждения этого требуется несколько экспериментов. Компьютер, который выполняет вычисления с точностью девять десятичных знаков, дает ответ

$$\sum_{k=1}^{100000} 0.1 = 9999,99447. \quad (1)$$

Имеются в виду сложные числа $\frac{1}{10}$ 100000 раз. Математический ответ равен точно 10000.

ДВОИЧНЫЕ ЧИСЛА

Основание 10 используется в большинстве математических задач. Для иллюстрации число 1372 представим в форме

$$1372 = (1 \times 10^3) + (3 \times 10^2) + (7 \times 10^1) + (2 \times 10^0).$$

В общем случае, когда N — положительное целое число, существуют однозначные числа a_0, a_1, \dots, a_k , такие, что число N представимо при основании 10 в виде

$$N = (a_k \times 10^k) + (a_{k-1} \times 10^{k-1}) + \dots + (a_1 \times 10^1) + (a_0 \times 10^0)$$

где числа a_k принимают значения $\{0, 1, 2, \dots, 8, 9\}$. Таким образом, N в десятичной записи представимо как

$$N = a_k a_{k-1} \dots a_1 a_0 \text{ дес.} \quad (2)$$

Если понятно, что 10 является основанием, то (2) можно записать как

$$N = a_k a_{k-1} \dots a_1 a_0$$

Например, мы понимаем, что $1372 = 1372_{\text{дес}}$. Если использовать степени 2, то число 1372 можно записать в виде

$$1372 = (1 \times 2^{10}) + (0 \times 2^9) + (1 \times 2^8) + (0 \times 2^7) + (1 \times 2^6) + (0 \times 2^5) + (1 \times 2^4) + (1 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (0 \times 2^0) \quad (3)$$

Это можно подтвердить, выполнив вычисления

$$1372 = 1024 + 256 + 64 + 16 + 8 + 4$$

В общем, пусть N — положительное целое число; существуют однозначные числа b_0, b_1, \dots, b_j , такие, что число N при основании 2 можно представить в виде

$$N = (b_j \times 2^j) + (b_{j-1} \times 2^{j-1}) + \dots + (b_1 \times 2^1) + (b_0 \times 2^0), \quad (4)$$

где каждое число b_j равно или 0, или 1. Таким образом, N в двоичном обозначении можно выразить в виде

$$N = b_j b_{j-1} \dots b_1 b_0 \text{ два}. \quad (5)$$

Используя обозначения (5) и результат (3), получим

$$1372 = 10101011100.$$

Ясно, что для двоичного представления числа N потребуется больше цифр, чем для десятичного. Известно, что степень 2 растет намного медленнее, чем 10. Эффективный алгоритм нахождения представления целого числа N с основанием 2 можно вывести из равенства (4). Разделив обе части равенства (4) на 2, получим

$$\frac{N}{2} = (b_j \times 2^{j-1}) + (b_{j-1} \times 2^{j-2}) + \dots + (b_1 \times 2^0) + \frac{b_0}{2} \quad (6)$$

Таким образом, остаток от деления числа N на 2 и есть цифра b_0 . Сейчас определим b_1 .

Если (6) записать как $N/2 = Q_0 + b_0/2$, то

$$Q_0 = (b_j \times 2^{j-1}) + (b_{j-1} \times 2^{j-2}) + \dots + (b_1 \times 2^0) \quad (7)$$

Разделив обе части (7) на 2, получим

$$\frac{Q_0}{2} = (b_j \times 2^{j-2}) + (b_{j-1} \times 2^{j-3}) + \dots + \frac{b_1}{2}$$

Следовательно, остаток от деления Q_0 на 2 равен цифре b_1 . Продолжая этот процесс, получим последовательности $\{Q_k\}$ и b_k отношений и остатков соответственно. Процесс завершится, когда найдется такое целое число J , что $Q_J = 0$. Последовательность удовлетворяет следующим равенством:

$$\begin{aligned}
N &= 2Q_0 + b_0; \\
Q_0 &= 2Q_1 + b_1; \\
&\dots \\
Q_{j-2} &= 2Q_{j-1} + b_{j-1}; \\
Q_{j-1} &= 2Q_j + b_j \quad (Q_j = 0).
\end{aligned}
\tag{8}$$

Пример 5. Покажем, как получить $1372 = 10110011000$ два.

Начнем с $N = 1372$ и построим отношения и остатки согласно уравнению (8).

$$\begin{aligned}
1372 &= 2 \times 686 + 0; \\
686 &= 2 \times 343 + 0; \\
343 &= 2 \times 171 + 1; \\
171 &= 2 \times 85 + 1; \\
85 &= 2 \times 42 + 1; \\
42 &= 2 \times 21 + 0; \\
21 &= 2 \times 10 + 1; \\
10 &= 2 \times 5 + 0; \\
5 &= 2 \times 2 + 1; \\
2 &= 2 \times 1 + 0; \\
1 &= 2 \times 0 + 1;
\end{aligned}$$

Таким образом, двоичным представлением числа 1372 является:

$$1372 = 10101011100_{\text{два}}$$

Приведем основные соотношения между единицами измерения сообщений:

- 1 бит (binary digit – двоичное число) = 0 или 1,
- 1 байт 8 бит,
- 1 килобайт (1К) = 213 бит,
- 1 мегабайт (1М) = 223 бит,
- 1 гигабайт (1Г) = 233 бит,
- 1 терабайт (1Т) = 243 бит,
- 1 петабайт (1П) = 253 бит,
- 1 эксабайт (1Э) = 263 бит.

Пример 6. Найти неизвестные x и y , если верны соотношения: $128y$ (К) = $32x$ (бит); $2x$ (М) = $2y$ (байт).

Выравниваем единицы измерения информации:

$$27y \text{ (К)} = 27y + 13 \text{ (бит);}$$

$$2x \text{ (М)} = 2x + 20 \text{ (байт).}$$

Подставляя в уравнения и отбрасывая размерности информации, получаем:

$$27y + 13 = 25x$$

$$2x+20=2y$$

Отсюда получаем систему двух алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 7y + 13 = 5x \\ x + 20 = y \end{cases}$$

или, решая эту систему, окончательно получаем, $x = -76,5$, $y = -56,5$.

ПАКЕТЫ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ.

При вирішенні задач технічної направленості сучасний інженер вже не може обійтись без систем автоматизованого проектування (САПР), в яких виділяються три основних розділів: CAD – Computer Aided Design, CAM – Computer Aided Manufacturing, CAE – Computer Aided Engineering. Останні 10 років CAD/CAM/CAE-системи набули масового застосування і дають можливість інженерам та математикам використовувати на своїх персональних робочих місцях ці найновіші досягнення в області інженерних технологій для розв'язання проблем математичного моделювання.

Одно из направлений развития вычислительных технологий в настоящее время - это появление мощных математических пакетов, позволяющих максимально упростить процесс подготовки задачи, ее решения и анализа результатов.

Важно!! Для того чтобы пользоваться пакетом и, значит, грамотно вести расчёты, совсем не обязательно самому обладать высокой квалификацией программиста или математика-вычислителя (ведь именно они должны создавать эти пакеты). Поэтому пакеты программ должны быть такими, чтобы к их помощи могли прибегнуть не только математики, но и специалисты других сфер научной деятельности, прошедшие сравнительно небольшой курс математического обучения.

Существование большого количества информационных систем проектирования и моделирования (ИСПРиМ) позволяют их подразделить на системы компьютерной математики, технического и имитационного моделирования (рис. 1).

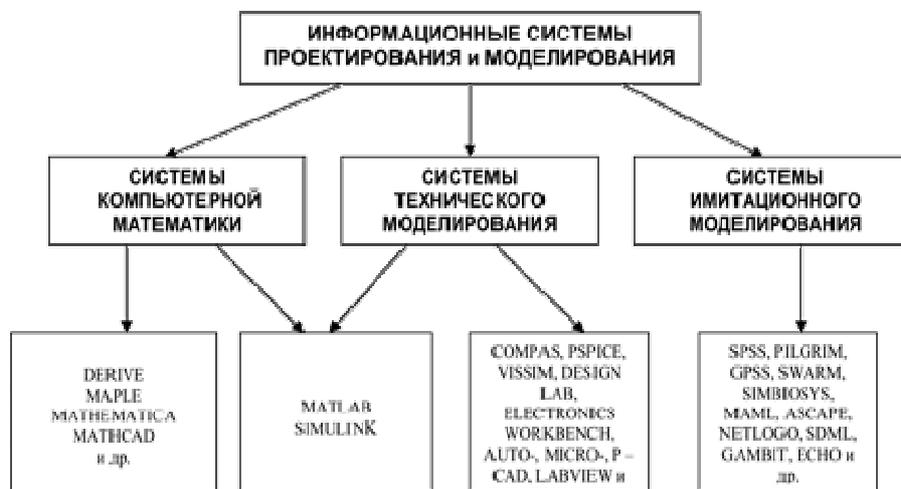


Рис. 2. Системы проектирования

Разберем подробнее составные части блок-схемы.

Системы компьютерной математики. К этим системам можно отнести пакеты **Derive, Mathematica, MathCad, Maple, MatLAB и др.**

Эти пакеты разработаны различными фирмами и имеют свои особенности. Каждый из этих пакетов имеет свой интерфейс. В этих пакетах алгоритмизированы, систематизированы и заложены в виде процедур практически все известные методы аналитического и численного решения математических задач. Все эти системы развиваются, в них вносятся дополнения, и разработчики этих систем предлагают новые модернизированные версии.

Системы технического моделирования. Наряду с развитием цифровых вычислительных машин формировалось направление аналоговых вычислительных машин (АВМ), с помощью которых решались различные физические и математические задачи. АВМ позволяли решать различные виды математических моделей, представленных в виде дифференциальных уравнений с помощью натурального схмотехнического моделирования. Аналоговые ЭВМ в настоящее время не разрабатываются. Однако появились технические информационные СПРиМ (компьютерные виртуальные конструкторы), в частности **Electronics Workbench, Simulink, Vissim, LabVIEW** и др., решающие математические задачи с помощью схмотехнического моделирования.

Системы технического моделирования построены по принципу конструктора из блоков. В системах технического моделирования можно решать как математические, так и инженерные задачи. В этих компьютерных системах можно собирать и конструировать виртуально любые электротехнические схемы с использованием компьютерных аналогов электротехнических и измерительных деталей, а также визуальное моделирование и конструирование инженерных, технических имитаторов электронных приборов и логических устройств. Более того, спроектированные и созданные виртуальные инженерные и

производственные компьютерные объекты и установки можно использовать для натурального эксперимента и производственных испытаний в реальном масштабе времени.

Системы имитационного моделирования. В настоящее время активно разрабатываются системы имитационного моделирования: **SimBioSys**: C++ оболочки агентно-базового эволюционного моделирования в биологических и общественных науках; системы моделирования **SWARM** и его расширения **MAML** (Multi-Agent Modelling Language) для моделирования искусственного мира; пакеты **Ascape** (Agent Landscape) и **RePast** (Recursive Porous Agent Simulation Toolkit), написанные на платформе языка Java, для поддержки агентно-базового моделирования; информационные системы **NetLogo** и **MIMOSE** (Micro- and Multilevel Modelling Software), предназначенные для создания имитационных моделей и технологий моделирования в общественных науках; **SPSS, PilGrim, GPSS, Z-Tree** для исследования экономических статистических явлений и процессов и др.

Знание и применение систем компьютерной математики, технического и имитационного моделирования позволяют модельщикам оперативно выбрать систему моделирования, построить адекватные модели, найти способы их решения, перейти полномасштабному исследованию реального явления или процесса на модели, оценить решения моделей и представить поведение и закономерности изучаемого явления.

При компьютерном моделировании с помощью систем математического моделирования важен также субъективный фактор. Глубокое знание и освоение технологий математического моделирования в системах MathCAD, Maple, MatLAB и в других пакетах существенно влияет на оперативность решения математической модели реального объекта.

Изучить в полной мере все системы компьютерного моделирования и технологии достаточно сложно в связи с ограниченностью по времени, однако знать об этих информационных системах, и уметь использовать в своей профессиональной деятельности некоторые из них является необходимым условием компетентности специалиста в соответствующей области знаний.

Развитие ЭВМ стимулировало более интенсивное развитие вычислительных методов, создало предпосылки решения сложных задач науки, техники, экономики. Широкое применение при решении таких задач получили методы прикладной математики и математического моделирования.

В настоящее время прикладная математика и ЭВМ являются одним из определяющих факторов научно-технического прогресса. Они способствуют ускорению развития ведущих отраслей народного хозяйства, открывают принципиально новые возможности моделирования и

проектирования сложных систем с выбором оптимальных параметров технологических процессов.

Новий науковий напрямок, що інтенсивно розвивається на межі класичної математики та інформатики отримав назву «комп'ютерна математика». Компьютерная математика – наука о математических вычислениях и преобразованиях с помощью компьютеров.