МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Главные задачи проектирования систем

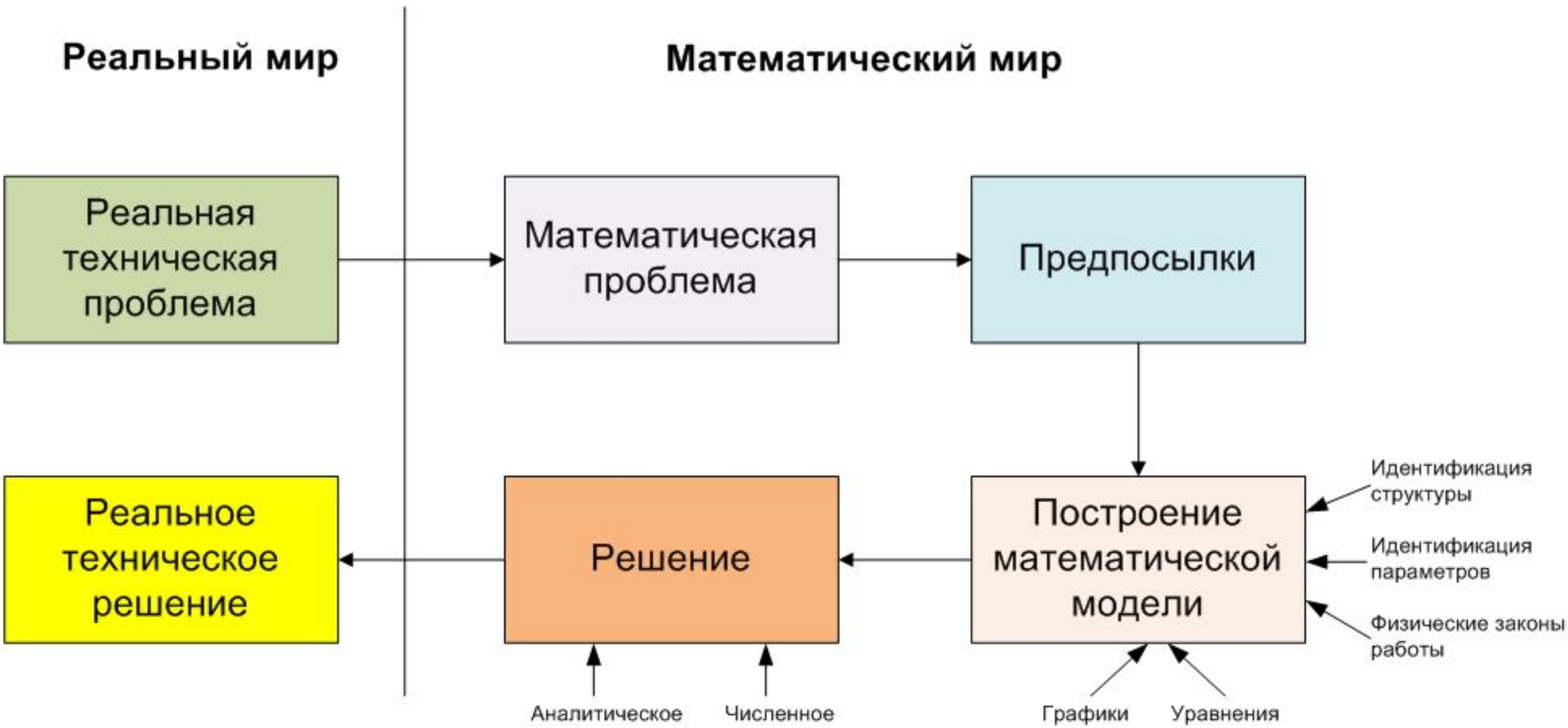
- Изучить структуру систем
- Выявить основные свойства систем
- Изучить принципы функционирования систем
- Прогнозировать последствия воздействия на системы
- Исследовать взаимодействия систем с окружающей средой
- Построить способы измерения параметров состояния систем

ЭКСПЕРИМЕНТЫ

- Огромное количество денег
- Много времени
- Опасно для жизни

МОДЕЛИРОВАНИЕ

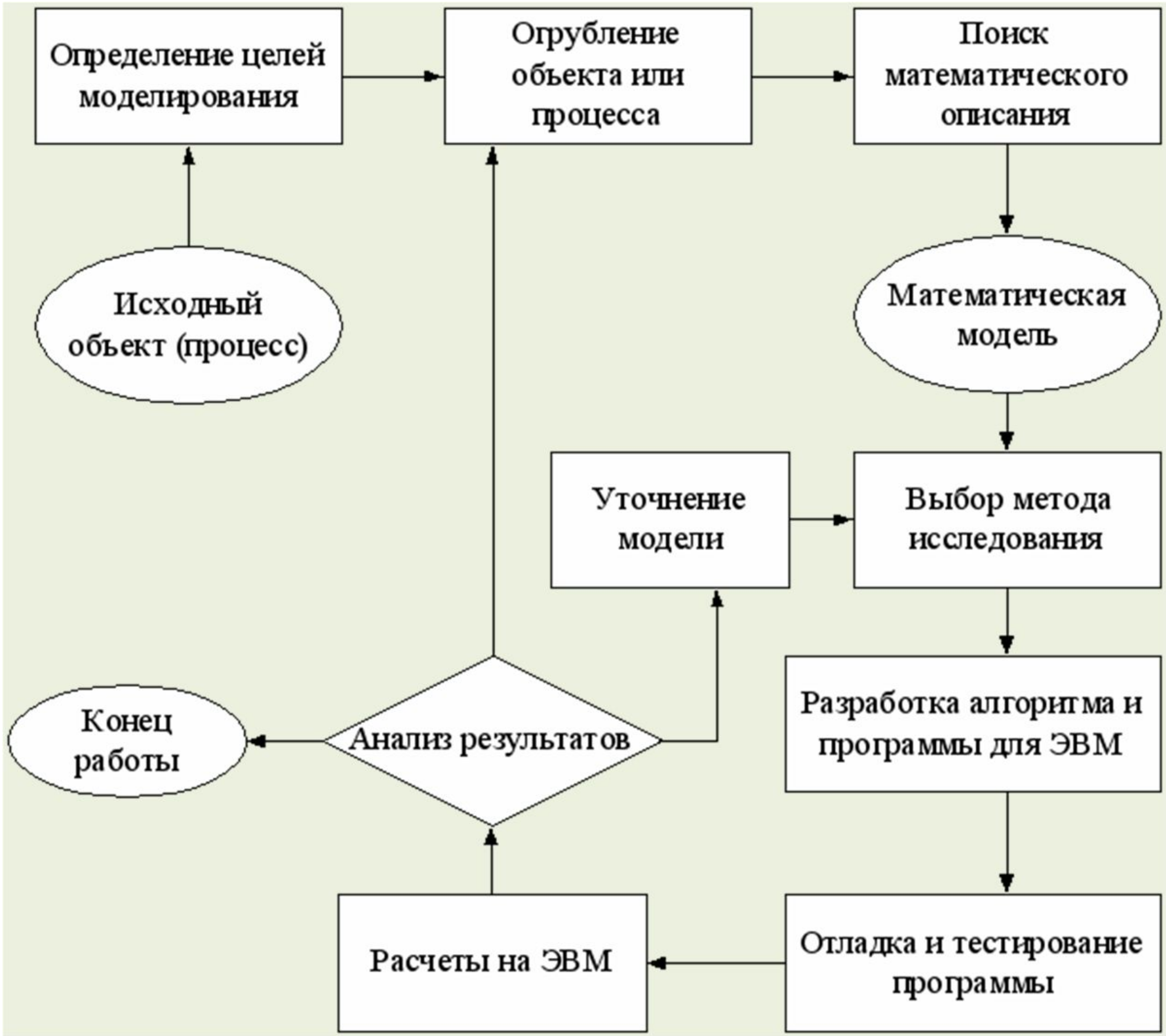
Общий подход математического моделирования



Примеры

- Проектирования ЛА – моделирование пространственного движения ЛА, моделирование работы двигателя …
- Проектирование инерциальной навигационной системы – моделирование работы инерциальных датчиков, моделирование работы алгоритмов навигации и ориентации …
- Проектирования приемника воздушного давления – моделирование обтекания потока воздухом ЛА

Общая схема математического моделирования



Математическая модель

- Математическое представление взаимосвязи между входными воздействиями и выходными координатами явлений и процессов
- Упрощенное описанием системы, в котором отражается лишь некоторое подмножество свойств и признаков реальной системы
- Для приборных систем основные задачи – это задачи достижения высоких точностных показателей и поэтому далее обсуждаются модели, связывающие сигналы входные как функции времени с выходными процессами в виде временных функций

Математическая модель

$$F\left[\underline{x}^{(n)}(t),\underline{x}^{(n-1)}(t),\ldots,\underline{x}(t),u^{(m)}(t),u^{(m-1)}(t),\ldots,u(t)\right]=0$$

x(t) - выходной сигнал (вектор размерности $\{n\}$)

u(t) - входной сигнал (вектор размерности $\{m\}$)

Типы входных сигналов

1. Детерминированные – сигналы, понаблюдав которые, мы можем выявить алгоритм предсказания значения процесса в последующие моменты времени с «малой» погрешностью.
2. Индетерминированные – сигналы, наблюдение которых не позволяет указать алгоритм прогноза их эволюции по времени с «малой» погрешностью.
3. Случайные процессы – процессы, о значениях величины которых в некоторый момент времени точно сказать не можем, но можем дать оценки некоторых закономерностей и эти закономерности позволяют многие технические задачи решать с необходимой точностью.

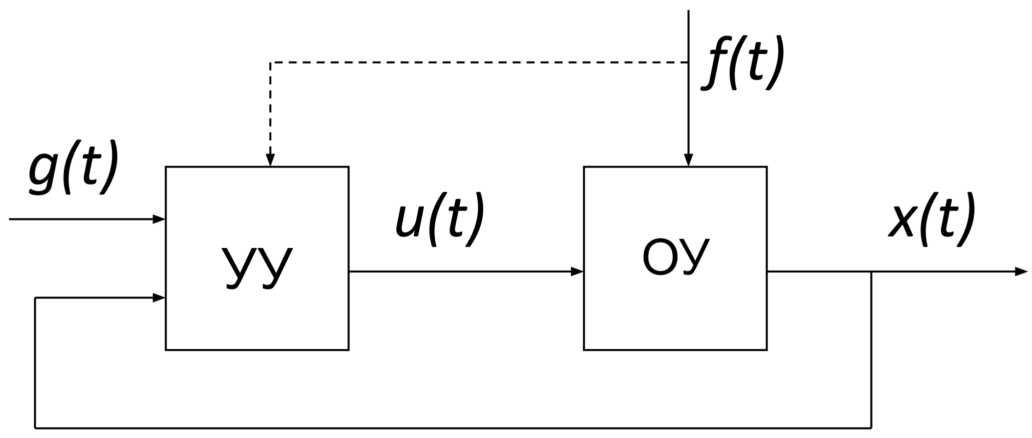
Типы модели

- Модели: непрерывные и дискретные по времени, сосредоточенные и распределенные, детерминированные или стохастические, линейные или нелинейные и т.д.
- Моделирование - численное интегрирование систем дифференциальных уравнений (программа в ЭВМ)

Способы построения ММ

- Разделение системы на подсистемы, «известные» на проведенных экспериментальных исследованиях
- Обработка входных и выходных данных систем (задача идентификации)

Математическое описание объектов управления

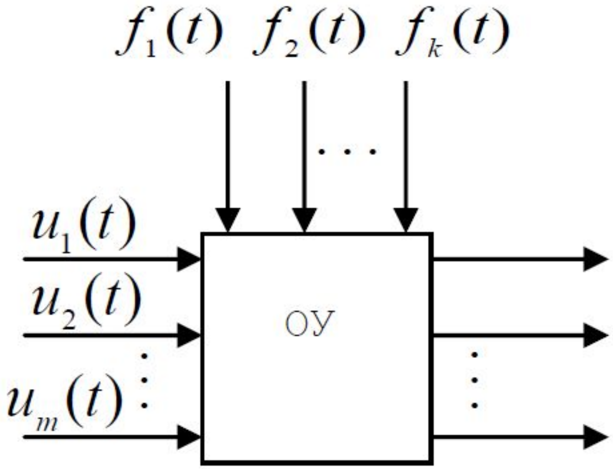


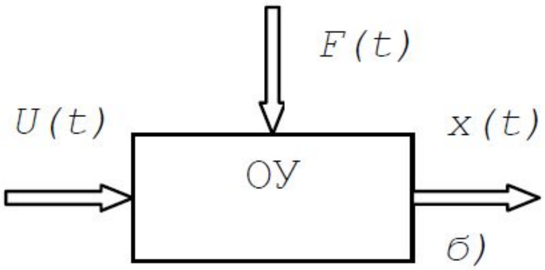
n управляемых процессов $x_1(t), x_2(t), .., x_n(t)$;

m входных воздействий (управлений) $u_1(t), u_2(t), .., u_m(t)$;

k внешних возмущений $f_1(t), f_2(t), \ldots, f_k(t)$

Математическое описание объектов управления





$$F_i\Big[x_i(t),\ \dot{x}_i(t),\ \ldots,\ x_i^{(n_i)}(t);\ u_1(t),\ \dot{u}_1(t),\ \ldots,\ u_1^{(m_1)}(t);$$

$$u_2(t), \dot{u}_2(t),\ \ldots,\ u_2^{(m_2)}(t);\ \ldots;\ u_m(t),\ \dot{u}_m(t),\ \ldots,\ u_m^{(m_m)}(t);$$

$$f_1(t),\ \dot{f}_1(t),\ \ldots,\ f_1^{(k_1)}(t);\ f_2(t),\ \dot{f}_2(t),\ \ldots,\ f_2^{(k_2)}(t);\ \ldots;\ f_k(t),$$

$$\dot{f}_k(t),\ \ldots,\ f_k^{(k_k)}(t)\Big] = 0,\ \ i = 1, 2, \ldots\ l.$$

Система Коши

$$\dot{y}_j(t) = \Phi_j[t, y_1(t), y_2(t), \ldots, y_n(t), u_1(t), u_2(t), \ldots, u_m(t), f_1(t), f_2(t), \ldots, f_k(t)], \quad j = \overline{1, n}.$$

Уравнения состояния

$$x_i = \Theta_i(y_1, y_2, \ldots, y_n;\ u_1, u_2, \ldots, u_m; f_1,\ f_2, \ldots, f_k);\ i = \overline{1, l}$$