

# Имитационное моделирование



Выполнила студетка 318гр.ТТИТ:  
Конакбаева Г.Д  
Проверила: Мукашева Н.А

**Компьютерное моделирование**

**Компьютерное моделирование**

**имитационное**

**математическое**



# Что это такое?

**Имитационное моделирование (симуляция)** – это распространенная разновидность аналогового моделирования, реализуемого с помощью набора математических средств, специальных компьютерных программ-симуляторов и особых IT, позволяющих создавать в памяти компьютера процессы-аналоги, с помощью которых можно провести целенаправленное исследование структуры и функций реальной системы в режиме ее «имитации», осуществить оптимизацию некоторых ее параметров.



# Что отражает модель?

Имитационная модель должна отражать логику и закономерности поведения моделируемого объекта во времени (временная динамика) и пространстве (пространственная динамика).

Имитационная модель создается:

- для управления сложными бизнес-процессами, чтобы определить их характерные особенности;
- при проведении экспериментов над объектами в экстренных ситуациях, связанных с рисками, в случаях, когда натуральное моделирование нежелательно или невозможно.

# Типовые примеры имитационных моделей

- Управление размещением предприятий, оказывающих однородные услуги;
- Управление процессом реализации инвестиционного проекта на различных этапах его жизненного цикла с учетом возможных рисков;
- Прогнозирование финансовых результатов деятельности предприятия;
- Моделирование процессов логистики для определения временных и стоимостных параметров;

- Бизнес-реинжиниринг несостоятельного предприятия (изменение структуры и ресурсов);
- Анализ работы автотранспортных предприятий;
- Моделирование обслуживания клиентов предприятиями сферы услуг;
- Модели работы информационных систем и сложных вычислительных систем (аналоги с устройствами обслуживания клиентов);
- И т.д.

# Программное обеспечение

Особенные характеристики программного обеспечения имитационного моделирования:

- Способность моделирования и отслеживание в общем модельном времени различных потоков (материальных, информационных, денежных и пр.);
- Возможность уточнения параметров и ведения экстремального эксперимента.

# Виды программного обеспечения

- Пакет программ Microsoft Office (особенно, Excel) часто используют для проведения расчетов имитационной модели;
- Система GPSS (General Purpose Simulation System) (1967 г) используется в основном для моделирования систем массового обслуживания;
- Специальные современные имитационные пакеты, реализующие разные подходы к моделированию и имеющие средства визуализации (например, Any Logic).



# Источники имитационного моделирования

Имитационное моделирование возникло для поддержки решения и исследования задач массового обслуживания (задачи об очередях).

Цель исследования очередей – **оптимизация издержек**:

- Что выгоднее, принять на работу несколько сотрудников, чтобы уменьшить время ожидания клиентов в очереди, либо сэкономить на заработной плате сотрудников, уменьшив их количество.

# Система массового обслуживания

В системе массового обслуживания каждая заявка проходит несколько этапов:

- 1) появление заявки на входе в систему;
- 2) ожидание в очереди;
- 3) процесс обслуживания, после которого заявка покидает систему.

Первый и третий этап характеризуются случайными величинами.

# Появление заявок

Обычно заявки появляются в заданном темпе (например, два клиента в час или четыре грузовика в минуту). В этом случае для его характеристики используют дискретное распределение Пуассона:

$$p(x) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^x}{x!} \text{ для } x = 0, 1, \dots,$$

где  $p(x)$  — вероятность поступления  $x$  заявок в единицу времени;

$x$  — число заявок в единицу времени;

$\lambda$  — среднее число заявок в единицу времени (темп поступления заявок);

# Характеристики очереди

При моделировании очереди нужно учесть:

- Длину очереди;
- Правило обслуживания (например, FIFO, или очередь с приоритетами);
- В более сложных случаях, можно моделировать извлечение заявки из очереди без обслуживания, когда время ожидания превысило определенный уровень.

# Обслуживание заявок

Конфигурация системы обслуживания:

- Одноканальная или многоканальная система обслуживания;
- Однофазное или многофазная система обслуживания;
- Случайное или детерминированное время обслуживания.

Если время обслуживания является случайной величиной, часто оно подчиняется экспоненциальному закону распределения:

- $F(t) = P(\tau < t) = 1 - e^{-t\mu}$ , где  $P(\tau < t)$  — вероятность того, что фактическое время  $\tau$  обслуживания заявки не превысит заданной величины  $t$ ;
- $\mu$  — среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени.

# Модели массового обслуживания

- **Модель А** — модель одноканальной системы массового обслуживания с пуассоновским входным потоком заявок и экспоненциальным временем обслуживания.
- **Модель В** — многоканальная система обслуживания. В многоканальной системе для обслуживания открыты два канала или более. Предполагается, что клиенты ожидают в общей очереди и обращаются в первый освободившийся канал обслуживания;
- **Модель С** — модель с постоянным временем обслуживания;
- **Модель D** — модель с ограниченной популяцией;
- **Модель E** — модель с ограниченной очередью. Модель отличается от предыдущих тем, что число мест в очереди ограничено. В этом случае заявка, прибывшая в систему, когда все каналы и места в очереди заняты, покидает систему необслуженной, т.е. получает отказ.

# Модель массового обслуживания

Смоделируем работу парикмахерской в терминах модели массового обслуживания.

- Имеется обслуживающее устройство – парикмахер;
- Имеется механизм формирования очереди – комната ожидания;
- Имеется генератор заявок – клиенты, которые приходят в парикмахерскую.

# Проведение аналогового эксперимента

- ◆ Основные показатели, от которых зависит работа модели, определяются случайными характеристиками:
  - ◆ Время прихода следующего клиента;
  - ◆ Время обслуживания клиента парикмахером.
- ◆ Основные показатели эффективности модели:
  - ◆ Количество клиентов в очереди;
  - ◆ Среднее время и отклонение ожидания клиента в очереди;
  - ◆ Среднее время и отклонение простоя обслуживающего устройства (парикмахера);
  - ◆ Количество обслуженных клиентов за день;
  - ◆ и т.д.



# Алгоритм симуляции дискретных процессов

Симулятор работает следующим образом:

## 1. Продвижение объектов.

По всем узлам модели ищется объект с нулевым временем и осуществляется ее продвижение на следующие узлы модели до одного из случаев:

- Объект попадает во времяемкий процесс – его время меняется исходя из задержки процесса (например, обслуживание клиента);
- Объект попал в очередь – очередь не пуста, или очередь пуста, но обслуживающий узел недоступен.

После продвижения очередного объекта, ищется следующий объект с нулевым временем.





# Подходы к моделированию

- Агентное моделирование (моделирование поведения покупателя на рынке определенных товаров);
- Модели системной динамики (основанные на моделировании потоков и переходов объектов в различные состояния);
- Дискретно-событийные модели (системы массового обслуживания);
- Модели пространственной динамики (пешеходные модели).