

С помощью моделирования исследуют поведение **сложных систем**.

Понятие "сложность" является субъективным, однако можно указать пять признаков "сложности" такого класса систем:

- наличие большого количества взаимосвязанных и взаимодействующих элементов;
- сложность функций, выполняемой системой;
- возможность разбиения системы на подсистемы;
- наличие управления, разветвленной информационной сети и интенсивных потоков информации;
- наличие взаимодействия с внешней средой и функционирование в условиях воздействия случайных факторов.

Создание и эксплуатация сложных систем (например, производства) требует знаний о количественных и качественных закономерностях такой системы.

Общесистемные вопросы включают:

- Определение структуры;
- Организация взаимосвязей внутри системы;
- Настройка взаимодействий с внешней средой;
- Оптимальное управление всеми компонентами.

Это задачи *системного анализа* и *системного моделирования*.

## Примеры сложных систем

- Компьютерные системы (организация вычислений, телекоммуникации, большие хранилища данных)
- Экономические системы (корпорации, предприятия, медицина)
- Транспортные системы (дорожный трафик, перевозки, склады)
- Экосистемы (экология, популяции, эпидемии)
- Социальные системы (соц.сети, группы людей, информация)



***Системный подход*** основывается на признании того, что система не просто сумма компонентов.

Даже если каждый элемент имеет оптимальные характеристики, то результирующее поведение системы в целом **не обязательно** оптимально.

**Структура системы** – устойчивая во времени совокупность функций и взаимосвязей.

Задача управления представляет собой процессы сбора, передачи и обработки информации, связанной с системой, как внутренней, так и внешней, и реализации воздействий на систему.

### *Классификация основных видов моделирования:*

концептуальное моделирование — представление системы с помощью специальных знаков, символов, операций над ними или с помощью естественных или искусственных языков;

физическое моделирование — моделируемый объект или процесс воспроизводится исходя из соотношения подобия, вытекающего из схожести физических явлений;

структурно-функциональные модели — это схемы (блок-схемы), графики, диаграммы, таблицы, рисунки со специальными правилами их объединения и преобразования;

математическое (логико-математическое) моделирование — построение модели осуществляется средствами математики и логики;

имитационное (программное) моделирование — при котором логико-математическая модель исследуемой системы представляет собой алгоритм функционирования системы, программно-реализуемый на компьютере.

Указанные виды моделирования могут применяться самостоятельно или в некоторой комбинации

Методологической основой имитационного моделирования является ***системный анализ***.

Отдельные элементы, процессы в имитационной модели могут описываться сложными интегральными, дифференциальными и другими уравнениями, реализуются с помощью традиционных вычислительных процедур.

Аппарат имитационного моделирования включает все средства аналитического моделирования на этапе идентификации имитационной модели.

Имитационное моделирование включает в себя идеи и приемы статистического моделирования.

Большое место аналитическим методам отводится и в стратегическом планировании вычислительного эксперимента и при обработке его результатов.

Метод имитационного моделирования - экспериментальный метод исследования реальной системы по ее имитационной модели, который сочетает особенности экспериментального подхода и специфические условия использования компьютерной техники.



## Типы математических моделей

Есть *детерминированные* и *вероятностные* модели:

- в детерминированной полагают постоянство входных параметров процесса;
- в вероятностной учитывают неопределенность параметров в некоторых пределах , например:
  - Время обработки
  - Время ожидания
  - Частота поломок
  - Время ремонта
  - Время прихода клиента
  - Количество клиентов в день

## Зачем надо «моделировать»?

- Получение знаний о поведении систем
- Изучение вариантов изменений
- Проверка новых структур или правил взаимодействия
- Определение требований к компонентам систем
- Обучение и тестирование
- Демонстрация возможностей (анимация)



Имитационные модели позволяют проводить экстремальные эксперименты в тех случаях, когда натурные эксперименты невозможны, а аналитические модели неприменимы .

### Методика моделирования

- Определение целей моделирования
- Построение концептуальной модели
  - Разработка алгоритма модели
  - Реализация и тестирование модели
- Планирование экспериментов с моделью
- Проведение экспериментов и сбор статистики
  - Обработка и анализ данных эксперимента
- Интерпретация результатов и принятие решений

Сущность метода статистических испытаний (метод Монте-Карло):

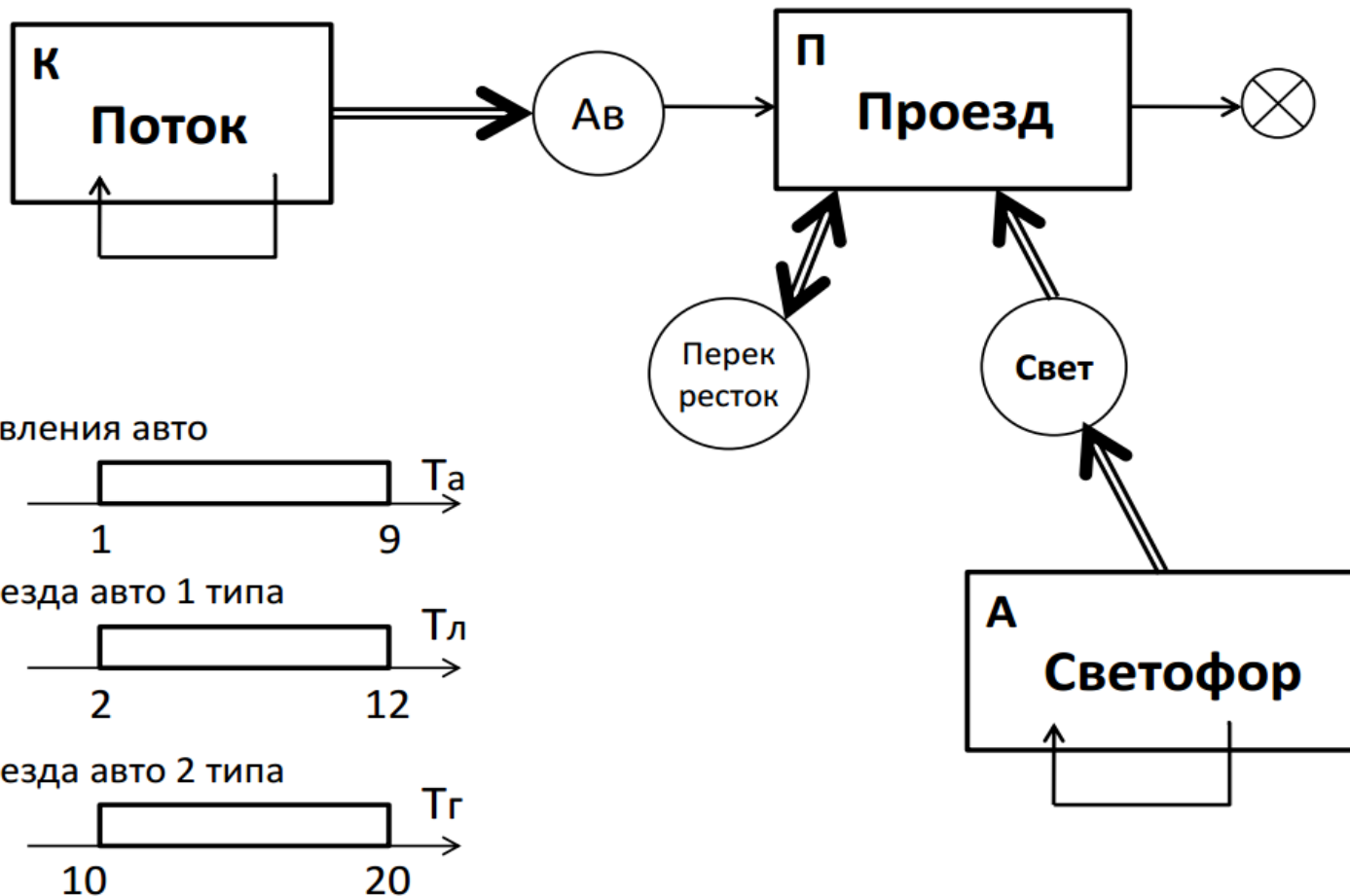
Производится «розыгрыш» — моделирование случайного явления в модели с помощью некоторой вычислительной процедуры, дающей случайный результат.

Розыгрыш проводится много раз для сбора статистического результата — множества реализаций случайного явления.

Проводится статистический анализ результатов методами математической статистики.

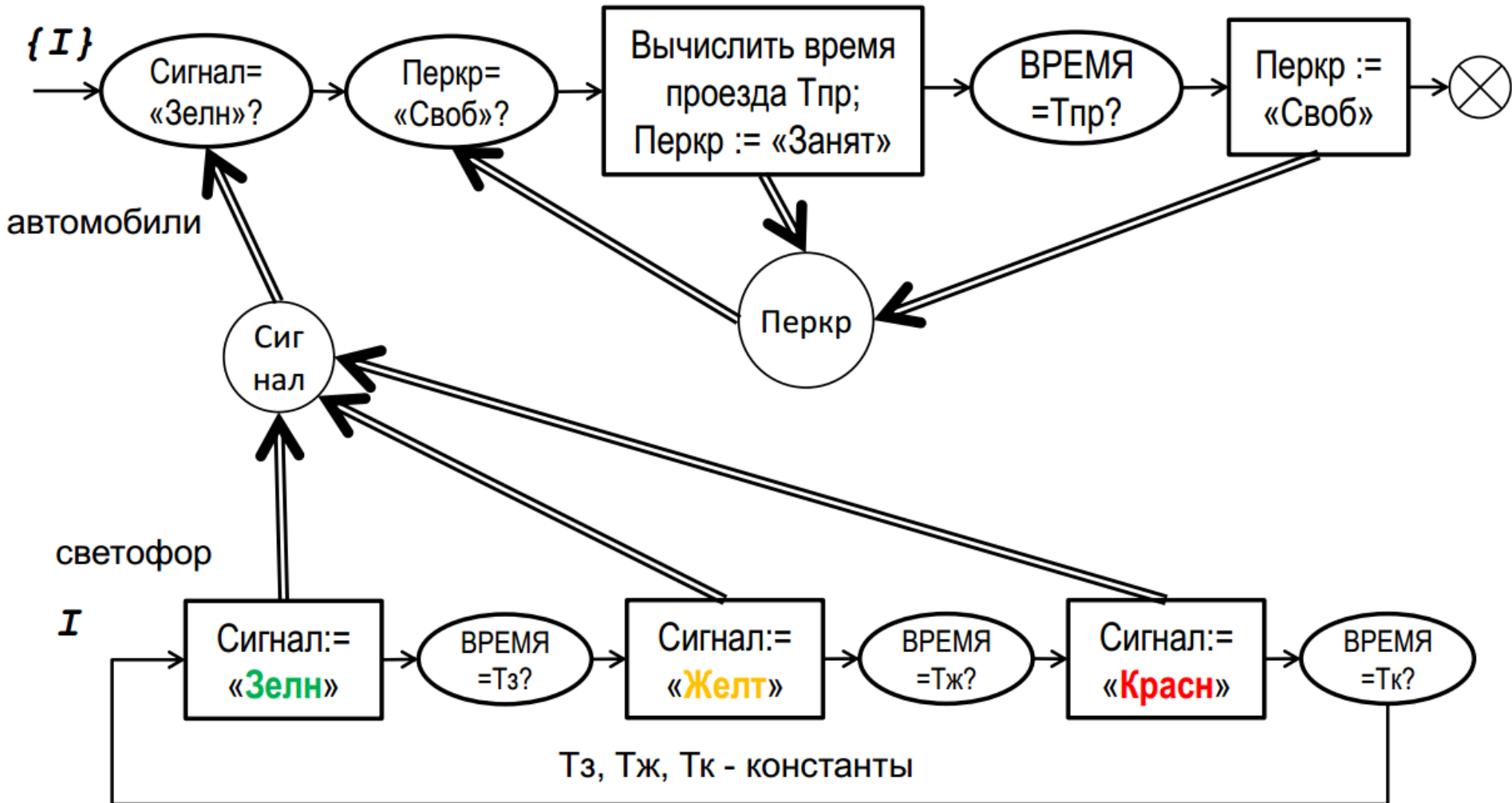
Статистическая обработка позволяет получить сведения о поведении реального объекта (процесса) в произвольные моменты времени.

## Блочная схема модели процесса проезда на перекрестке





# Операторно-параметрическая схема описания процесса проезда на перекрестке (1)



## Операторно-параметрическая схема описания процесса проезда на перекрестке (2)

