

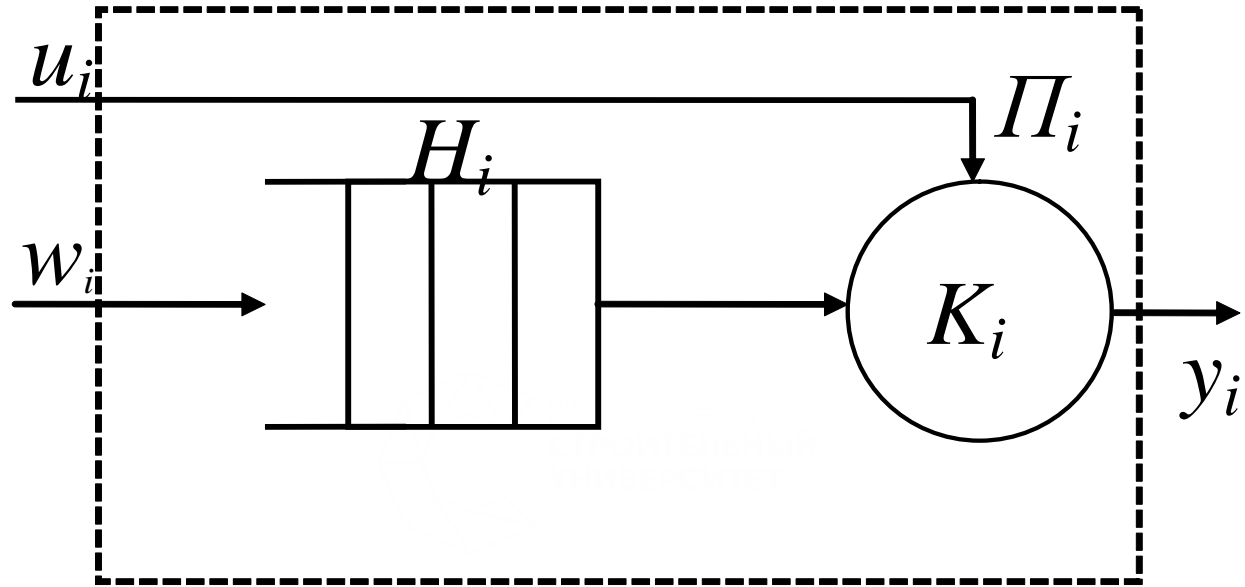
Непрерывно-стохастические модели

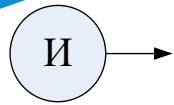


НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Q-схемы

Схема прибора СМО

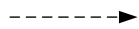




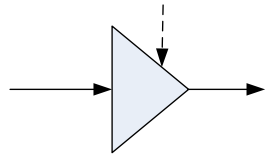
Источник



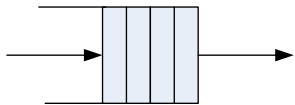
Материальные потоки (движения транзактов)



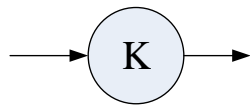
Информационные потоки (управляющие сигналы)



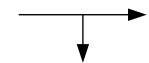
Клапан



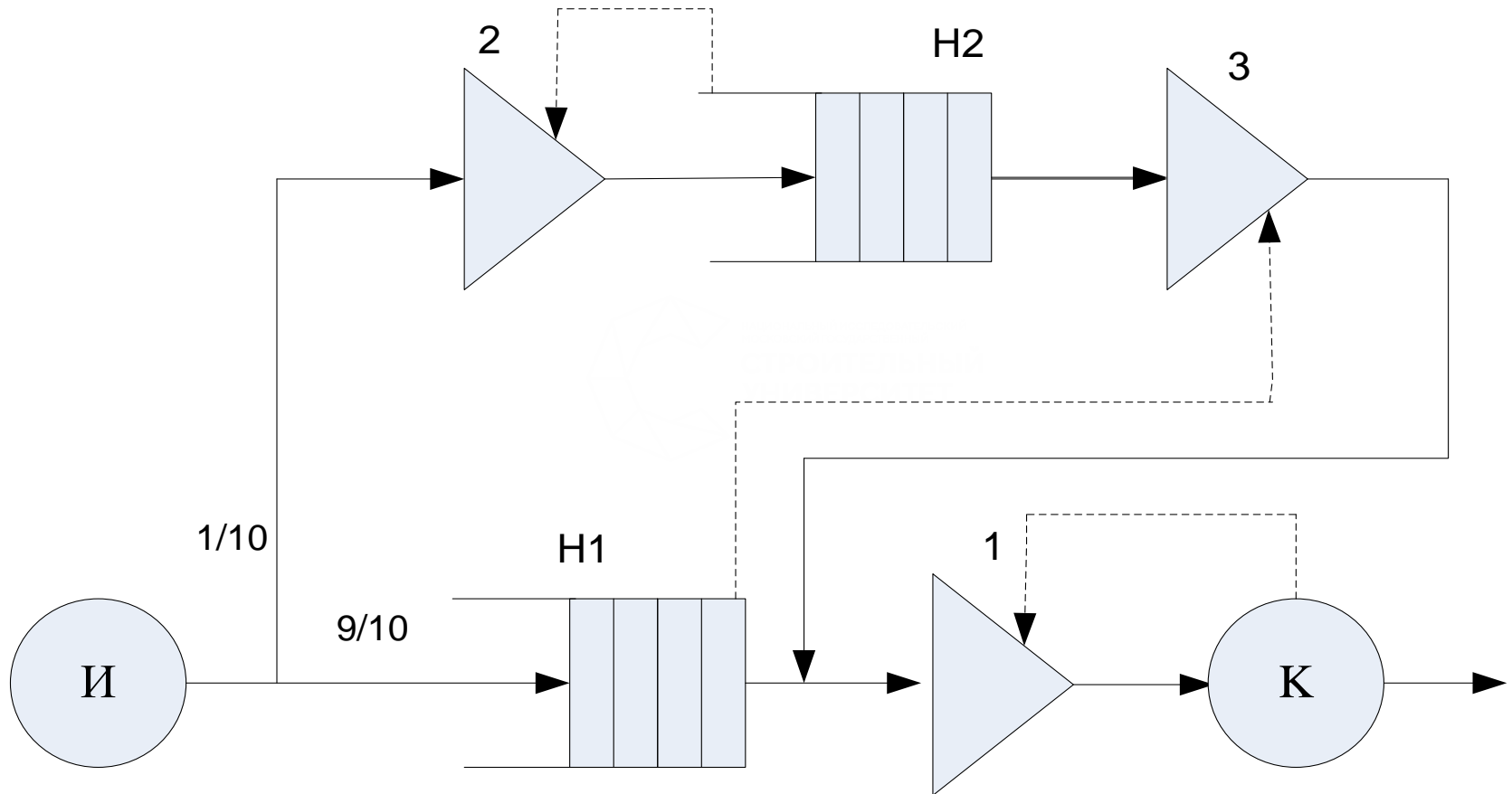
Накопитель



Канал



Узел – правило, в соответствии с которым направляются транзакты



Система передачи данных обеспечивает передачу пакетов данных из пункта *A* в пункт *C* через транзитный пункт *B*. В пункт *A* пакеты поступают через 10 ± 5 мс. Здесь они буферизируются в накопителе емкостью 20 пакетов и передаются по любой из двух линий *AB1* — за время 20 мс или *AB2* -- за время 20 ± 5 . В пункте *B* они снова буферизируются в накопителе емкостью 25 пакетов и далее передаются по линиям *BC1* (за 25 ± 3 мс) и *BC2* (за 25 мс). Причем пакеты из *AB1* поступают в *BC1*, а из *AB2* — в *BC2*. Чтобы не было переполнения накопителя, в пункте *B* вводится пороговое значение его емкости - - 20 пакетов. При достижении очередью порогового значения происходит подключение резервной аппаратуры и время передачи снижается для линий *BC1* и *BC2* до 15 мс.

$$z_i = (z_i^H, z_i^K)$$

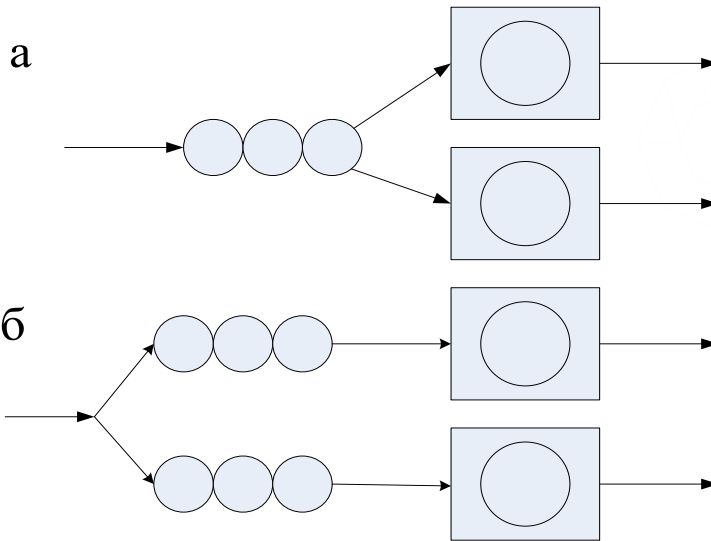


Схема параллельного соединения каналов обслуживания:

а – с общей очередью; б – с отдельными очередями

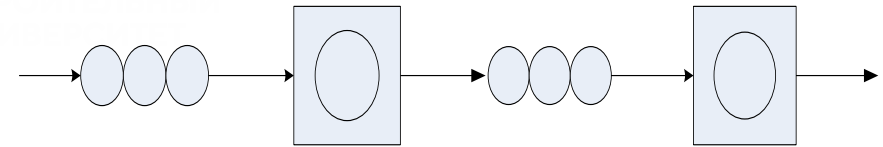
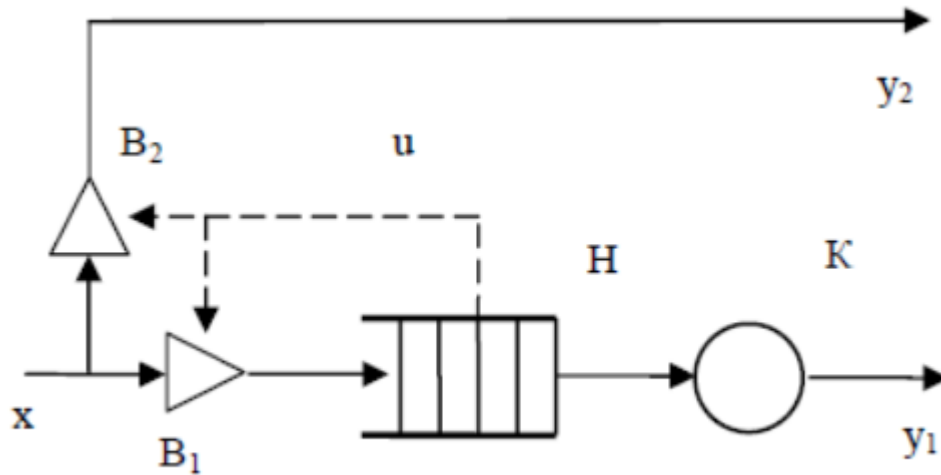


Схема последовательного соединения каналов обслуживания

Собственные (внутренние) параметры $H Q$ -схемы включают:

- количество фаз L_Φ ;
- количество каналов в каждой фазе L_{Kj}
- количество накопителей каждой фазы L_{Hk}
- ёмкость i -го накопителя L_i^H



$$Q = \langle W, U, Y, H, Z, R, A \rangle$$

W – множество входящих потоков;

U – множество потоков обслуживания;

Y – множество выходных потоков;

H – множество собственных параметров системы;

Z – множество состояний системы;

R – оператор сопряжения элементов в системе;

A – оператор алгоритмов обслуживания заявок.

Основные этапы моделирования систем:

- 1) построение концептуальной (описательной) модели системы и ее формализация;
- 2) алгоритмизация модели и ее компьютерная реализация;
- 3) получение и интерпретация результатов моделирования.

Основное назначение этапа – переход от содержательного описания объекта к его математической модели – процесс формализации.

Построение модели функционирования системы по блочному принципу.

Могут быть выделены три автономные группы блоков такой модели:

- ❑ блоки первой группы – имитация воздействий внешней среды на систему;
- ❑ блоки второй группы – собственно модель процесса функционирования исследуемой системы;
- ❑ блоки третьей группы – вспомогательные, служат для машинной реализации блоков двух первых групп, а также для фиксации и обработки результатов моделирования.

Назначение этапа – переход от математической модели, сформированной на первом этапе, к конкретной машинной модели M_m процесса функционирования системы.

Принципы построения моделирующих алгоритмов.

Процесс функционирования системы – последовательная смена ее состояний

$$\vec{z} = (z_1(t), z_2(t), \dots, z_k(t))$$

в k -мерном фазовом пространстве.

Задача моделирования – построение функций $z_1(t), z_2(t), \dots, z_k(t)$, на основе которых можно определить интересующие характеристики процесса функционирования системы

1. Принцип Δt .

- Детерминированная система (случайные факторы отсутствуют).

$$\vec{z} = \Phi(\vec{z}^0, \vec{x}, t)$$

Организуем счетчик системного времени.

В начальный момент $t = t_0$, $z_i(t_0) = z_i^0$, $i = 1, 2, \dots, k$.

Прибавим интервал времени Δt , получим $t_1 = t_0 + \Delta t$.

В соответствии с соотношениями мат. модели, найдем $z_i(t_0 + \Delta t)$.

Далее $t_2 = t_1 + \Delta t$ и т. д.

Если шаг Δt достаточно мал, то можно получить приближенные значения $z_i(t)$.

$$\vec{z} = \Phi(\vec{z}^0, \vec{x}, \vec{v}, \vec{h}, t)$$

- Стохастическая система.

Соотношения мат. модели определяют лишь распределение вероятностей величин $\mathbf{z}_i(\mathbf{t} + \Delta \mathbf{t})$ в момент времени $\mathbf{t} + \Delta \mathbf{t}$.

Начальные условия \mathbf{z}_i^0 также могут быть случайными, задаваемыми некоторым распределением вероятностей.

Структура моделирующего алгоритма в основном та же.

Отличие:

вместо состояния $\mathbf{z}(\mathbf{t} + \Delta \mathbf{t})$ теперь нужно вычислять распределение вероятностей для возможных состояний;

на каждом шаге (включая $\mathbf{t} = \mathbf{t}_0$) в соответствии с вычисленным (заданным) распределением вероятностей по жребию выбирается одно из возможных состояний $\mathbf{z}_i(\mathbf{t})$.

2. Принцип особых состояний.

При рассмотрении некоторых сложных систем – неравноправность состояний системы в заданном интервале времени.

Два типа состояний:

- *обычные (неособые)* состояния, в которых система находится почти все время;
- *особые* состояния, характерные для системы в изолированные моменты времени (поступления в систему входных сигналов, выхода одной из координат $z_i(t)$ на границу области существования и т. д.).

Для особых состояний характерно:

- координаты $z_i(t)$ в эти моменты времени изменяются, как правило, скачком;
- между особыми состояниями – изменение координат непрерывно.

Формы представления моделирующих алгоритмов.

Удобная форма представления логической структуры моделей процессов функционирования систем и машинных программ – *схема*.

- *Обобщенная (укрупненная)* схема моделирующего алгоритма задает общий порядок действий при моделировании системы без каких-либо уточняющих деталей.

Показывает, что нужно выполнить на очередном шаге моделирования (например, обратиться к датчику случайных чисел).
- *Детальная* схема моделирующего алгоритма содержит уточнения, отсутствующие в обобщенной схеме.

Показывает не только, **что** следует выполнить на очередном шаге моделирования, но и **как** это выполнить.
- *Логическая* схема моделирующего алгоритма представляет собой логическую структуру модели процесса функционирования системы.

Показывает упорядоченную во времени последовательность логических операций, связанных с решением задачи моделирования.
- *Схема программы* отображает порядок программной реализации моделирующего алгоритма с использованием конкретного математического обеспечения.

Представляет собой интерпретацию логической схемы моделирующего алгоритма разработчиком программы на базе конкретного алгоритмического языка.

На этом этапе ЭВМ используется для проведения рабочих расчетов по составленной и отлаженной программе.

Результаты расчетов



выводы о характеристиках процесса функционирования моделируемой системы.

Основные подэтапы третьего этапа.

3.1 Планирование машинного эксперимента с моделью системы.

Перед выполнением рабочих расчетов на ЭВМ – план проведения эксперимента с указанием комбинаций переменных и параметров, для которых должно проводиться моделирование.

Цель планирования – получение в итоге максимального объема информации об объекте моделирования при минимальных затратах машинных ресурсов.

3.2 Определение требований к вычислительным средствам.

- Составление графика работы на одной или нескольких ЭВМ;
- указание внешних устройств ЭВМ, которые потребуются при моделировании.

Оценка возможности использования конкретной модели ЭВМ или локальной вычислительной сети.

3.3 Проведение рабочих расчетов.

Включает в себя:

- подготовку наборов исходных данных для ввода в ЭВМ;
- проверку данных, подготовленных для ввода;
- проведение расчетов на ЭВМ;
- получение выходных данных (результатов моделирования).

Два этапа:

- ❑ контрольные расчеты – для проверки машинной модели M_m и определения чувствительности результатов к изменению исходных данных;
- ❑ рабочие расчеты.

3.4 *Анализ результатов моделирования системы.*

Вывод только результатов, необходимых для дальнейшего анализа.

Наиболее полное использование возможностей ЭВМ с точки зрения обработки результатов моделирования.

3.5 *Представление результатов моделирования.*


- Таблицы,
- графики,
- диаграммы,
- схемы и т. п.

3.6 Интерпретация результатов моделирования.

Основное содержание подэтапа – переход от информации, полученной в результате машинного эксперимента с моделью, к информации применительно к объекту моделирования.

3.7 Подведение итогов моделирования и выдача рекомендаций.

- Отметить главные особенности полученных результатов (в соответствии с планом эксперимента),
- провести проверку гипотез и предположений,
- сделать выводы на основании этих результатов.



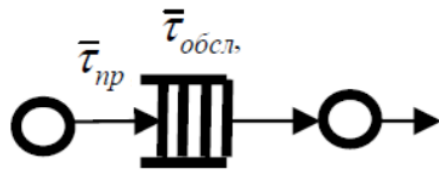
Рекомендации по практическому использованию результатов моделирования (например на этапе проектирования системы).

3.8 Составление технической документации по третьему этапу.

- ❑ План проведения машинного эксперимента;
- ❑ наборы исходных данных для моделирования;
- ❑ результаты моделирования системы;
- ❑ анализ и оценка результатов моделирования;
- ❑ выводы по полученным результатам моделирования;
- ❑ указание путей дальнейшего совершенствования машинной модели и возможных областей ее приложения.

Полный комплект документации по моделированию конкретной системы на ЭВМ должен содержать техническую документацию по каждому из трех рассмотренных этапов.

$$\tau = \bar{\tau} - B + \mathit{random}(2 * B + 1) \quad [\bar{\tau} - B, \bar{\tau} + B] \quad t_{i+1} = t_i + \tau$$



Основное событие	Вспомогательные события и сопутствующие вычисления	Основное событие	Вспомогательные события и сопутствующие вычисления
Приход заявки	1. Канал свободен? Да а. Канал перевести в состояние «занято»; б. Рассчитать $\tau_{обсл}$ для заявки, занявшей канал Нет а. Заявка занимает очередь (длина очереди увеличивается на 1);		б. Уменьшить время $\tau_{обсл} = \tau_{обсл} - \Delta t$ для заявки, обслуживаемой в канале 2. Вычислить время прихода в модель следующей заявки τ_{np}
		Конец обслуживания заявки в канале	1. Очередь пуста? Да Канал перевести в состояние «свободно» Нет а. Заявка занимает канал (длина очереди уменьшается на 1); б. Рассчитать $\tau_{обсл}$ для заявки, занявшей канал 2. Уменьшить время $\tau_{np} = \tau_{np} - \Delta t$ для заявки, ожидающей прибытия в модель
		Завершение моделирования	Вывод накопленной статистики

Основное событие	Вспомогательные события и сопутствующие вычисления
Приход заявки в модель	<ol style="list-style-type: none"> Канал K_1 свободен? Да <ol style="list-style-type: none"> Канал K_1 перевести в состояние «занято»; Рассчитать $\tau_{обсл1}$ для заявки, занявшей канал Нет <ol style="list-style-type: none"> Заявка занимает очередь H_1 (длина очереди увеличивается на 1); Уменьшить время $\tau_{обсл1} = \tau_{обсл1} - \Delta t$ для заявки, обслуживаемой в канале K_1 Уменьшить время $\tau_{обсл2} = \tau_{обсл2} - \Delta t$ для заявки, обслуживаемой в канале K_2 Вычислить время прихода в модель следующей заявки $\tau_{пр}$
Конец обслуживания заявки в канале K_1	<ol style="list-style-type: none"> Очередь H_1 пуста? Да Канал K_1 перевести в состояние «свободно» Нет <ol style="list-style-type: none"> Заявка покидает очередь H_1 и занимает канал K_1 (длина очереди H_1 уменьшается на 1); Рассчитать $\tau_{обсл1}$ для заявки, занявшей канал; Уменьшить время $\tau_{пр} = \tau_{пр} - \Delta t$ для заявки, ожидающей прибытия в модель;

Основное событие	Вспомогательные события и сопутствующие вычисления
	<ol style="list-style-type: none"> Канал K_2 свободен? Да <ol style="list-style-type: none"> Канал K_2 перевести в состояние «занято»; Рассчитать $\tau_{обсл2}$ для заявки, занявшей канал Нет <ol style="list-style-type: none"> Заявка занимает очередь H_2 (длина очереди увеличивается на 1); Уменьшить время $\tau_{обсл2} = \tau_{обсл2} - \Delta t$ для заявки, обслуживаемой в канале K_2
Конец обслуживания заявки в канале K_2	<ol style="list-style-type: none"> Очередь H_2 пуста? Да Канал K_2 перевести в состояние «свободно» Нет <ol style="list-style-type: none"> Заявка покидает очередь H_2 и занимает канал K_2 (длина очереди H_2 уменьшается на 1); Рассчитать $\tau_{обсл2}$ для заявки, занявшей канал K_2 Уменьшить время $\tau_{пр} = \tau_{пр} - \Delta t$ для заявки, ожидающей прибытия в модель Уменьшить время $\tau_{обсл1} = \tau_{обсл1} - \Delta t$ для заявки, обслуживаемой в канале K_1
Завершение моделирования	Вывод накопленной статистики

