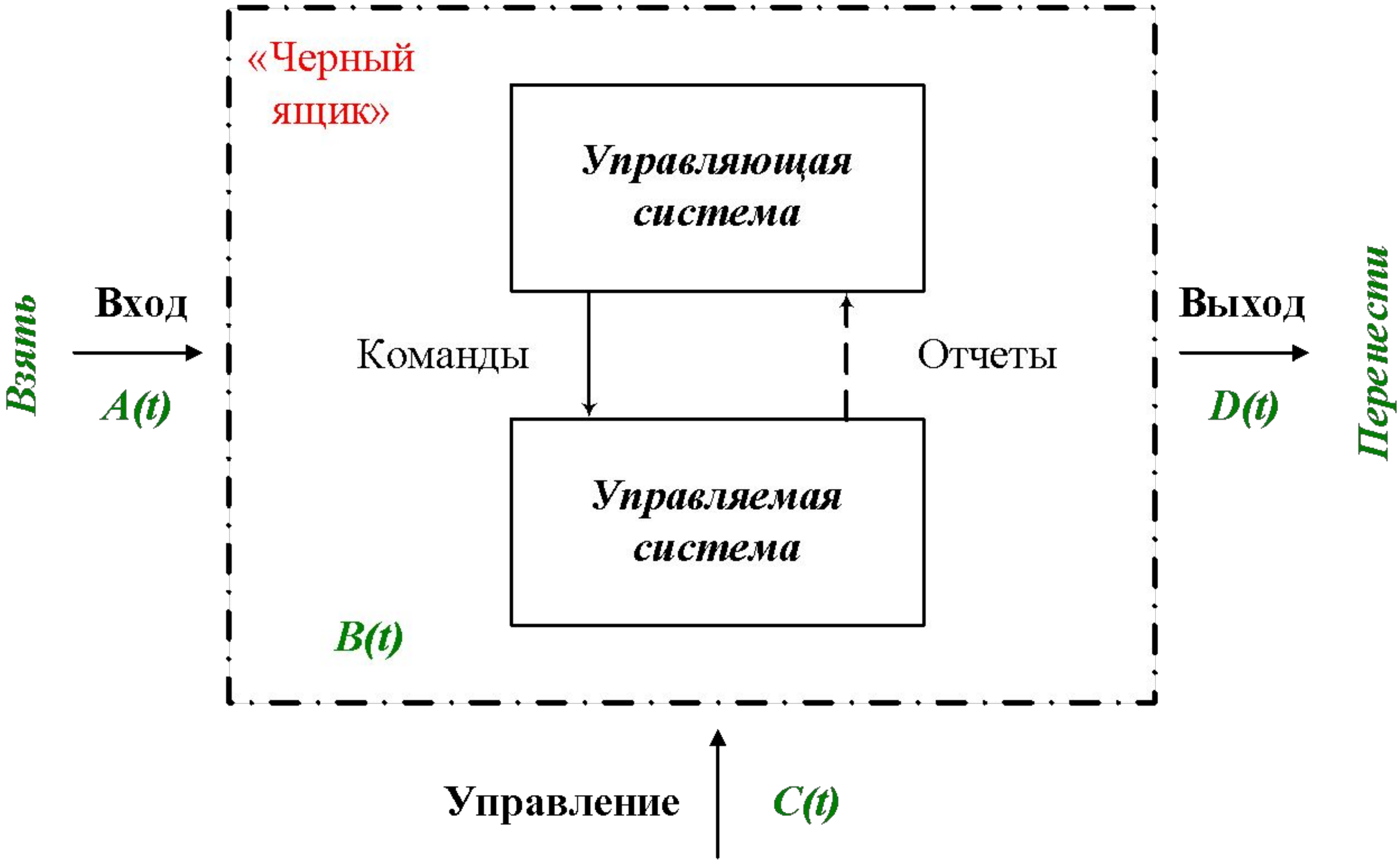
Теория Телетрафика в мультисервисных сетях

Лекция №2
«Потоки Вызовов. Классификация моделей.»

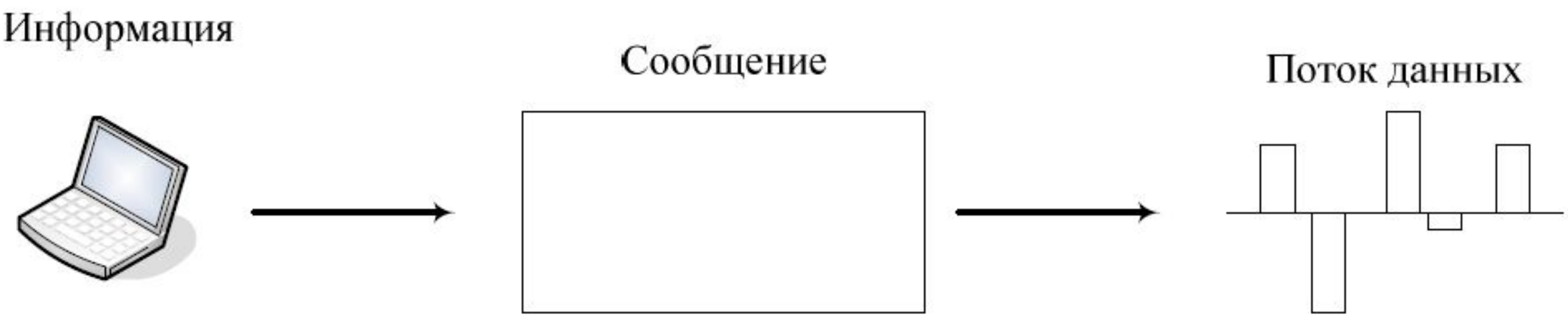
доцент, к.т.н. Елагин В.С.

Большая и сложная система



Основные понятия

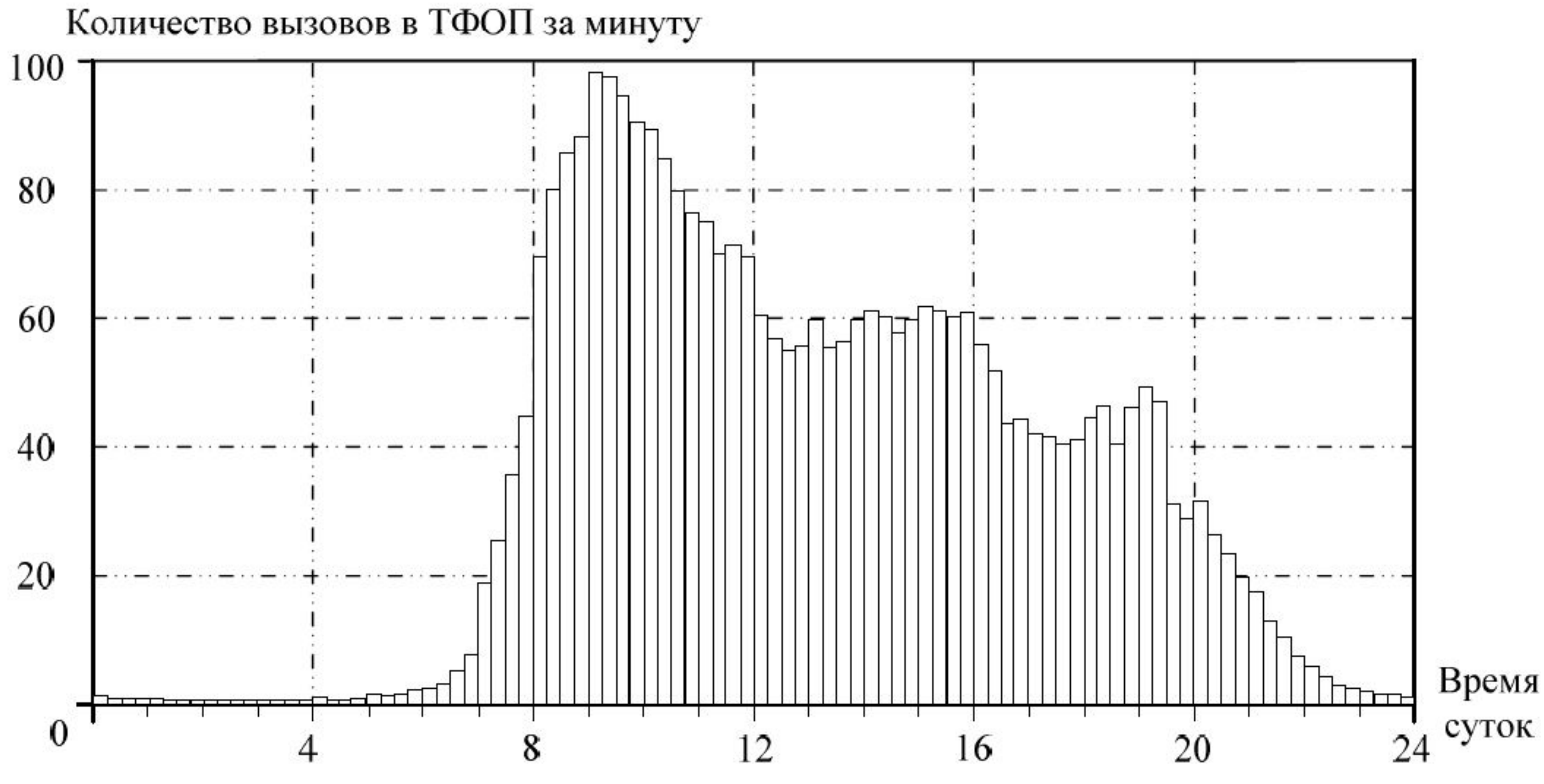
С точки зрения инфокоммуникационной системы (связь плюс информация) процесс обмена информацией может быть представлен следующей схемой. Объем передаваемых (принимаемых) данных может быть больше или меньше объема сообщения. Один из характерных примеров – сжатие изображений.



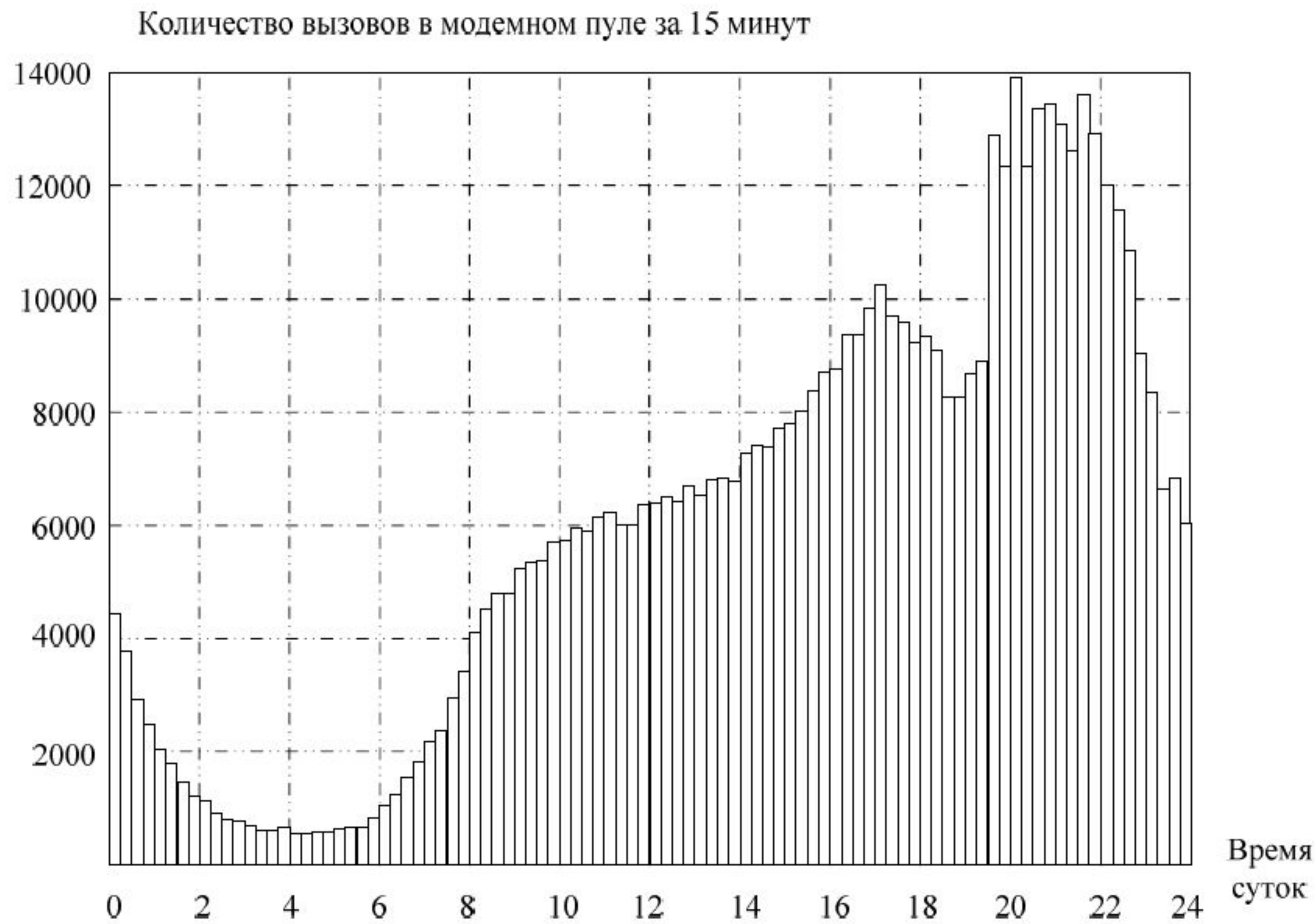
Информация, сообщения и поток данных

Потоки заявок

Процесс поступления заявок обычно является случайным. Длительность обслуживания заявок в большинстве случаев также будет случайной величиной.



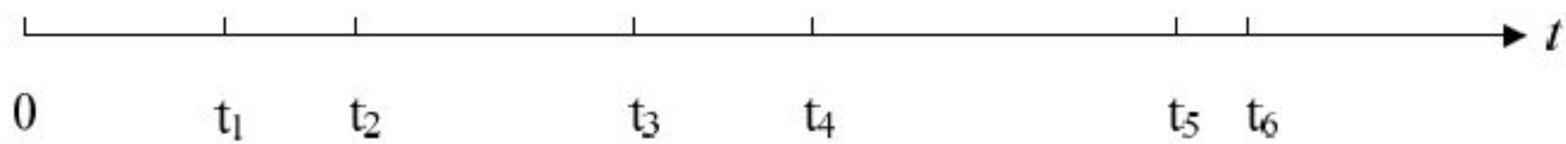
Потоки заявок



Потоки заявок

Поток заявок – последовательность поступления моментов вызовов.

Поток заявок – последовательность событий поступающих через детерминированные или случайные отрезки времени при непрерывном отсчете этого времени.



а) Представление потока вызовов на оси "Время"

Потоки заявок

Промежутки между вызовами: $Z_n = t_n - t_{n-1}$

Момент времени – число соответствующее промежутку времени от начала отсчета до рассматриваемой точки на оси времени.

Способы задания потоков

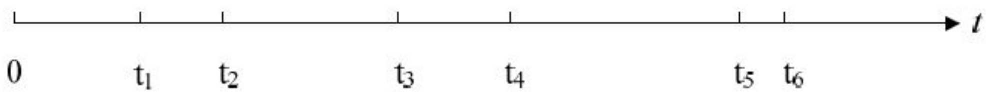
1. **При помощи наступления моментов вызовов:**
   t_1 t_2 t_3 t_4 ….. t_i t_j ……

2. **При помощи задания промежутков между вызовами**
   Z_1 Z_2 Z_3 Z_4 ….. Z_n

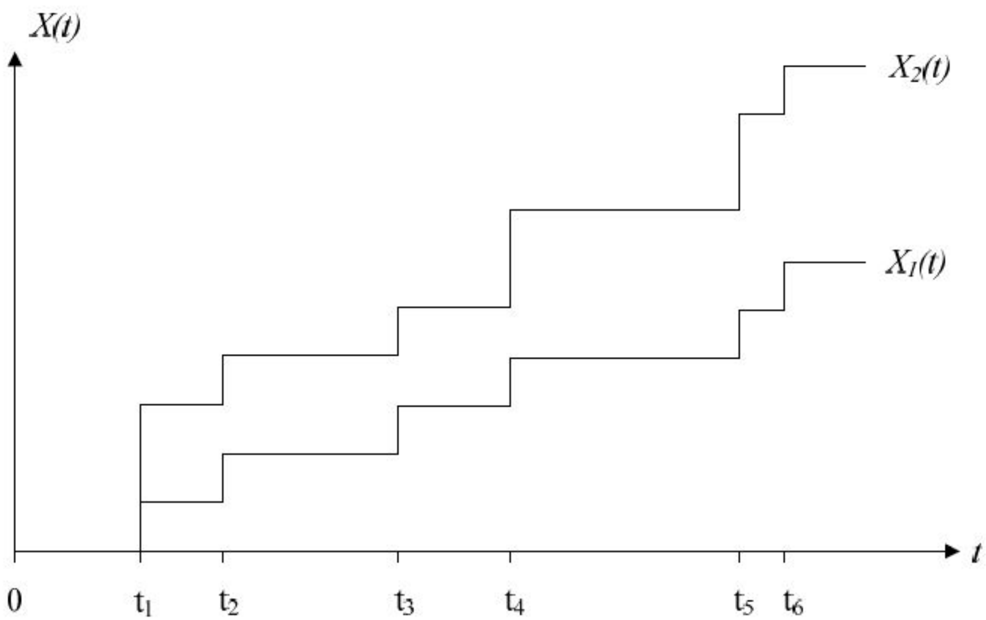
3. **При помощи чисел K_i: K – количество вызовов поступающих за промежуток $[0; t_1]$; $[0; t_2]$; $[0; t_n]$**

Все три способа задания потоков - эквивалентны

Потоки заявок



а) Представление потока вызовов на оси “Время”



б) Представление потока вызовов ступенчатой функцией $X(t)$

Ось абсцисс для некоторых приложений удобно определять как последовательность промежутков ($z_1, z_2, ..., z_n, ...$) между вызовами. Величина z_n представляет собой разность $t_n - t_{n-1}$ для $n \geq 1$.

Свойства потоков

Стационарность.

Поток называется стационарным, если вероятность поступления вызовов случайного потока или число поступающих вызовов для детерминированного потока за любой промежуток времени зависит только от длины промежутка и не зависит от того, где на оси времени этот промежуток расположен.

Стационарность

Важным атрибутом потока вызовов следует считать стационарность. Рассмотрим конечную совокупность непересекающихся интервалов времени. Если вероятность поступления k вызовов – π_k не меняется при сдвиге этой совокупности интервалов на любой отрезок времени, то поток стационарен. Допустим, что интересна вероятность π_k для отрезка $[\alpha,\beta)$ – $\pi_k(\alpha,\beta)$. Для стационарного потока искомая вероятность зависит не от величин α и β, а только от их разности.

Свойства потоков

Последействие.

Поток вызовов является потоком без последействия, если вероятность поступления вызовов для случайного потока или число поступивших вызовов для детерминированного потока за любой промежуток времени не зависит от количества , от времени поступления и окончания вызова, то есть не зависит от предыдущих событий.

Таким образом для потока без последействия прошлая история не играет никакой роли для прогнозирования его будущего.

Последействие.

Важное свойство некоторых классов потоков вызовов – отсутствие последействия. Допустим, что мы рассматриваем поток вызовов после какого-то момента времени $t_и$. Если его характеристики не зависят от поведения потока для $t < t_и$, то можно говорить об отсутствии последействия. Для потока вызовов без последействия характерно следующее: для двух попарно не пересекающихся промежутков времени разности функций $X(t)$ будут независимыми случайными величинами.

Свойства потоков

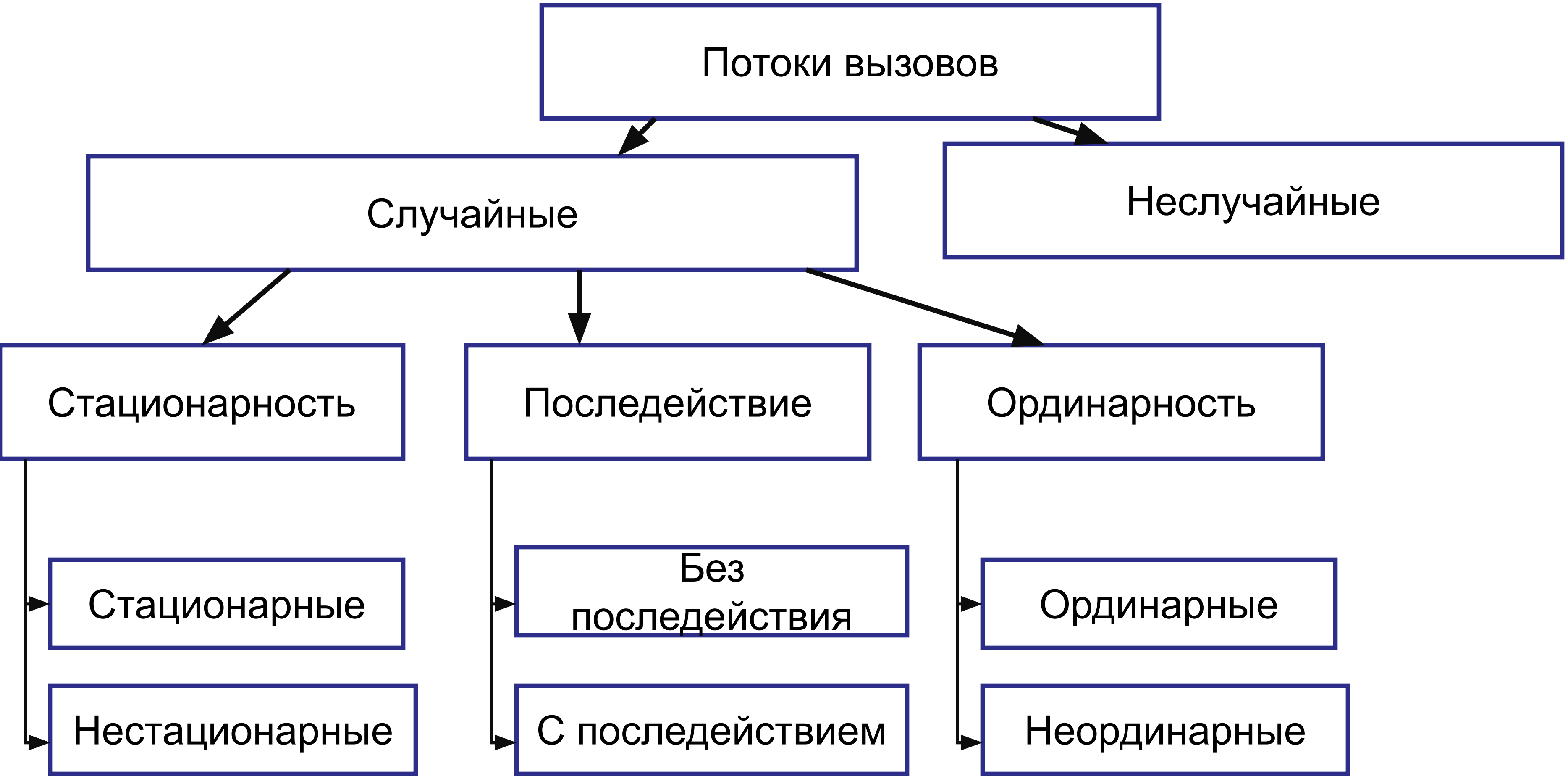
Ординарность

Поток вызовов называется ординарным, если вероятность поступления 2 и более вызовов на бесконечно-малом отрезке времени ʊ есть величина более высоко порядка, чем ʊ.

$$\lim_{\tau \to 0} \frac{P(t, t+\tau)}{\tau} = 0$$

Практически ординарность потока означает невозможность поступления 2 и более вызовов в любой момент времени.

Свойства потоков



Характеристики потоков

1. **Ведущая функция потока - $\Lambda[0;t)$**
2. **Интенсивность потока - λ**
3. **Параметр потока – $П(t)$**

Ведущая функция потока

$\Lambda[0;t)$ – это математическое ожидание числа вызовов в интервале времени $[0;t)$.

$\Lambda[0;t)$ – не отрицательная, не убывающая и в практических задачах принимает конечное значение.

Интенсивность потока

Мгновенная интенсивность потока - λ(t) - математическое ожидание числа вызовов, поступающих в единицу времени.

Нестационарный поток

$$\lambda(t) = \lim_{\tau \to 0} \frac{\Lambda(t, t+\tau) - \Lambda(t,t)}{\tau}$$

, если такой предел существует

Стационарный поток

λ – конечное значение математическое ожидание числа вызовов, поступающих в единицу времени.

Размерность: 1/t

Λ[0;t) = λ*t , из-за свойства аддитивности

Параметр потока

Параметр случайного потока вызовов - П (t) – в момент времени t - это предел отношения вероятности поступления одного и более вызовов на отрезке времени [t;t+ τ].

$$\Pi(t) = \lim_{\tau \to 0} \frac{P_1(t, t+\tau)}{\tau} \, или$$

$$P_1(t, t+\tau) = \Pi(t) \cdot \tau + 0(\tau), \tau \to 0$$

Параметр случайного потока вызовов определяет в момент времени – плотность вероятности наступления вызывающего момента.

Практически параметр случайного потока вызовов характеризует частоту наступления вызывающих моментов.

Параметр потока

Стационарный поток

$$\Pi(t, t+\tau) = \Pi(\tau) = \Pi \cdot \tau + 0(\tau), \tau \to 0$$

В отличие от ведущей функции потока параметр потока характеризует не поток вызовов, а поток вызывающих моментов.

Кроме того поток вызовов относится не ко всему отрезку времени, а только к фиксированному моменту времени.

Нестационарный поток	**Λ[0;t)**	**λ(t)**	**П (t)**
Стационарный поток	**Λ*t**	**λ**	**П**

Простейший поток

Простейший поток – это стационарный, ординарный поток без последействия

Описать поток удобно через функцию вероятности поступления K вызовов $P_K(t)$-?

$$P_K(t) = \frac{\lambda t^K}{k!} e^{-\lambda t}$$

Распределение Пуассона

Функция распределения промежутков времени между вызовами

$$A(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

Экспоненциальное распределение

Простейший поток

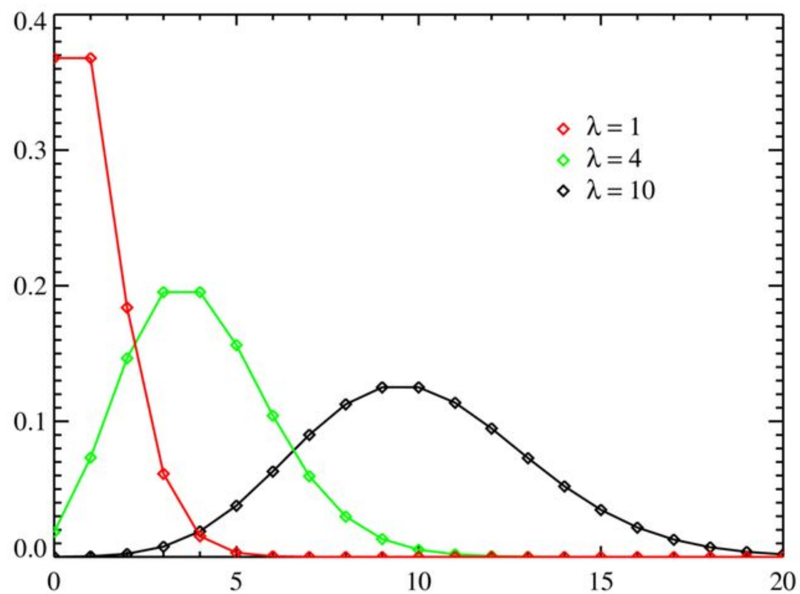
Среднее число заявок, поступающих за время t

$$\bar{k} = \lambda \cdot t$$

Замечательным свойством обладает объединение независимых простейших потоков вызовов с интенсивностями λ_1 , λ_2 , λ_3 ..., λ_n *так далее.*

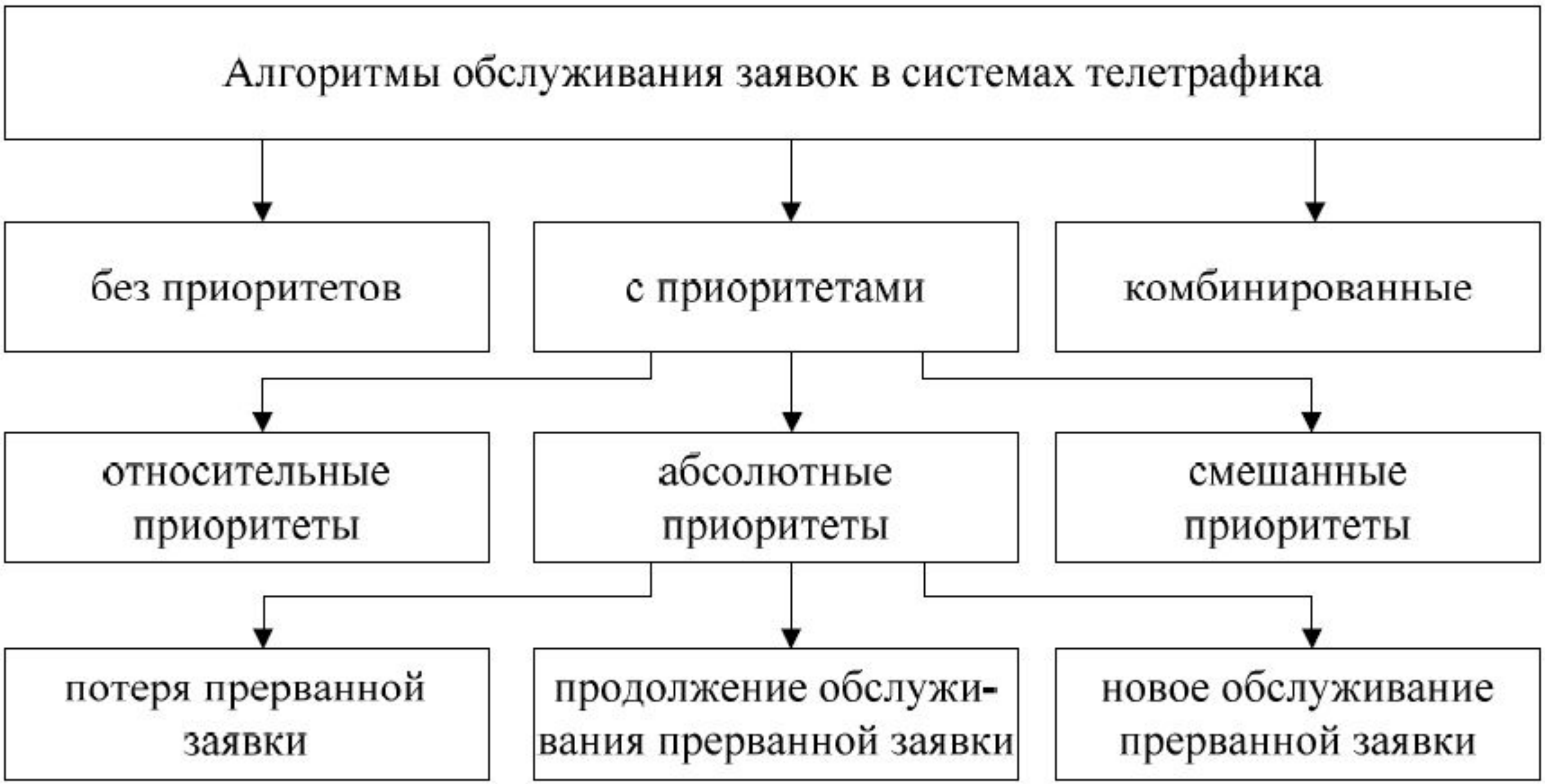
Результатом операции объединения является также простейший поток с интенсивностью $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \ldots + \lambda_n$.

П = λ

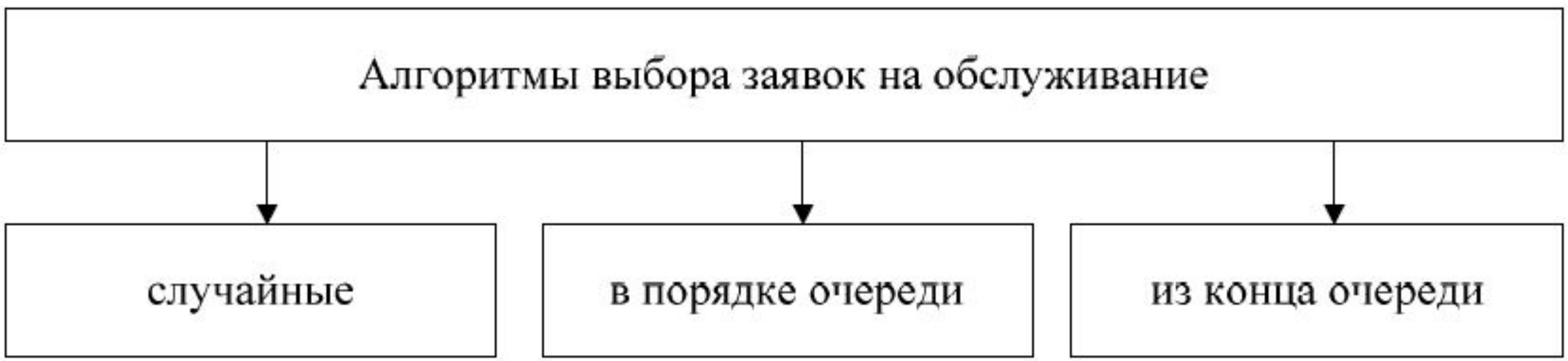


Алгоритмы обслуживания заявок

Алгоритмы обслуживания заявок



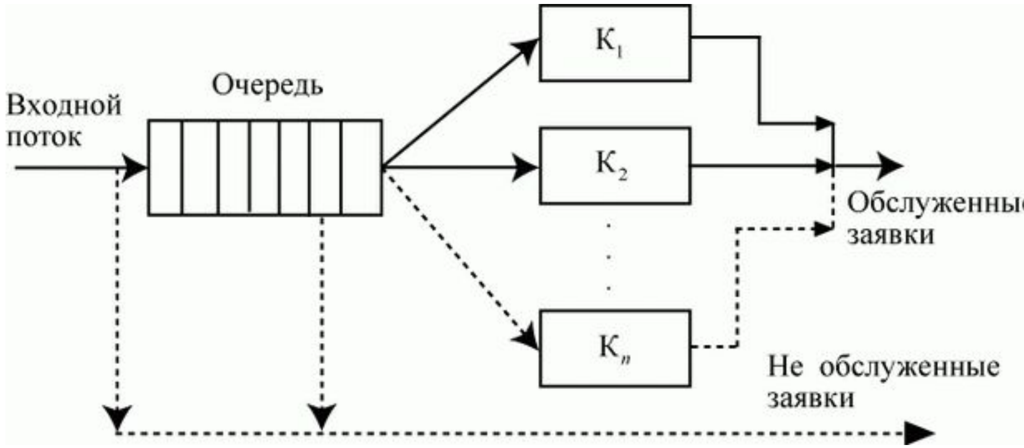
Алгоритмы обслуживания заявок



Классификация СМО

Пример классификации СМО

Классификация СМО



Классификация Кендалла - Башарина

$$A(x) \mid B(x) \mid v \mid K \mid N$$

A(x) – закон распределения входящего потока

B(x) – закон распределения обслуживания заявок

V – число обслуживающих ресурсов

K – суммарное число мест обслуживания в системе (очередь + обслуживающие ресурсы)

N – число источников нагрузки

Типы трафика в мультисервисных сетях

	Одноадресный режим «точка – точка»	Многоадресный режим «точка – много точек»
Потоковый трафик	Видео по запросу, IP-телефония, голосовая почта, онлайн прослушивание аудио-файлов, индивидуальные и групповые игры, обмен информацией бизнес-приложений с хранилищем данных.	Вещательное телевидение IPTV, вещательное телевидение высокого качества HDTV (High-Definition Television), телевидение с оплатой за просмотр PPV (Pay Per View), видеоконференции, широковещательное и потоковое радио, групповые игры с предоплатой лимита времени, e-learning.
Эластичный трафик	Поиск каналов IPTV, предварительная загрузка аудио-файлов для MP3-плееров, факс-приложения, оповещения службы мониторинга, передача гипертекста в формате HTML, обмен сообщениями SMS.	Приложения электронной коммерции, удаленное управление и мониторинг в домашней сети, обмен мгновенными сообщениями, рассылка электронной почты.

Использованные источники

- Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. – М.: Книжный дом "Либриком", 2011.
- Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010.
- Качала В.В. Основы теории систем и системного анализа. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007.
- Городецкий А.Е., Дубаренко В.В., Тарасова И.Л., Шереверов А.В. Программные средства интеллектуальных систем. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000.
- Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ. – М.: КНОРУС, 2010.
- Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник. – М.: Наука, 1976.
- Энциклопедии и словари.
- Ресурсы Internet.

Вопросы?