

МСС

Тема 7. Лекция 1

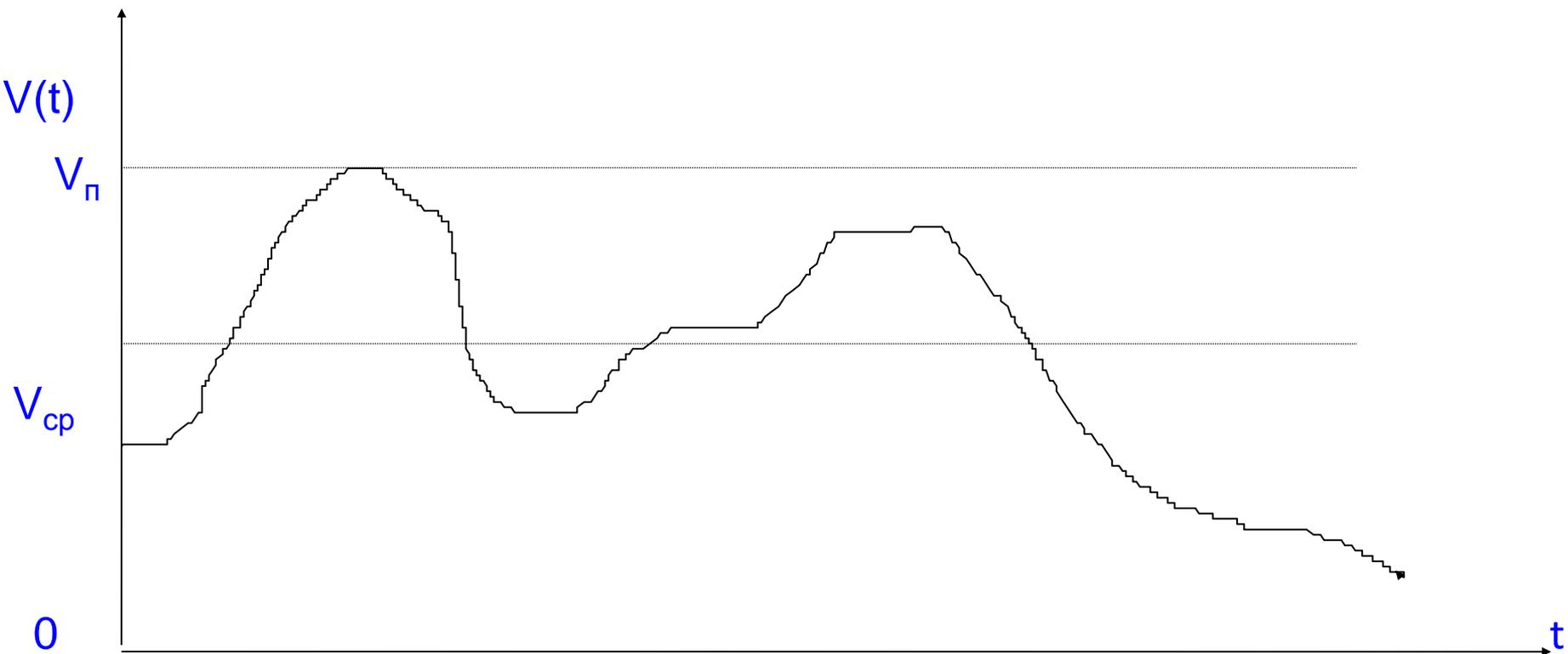
**Свойства трафика МСС.
Самоподобный (фрактальный)
трафик**

**Костюкович А.Е.
Каф.АЭС, СибГУТИ
www.aek-54.ru**

Параметры трафика МСС

Трафик МСС имеет очень неравномерный характер в любой промежуток времени (по скорости источника, по моментам поступления в сеть отдельных пакетов, по времени их обработки в сетевых узлах и т.д.).

Это справедливо как для интерфейсов к источникам трафика, так и для магистральных интерфейсов. В частности, по этой причине – основной технологией в МСС – стала технология КП.



Характеристика скорости источника

Параметры трафика МСС

Источник информации МСС характеризуется двумя группами параметров трафика.

К первой группе относятся параметры потока заявок/вызовов:

- интенсивность поступающего от пользователя потока требований - λ , выз/час;
- средняя длительность сеанса – T_c , с;
- удельная нагрузка источника – $a_{уд}$, Эрл .

Вторая группа параметров характеризует усредненные параметры терминала пользователя (Рек. I.311 ITU-T):

- средняя (битовая) скорость передачи – $V_{ср}$;
- пиковая скорость передачи – $V_{п}$;
- коэффициент пачечности – $K_{п} = V_{п} / V_{ср}$
- Средняя ширина пика – $T_{п}$

Параметры трафика МСС

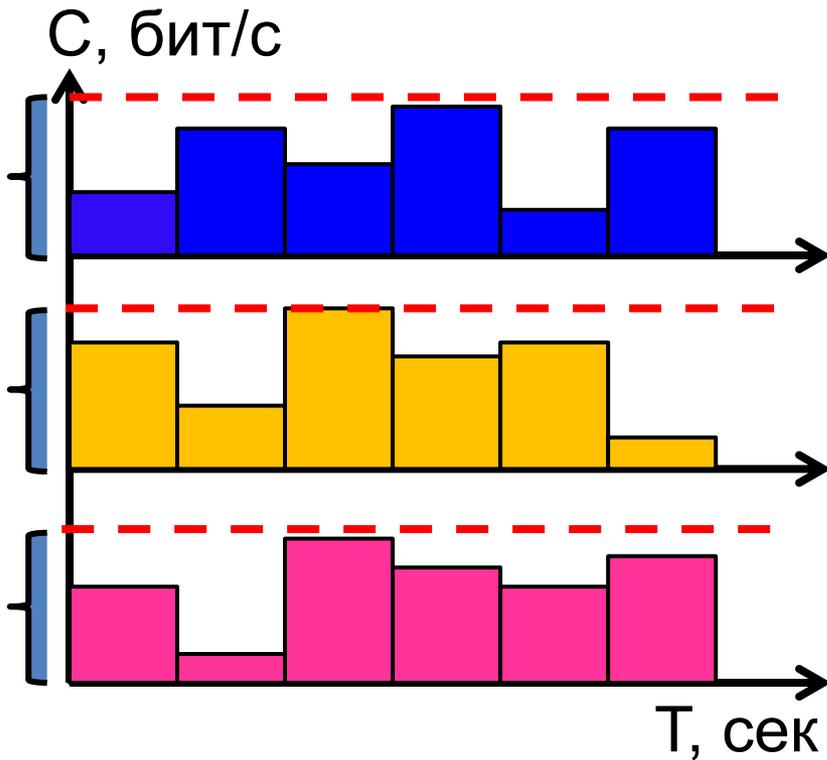
Примеры параметров терминалов для различных видов трафика

Тип сервиса	Параметры трафика		
	V_p , Мбит/с	V_{cp} , Мбит/с	T_c , с
IP-телефония (G.711 без VAD)	0,064	0,064	100
IP-телефония (G.729/VAD)	0,008	0,001	100
Web-browsing	2	0,1	1000
Высококачественный звук	1	1	200
Видеотелефония	2	0,2	300
Видеоконференция	2	0,5	3600
Телемедицина	10	0,5	3600
Видеонаблюдение	10	0,2	-
Цифровое телевидение (IPTV-HD)	24	4	3600

Специфика трафика пакетных сетей:

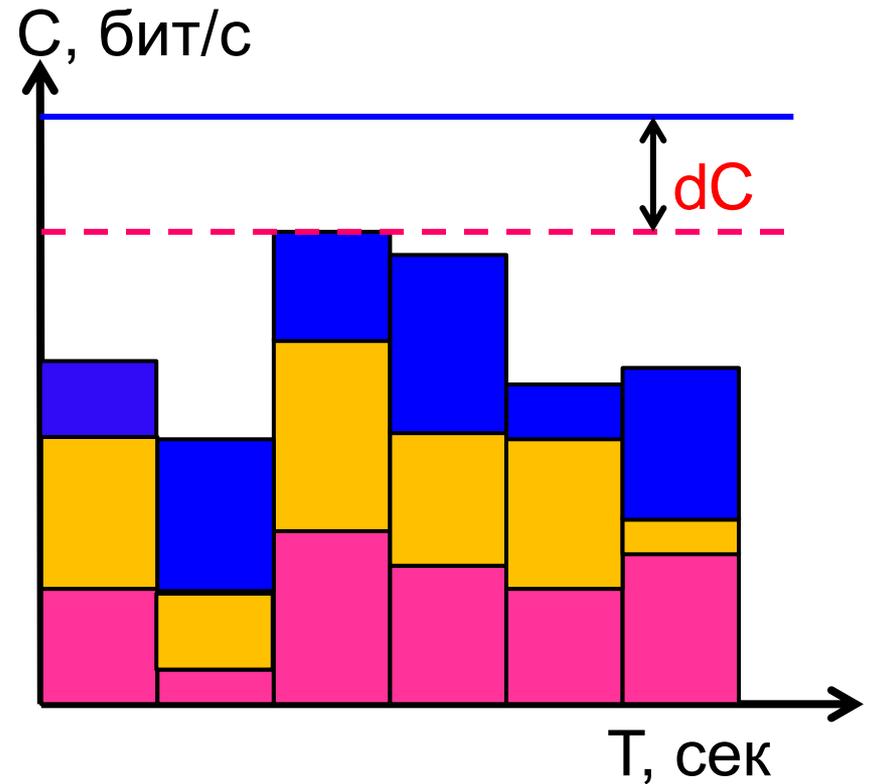
1. Значения V_p , V_{cp} и K_p характеризуют конкретную службу/услугу. Каждый из этих параметров является случайной величиной, изменяющейся как во время сеанса, так и от сеанса к сеансу
 1. Неравномерность трафика от сеанса к сеансу (активность абонента, нагрузка в Эрл по часам суток,...)
 2. Неравномерность трафика во время сеанса ($K_{пач}$, эмуляция СЛ)
2. Если источник, генерирует информацию с изменяющейся скоростью, то в моменты, когда скорость источника $V(t)$ превышает скорость канала V_{max} , качество обслуживания снижается....(Сравнить СМО КК и КП – см. рис.)
3. Самоподобие трафика в МСС... (см. далее)

Эффект экономии пропускной способности (dC) при статистическом мультиплексировании – потоки отдельных источников складываются (агрегируются) в магистральном канале с экономией пропускной способности



Статическое

мультиплексирование в TDM-KK



Статистическое

мультиплексирование в MSS-KP

Понятие самоподобного (фрактального) трафика

Понятие самоподобного (фрактального) трафика

Использование методов проектирования, разработанных для TDM-ТфОП в проектировании МСС на базе КР приводит к неоправданно большим объемам ресурсов, либо к низкому качеству обслуживания.

Многочисленные наблюдения трафика МСС выявили очень существенные отличия от трафика сетей TDM-КК.

Самое существенное отличие в том, что трафик МСС является фрактальным (фрагментированным).

Понятие самоподобного (фрактального) трафика

Понятие **фрактал** (от латинского **fractus** – состоящий из фрагментов) введено Бенуа Мандельбротом в 1975 году.

С математической точки зрения фрактальный объект, прежде всего, обладает **дробной** (нецелой) **размерностью**.

Фрактал можно разбить на сколь угодно малые части так, что каждая часть окажется просто уменьшенной частью целого. Если посмотреть на фрактал в микроскоп, то мы увидим ту же самую картинку, что и без микроскопа.

Природа создавала фракталы на протяжении миллионов лет. Фактически большинство объектов в природе – не круги, квадраты или линии.

Природные объекты – это фракталы, определяемые **уравнениями хаоса**.

Хаос и фрактальная красота представляют природу реальности !!!

Понятие самоподобного (фрактального) трафика

Можно выделить:

- Детерминированные фракталы (хорошо предсказуемые)
- Стохастические фракталы, наблюдаемые в большинстве природных, экономических, технологических, социальных и др. процессах

Стохастические фрактальные процессы описываются

масштабной инвариантностью (самоподобием)

статистических характеристик **второго порядка**

(корреляционной функции, спектральной плотности, дисперсии).

Свойство неизменности коэффициента корреляции при масштабировании – фактически определяет самоподобный процесс.

Понятие самоподобного (фрактального) трафика

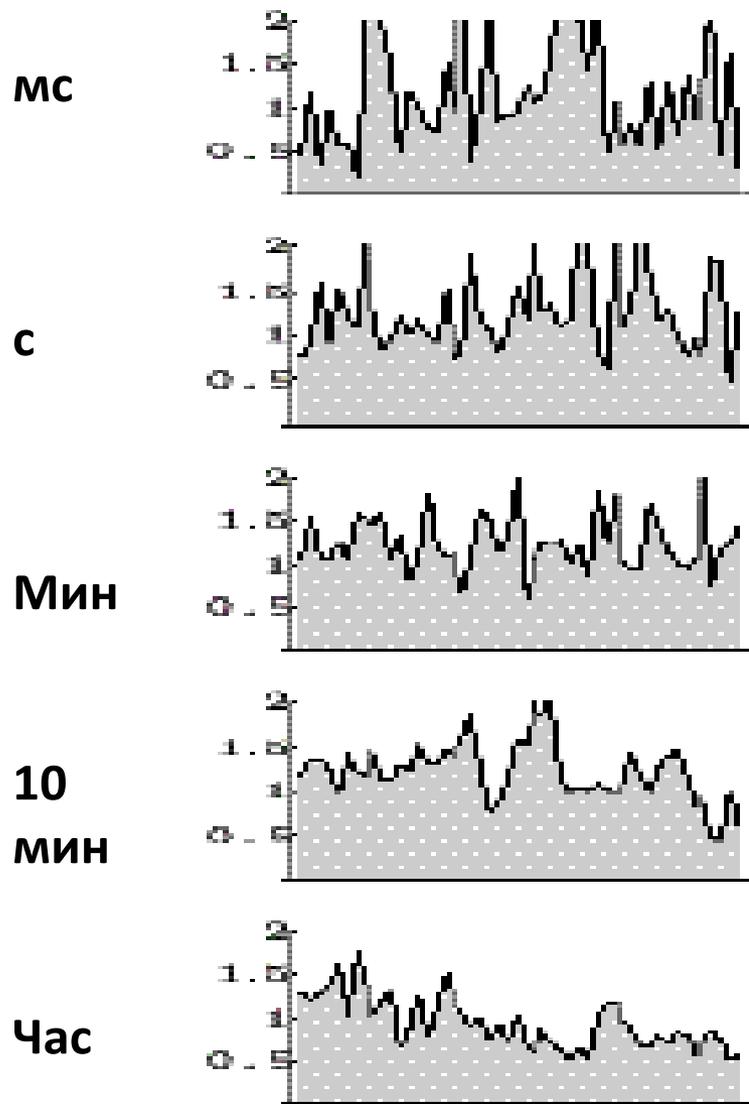
Именно со стохастическими фракталами имеют дело при изучении характеристик сетевого трафика МСС.

В этой связи в литературе понятия фрактального и самоподобного телетрафика часто используются как синонимы.

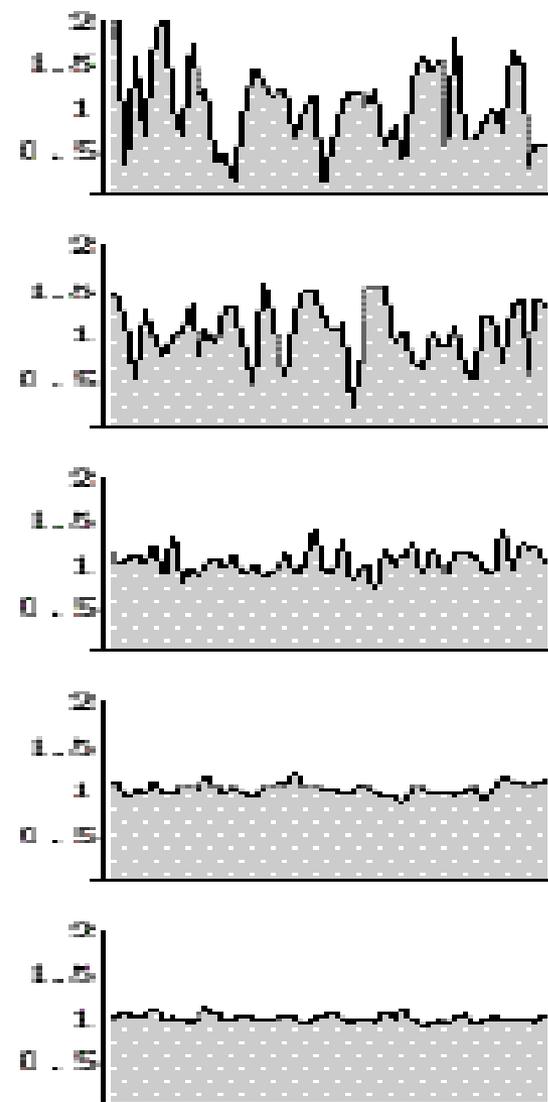
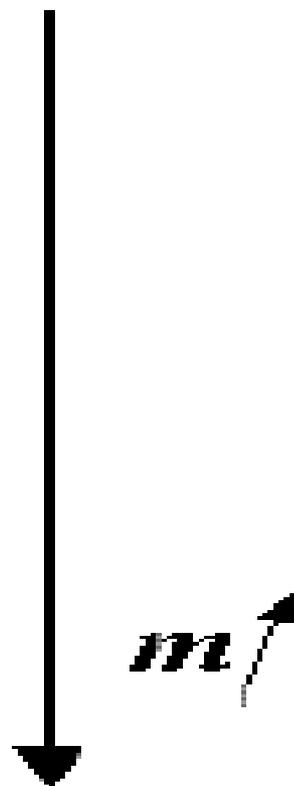
Самоподобный процесс выглядит менее сглаженным, более неравномерным (то есть обладает большей дисперсией), чем чисто случайный процесс.

Неравномерность самоподобного процесса видна на рисунке...

Понятие самоподобного (фрактального) трафика



Трафик в МСС



Трафик в TDM-KK

Понятие самоподобного (фрактального) трафика

Впервые о самоподобном трафике заговорили с момента его открытия в 1993 году группой ученых, которые исследовали Ethernet-трафик в сети корпорации Bellcore и обнаружили, что на больших масштабах он обладает свойством самоподобия, то есть выглядит качественно одинаково при любых (достаточно больших) масштабах временной оси.

При этом оказалось, что в условиях самоподобного трафика методы расчета компьютерной сети (пропускной способности каналов, емкости буферов и пр.), основанные на Марковских моделях и формулах Эрланга, которые с успехом используются при проектировании телефонных сетей, **дают неоправданно оптимистические решения и приводят к недооценке нагрузки.**

Понятие самоподобного (фрактального) трафика

Строгое определение самоподобного процесса:

Случайный процесс называется самоподобным в строгом смысле, если коэффициент корреляции этого процесса не меняет своего значения для сколь угодно различных масштабов времени m :

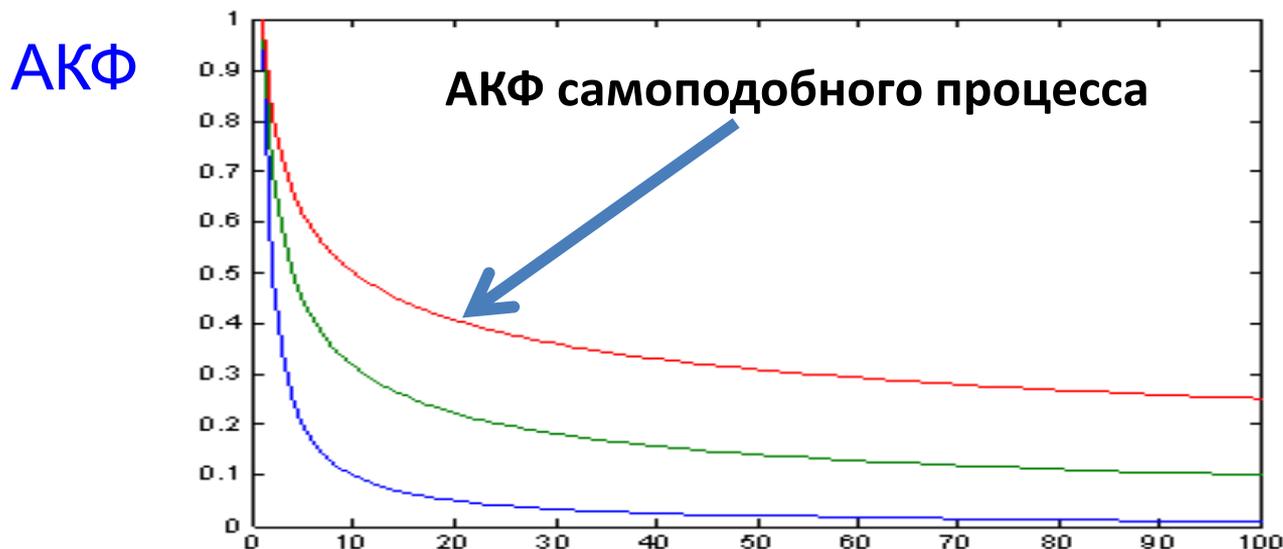
$$r_m(k) = r(k) \text{ для любых значений } m \text{ (} m=2,3,\dots \text{)}$$

Это определение означает инвариантность характеристик 2-го порядка (например, функции автокорреляции) в достаточно большом временном масштабе

Понятие самоподобного (фрактального) трафика

На интуитивном уровне свойство самоподобия характеризует случайный процесс как процесс с продолжительной памятью, который хорошо «помнит» свое недавнее прошлое, но «постепенно забывает» свои давно минувшие состояния по мере продвижения времени в будущее.

Понятие медленно убывающей АКФ имеет ключевое значение в теории самоподобных процессов и фактически описывает продолжительную память – самое интересное в отношении прогнозирования трафика свойство.



Понятие самоподобного трафика

Показателем этой памяти служит коэффициент Хёрста – H (мера самоподобия или статистической инерции процесса).

Интерпретация показателя Херста следующая:

- **$H=0,5$** – подразумевает белый шум, то есть трафик представляет независимый, случайный процесс;
- **$0,5 < H < 1$** – означает черный шум или персистентность трафика. То есть трафик характеризуется эффектом долговременной памяти и имеет склонность следовать трендам (**хорошо предсказуем**).
- **$0 < H < 0,5$** – означает розовый шум или антиперсистентность. То есть агрегированный трафик меняет направление чаще, чем ряд случайных независимых величин, составляющих этот трафик;

Таким образом, **значение H можно интерпретировать как степень предсказуемости (прогнозируемости) трафика.**

Понятие самоподобного трафика

Параметр Херста для трафика МСС находится в интервале (0,5...1).

На качественном уровне такой самоподобный трафик имеет постоянный «взрывной» характер (**burstiness**), то есть обладает высокой пачечностью на многих масштабах временной оси.

Коэффициент пачечности для заданного процесса соответствует отношению пиковой интенсивности процесса поступления заявок на обслуживание к его среднему значению.

Самоподобие можно расценивать как фундаментальное статистическое свойство сетевого трафика, которое необходимо учитывать на практике.

СПАСИБО за ВНИМАНИЕ

