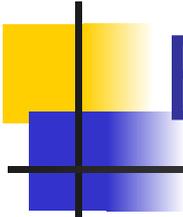




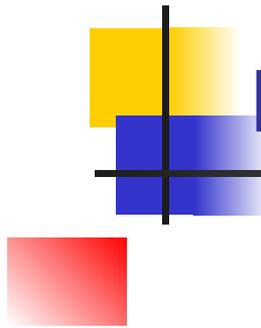
Лекция 5

Нагрузка и качество обслуживания в сетях связи



Вопросы лекции 5

- 
1. Нагрузка телекоммуникационных сетей
 2. Модели обслуживания заявок
 3. Показатели качества обслуживания



Нагрузка телекоммуникационных сетей

Для расчета систем распределения информации важно иметь показатель объема передаваемой (обслуживаемой) информации.

Этот объем наиболее удобно оценивать временем передачи (обслуживания) информации

Суммарное время (длительность) занятия всех обслуживающих приборов за определенный период времени T называется нагрузкой на эти приборы

Рассчитать величину нагрузки $A(T)$ за период времени T можно по формуле

$$A(T) = \sum_{i=1}^{C(T)} t_i$$

где

- $C(T)$ – количество обслуженных заявок
- t_i – время обслуживания i -ой заявки

Нагрузка телекоммуникационных сетей

Нагрузку $A(T)$ можно рассчитать через интенсивность обслуживания μ в виде

$$A(T) = C(T) \bar{\tau} = \frac{C(T)}{\mu}$$

На практике нагрузку оценивают за 1 час, т.е. используется показатель интенсивность нагрузки

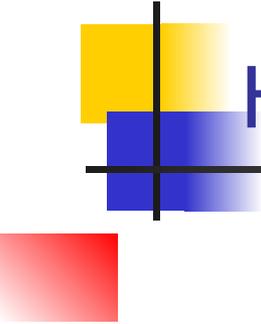
$$A (T=1\text{час}) = A/1=A$$

Интенсивность нагрузки – суммарное время занятия обслуживающих приборов в течении одного часа

Единица измерения интенсивности нагрузки – Эрланг

$$1\text{Эрланг} = \frac{1\text{часо} - \text{занятие}}{1\text{час}} = 1 \left[\frac{\text{чз}}{\text{ч}} \right]$$

Эрланг – единица измерения относительных значений так же как и % 😊



Нагрузка телекоммуникационных сетей

Виды нагрузок

- Поступающая
- Исполненная (обслуженная)
- Потерянная

Поступающая нагрузка – условная нагрузка Z , которая могла бы быть обслужена в системе, если бы в ней каждому поступающему вызову предоставлялся свободный обслуживающий прибор

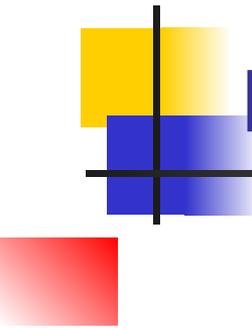
$$Z = C_{\text{пост}} \tau$$

где $C_{\text{пост}}$ – интенсивность поступающего потока вызовов

Исполненная (обслуженная) нагрузка Y представляет собой суммарное время действительного занятия приборов при обслуживании всех поступающих вызовов (заявок)

$$Y = C_{\text{обсл}} \tau$$

где $C_{\text{обсл}}$ – интенсивность потока обслуженных вызовов



Нагрузка телекоммуникационных сетей

Потерянная нагрузка – условная нагрузка R , которую мог бы создать в системе обслуживания поток вызовов, получивших отказ в обслуживании

$$R = C_{\text{пот}} \tau$$

где

$C_{\text{пот}}$ – интенсивность потока вызовов, получивших отказ в обслуживании,

τ – предполагаемое время обслуживания вызовов, если бы они были приняты к обслуживанию.

Очевидно, следующие соотношения между видами нагрузки

$$Z = Y + R$$

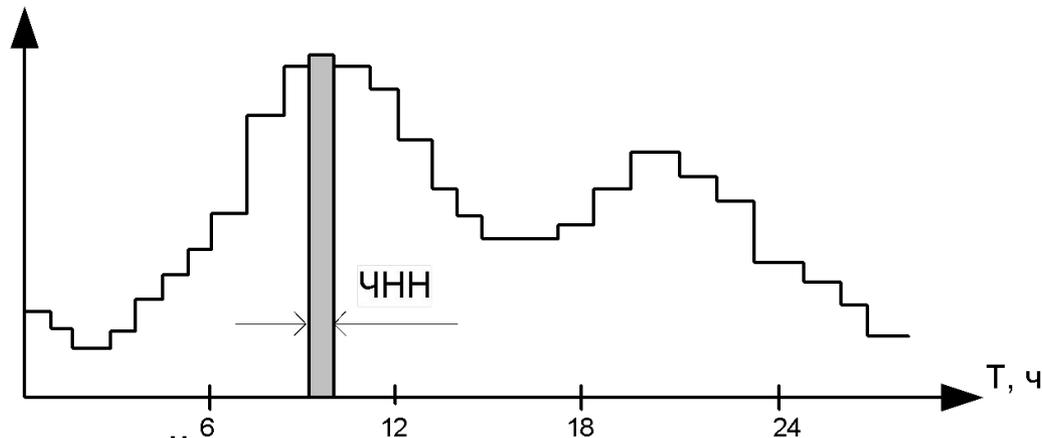
$$Y = Z - R$$

$$R = Z - Y$$

Нагрузка телекоммуникационных сетей

А, Эрл

Распределение нагрузки за сутки



Анализ изменений нагрузки показывает, что нагрузка на обслуживаемые системы имеет зависимость от времени суток (это очевидно, т.к. конечными источниками заявок в основном являются люди 😊)

Период суток, равный 1 час (60 мин), в течении которого величина нагрузки имеет наибольшее значение, называется **Часом Наибольшей Нагрузки (ЧНН)**.

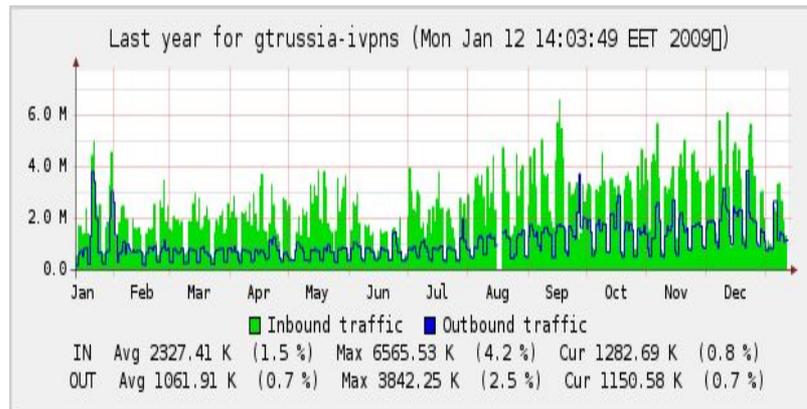
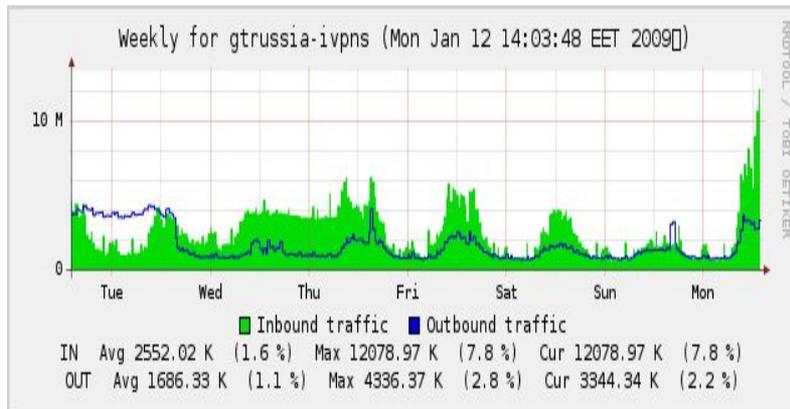
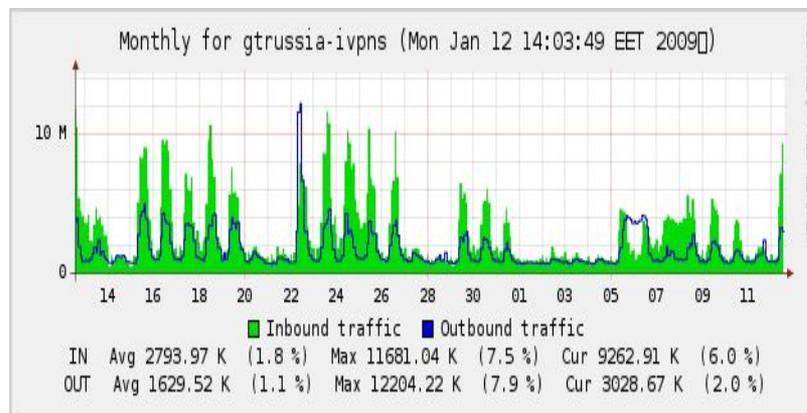
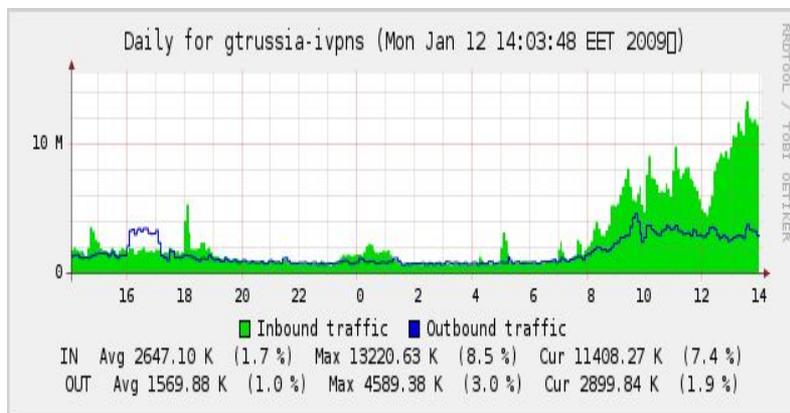
1 Эрл – это занятие обслуживаемой системы в течении 1 часа за 1 час

Все параметры коммутационных систем, число каналов, производительности обслуживаемых систем делаются из расчета для ЧНН

Нагрузка телекоммуникационных сетей

Нагрузка как временная характеристика сильно отражает временную активность абонентов за период: день, неделя, месяц, год

Пример Интернет нагрузки на международном направлении



Нагрузка телекоммуникационных сетей

Неравномерность колебаний нагрузки во времени обуславливает необходимость оценки изменения интенсивности нагрузки.

С целью определения оптимального количества обслуживающих приборов расчетные значения интенсивности поступающей нагрузки определяют по эмпирическим формулам

$$\bar{Z} = \max_{i \in m} \bar{Z}_i = \sum_{j=1}^n \frac{Z_{i \max j}}{n}$$

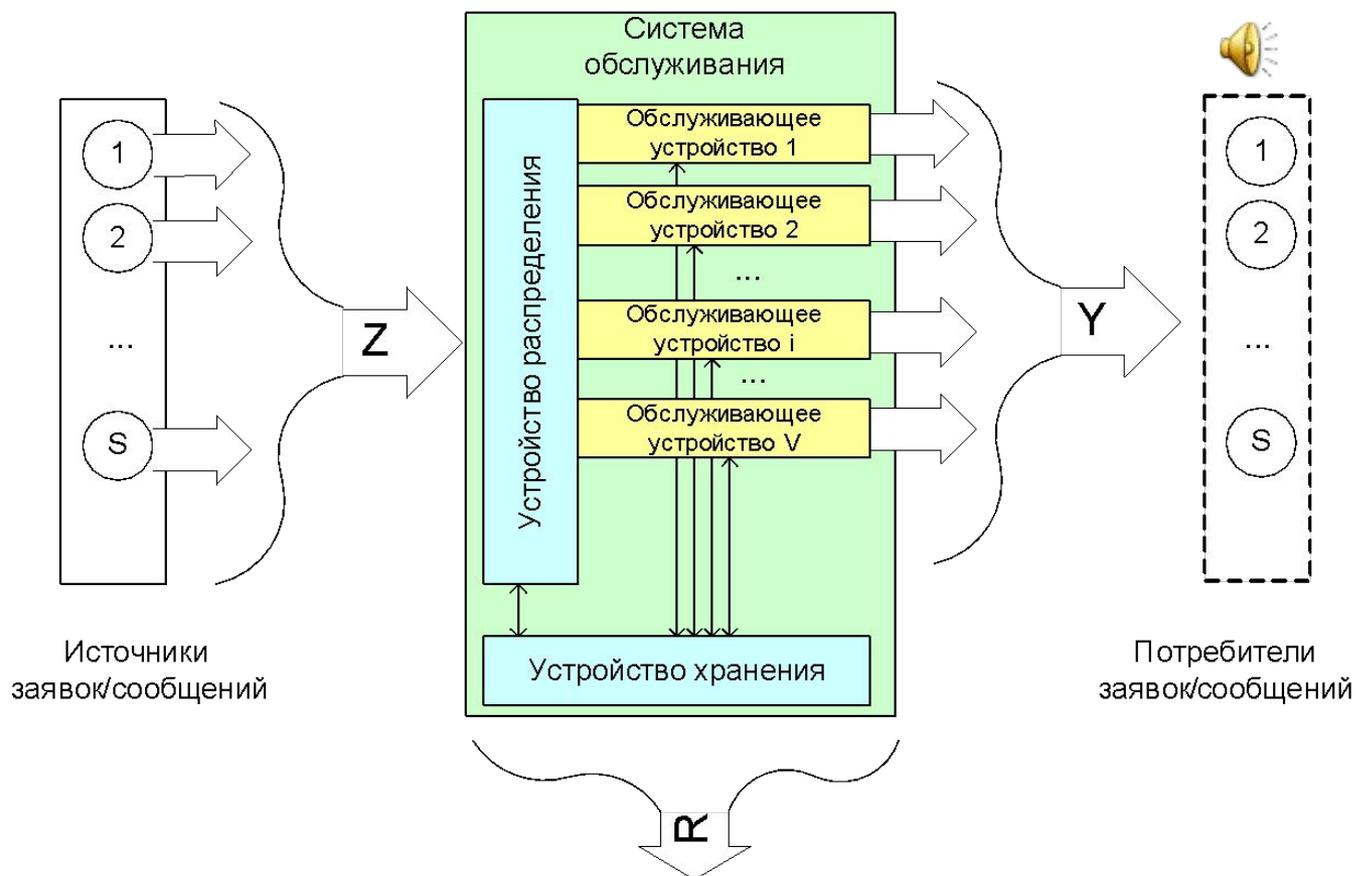
$$Z_{расч} = 1,06 \bar{Z}_{чнн} + 0,27 \sqrt{\bar{Z}_{чнн}}$$

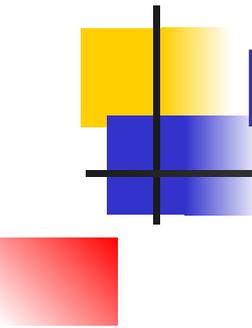
Модели обслуживания заявок



Математические модели описывают процессы поступления и обслуживания заявок в телекоммуникационной системе

Структурная схема модели обслуживания заявок





Модели обслуживания заявок

Параметры модели

- число абонентов - S
- число направлений связи - I
- число обслуживающих приборов - V

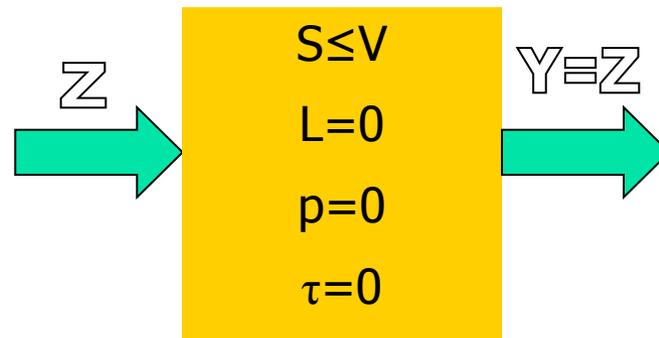
$$V = \sum_{i=1}^I v_i$$

- число мест для ожидания обслуживания - L
- допустимая вероятность отказа в обслуживании из-за занятости системы обслуживания
- максимальное время обслуживания заявки - t_{\max}

Модели обслуживания заявок

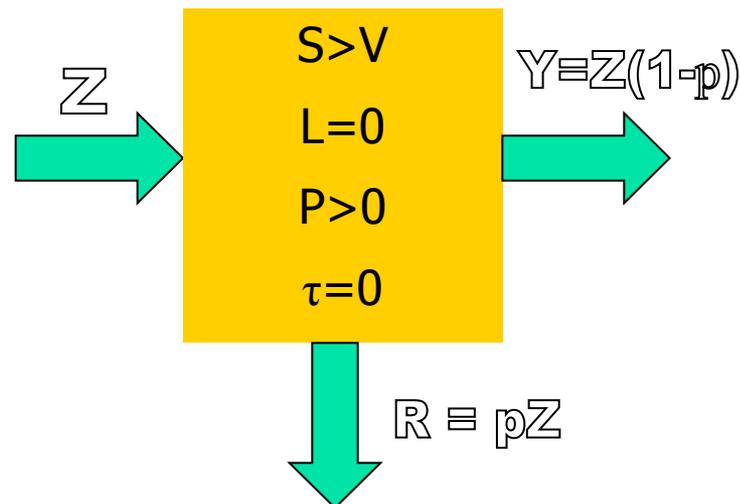
Основные способы обслуживания заявок

- без ожидания и без потерь



Пример.
Системы
специального
предназначения

- без ожидания и с потерями

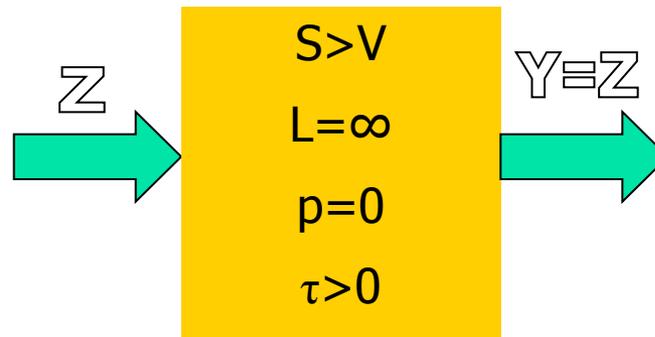


Пример.
Телефонные
станции

Модели обслуживания заявок

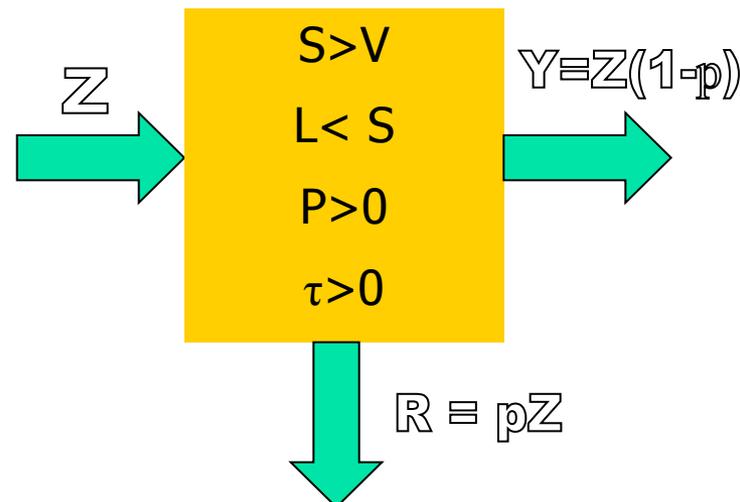
Основные способы обслуживания заявок

- с ожиданием и без ограничения длины очереди



Системы передачи сообщений с практически неограниченным ресурсом памяти (Дисковые накопители)

- с ожиданием и с ограничением длины очереди (времени нахождения в очереди)

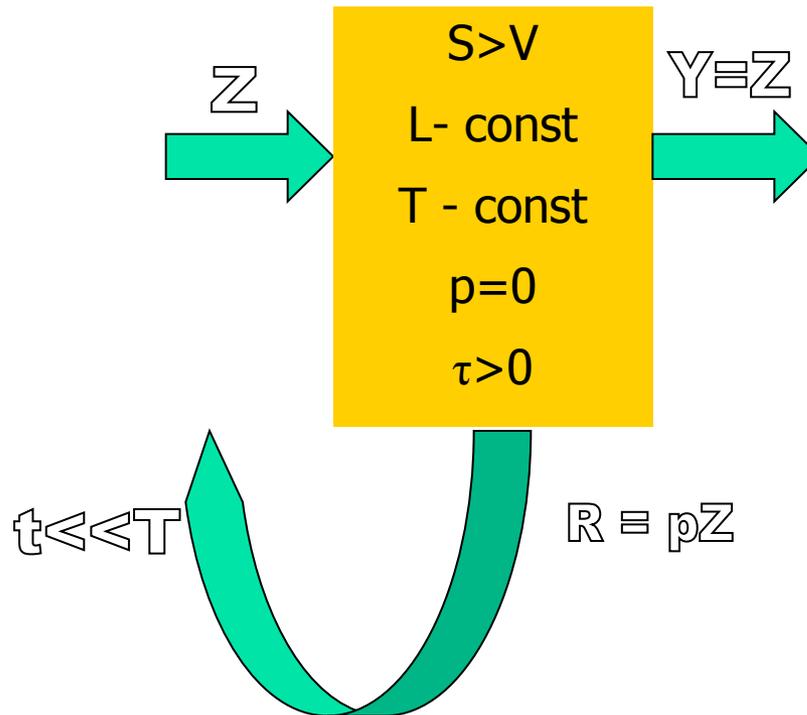


Системы передачи пакетов (речевые пакеты имеет ограничение на время доставки), маршрутизаторы с ограниченным размером памяти

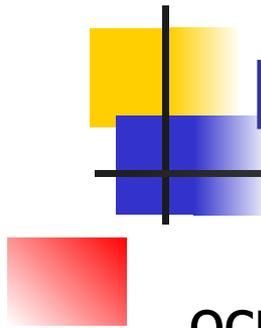
Модели обслуживания заявок

Основные способы обслуживания заявок

- с формализованным ожиданием (с повторными вызовами)



Математическое описание процессов поступления и обслуживания заявок в системах обслуживания дает теория массового обслуживания



Показатели качества обслуживания

В системах обслуживания заявок с потерями основным показателем качества обслуживания является **вероятность отказа в обслуживании p** из-за занятости обслуживающих каналов (приборов).

Вероятность потери p вызовов применяется для оценки качества обслуживания в телефонных коммутационных системах.

Различают три вида потерь

- по вызовам - p_c
- по нагрузке - p_R
- по времени – p_t

Показатели качества обслуживания

Потери по вызовам – отношение интенсивности потока потерянных вызовов $C_{\text{п}}$ к интенсивности поступающего потока C

пост

$$p_c = \frac{C_{\text{п}}}{C_{\text{пост}}}$$

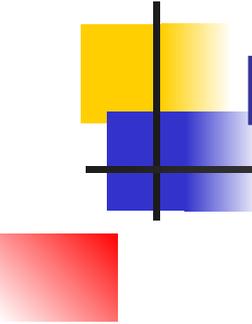
Потери по нагрузке определяются через величины интенсивностей потерянной R и поступающей Z нагрузок

$$p_R = \frac{R}{Z} = \frac{Z - Y}{Z} \quad Y = Z(1 - p_R)$$

Потери по времени оцениваются долей времени полного занятия t_3 всех обслуживаемых приборов

$$p_t = \frac{t_3}{T}$$

При поступлении в систему обслуживания простейшего потока $p_c = p_R = p_t$



Показатели качества обслуживания

В системе обслуживания заявок с ожиданием основными показателями качества обслуживания являются

- Вероятность своевременного обслуживания

$$q = P (t \leq \tau),$$

где $P (t \leq \tau)$ – вероятность того, что время обслуживания заявки t не превысит допустимого значения τ

- Вероятность потери или несвоевременного обслуживания

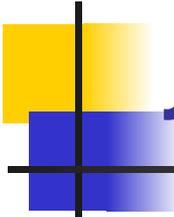
$$1 - q = P (t > \tau),$$

- Вероятность потери заявки из-за занятости обслуживающих приборов и мест ожидания в очереди

$$P (t > \tau, L > \delta),$$

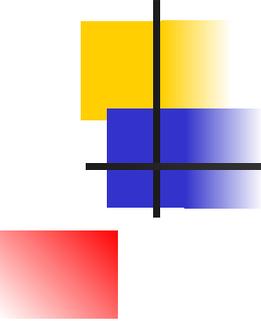
τ – допустимое время обслуживания (либо нахождения в очереди),

δ – доступное количество мест ожидания в очереди



Литература

- 
- Романов А. И. Телекоммуникационные сети и управление: Учебное пособие –К. ИПЦ « Киевский университет», 2003, -247с.
 - Корнышев Ю.Н., Фань Г.Л. Теория распределения информации – М.: Радио и связь, 1985
 - Сети ЭВМ. Под редакцией В.М. Глушкова – М.: Связь, 1977
 - Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем – М. : Наука, 1978
 - Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания – М.: Наука, 1966
 - Клейнрок Л. Коммутационные сети – М.: Наука, 1970
 - Шварц М. Сети ЭВМ. Анализ и проектирование - М.: Радио и связь, 1981
 - Советов Б.Я. и др. Построение сетей интегрального обслуживания – Л.: Машиностроение, Лен отд-е, 1990
 - Клейнрок Л. Вычислительные сети с очередями – М.: Мир, 1979
 - Хилс М.Т. Принципы коммутации в электросвязи - М.: Радио и связь, 1984
 - Френк Г. , Фриш И. Сети, связь и потоки – М.: Связь, 1978



Спасибо за внимание!