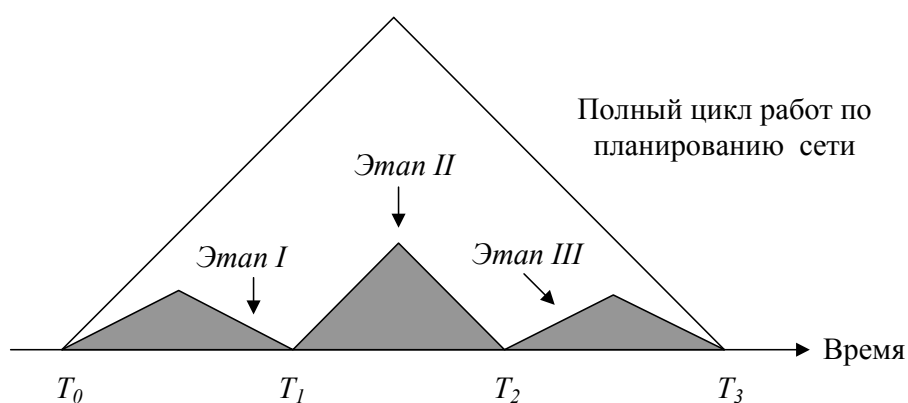


# Планирования сетей связи последующего поколения. Методы расчета

*Н.А. Соколов*  
*д.т.н., проф. СПбГУТ*  
*e-mail: sokolov@niits.ru*

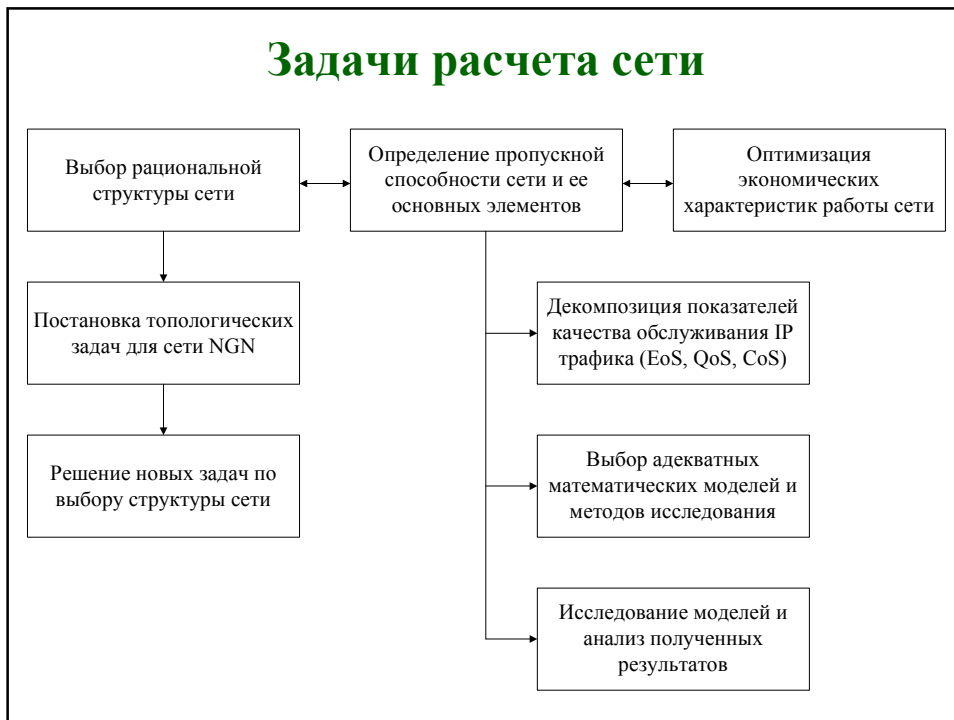


## Три этапа при планировании сети

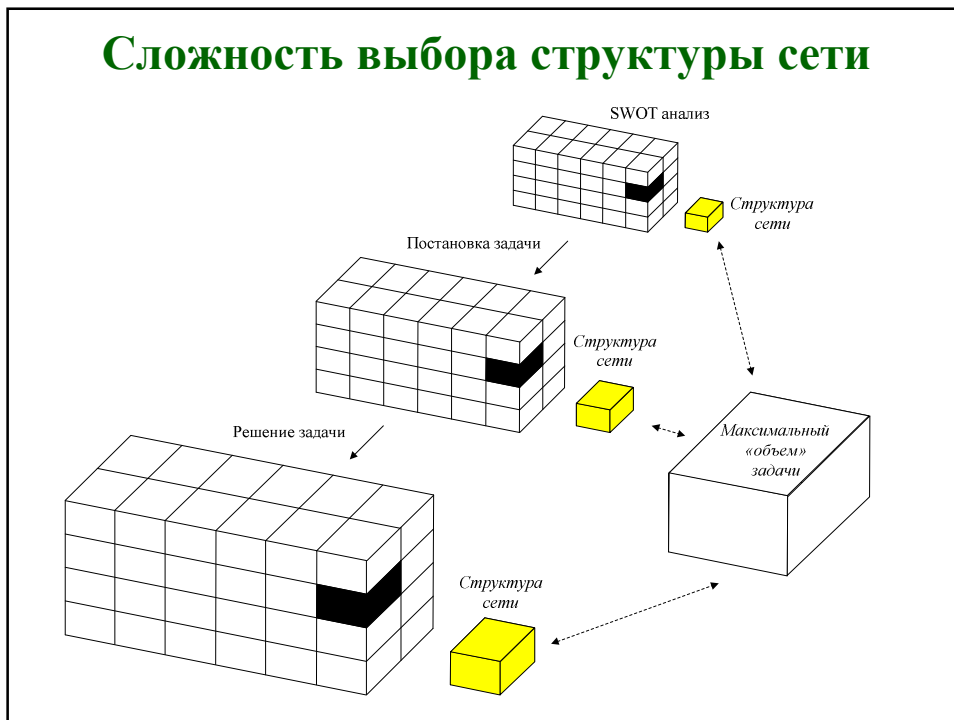


*I – сбор и анализ исходных данных, II – постановка задач, которые следует решить, III – решение поставленных задач.*

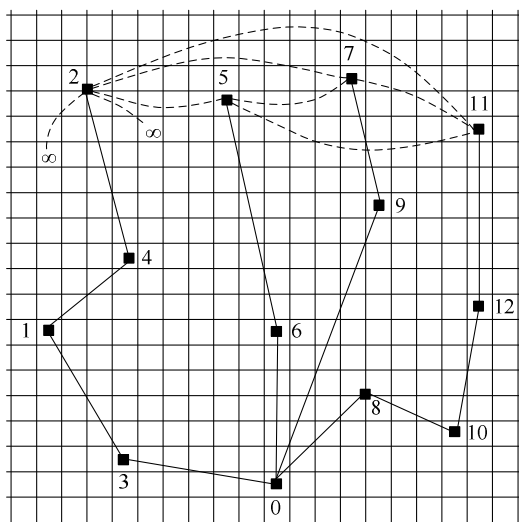
## Задачи расчета сети



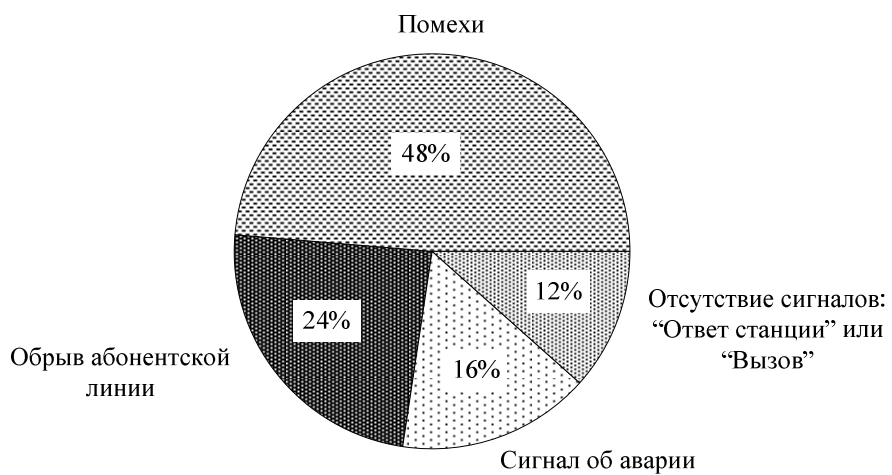
## Сложность выбора структуры сети



## Формирование колец в сети доступа

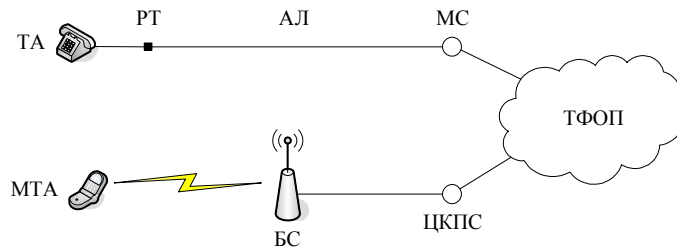


## Причины жалоб абонентов ТФОП



ISO Standards Compendium "ISO 9000 Quality Management, Sixth Edition", 1996.

## Повышение надежности доступа в сеть



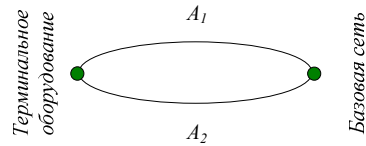
$$A = 1 - (1 - A_1)(1 - A_2)$$



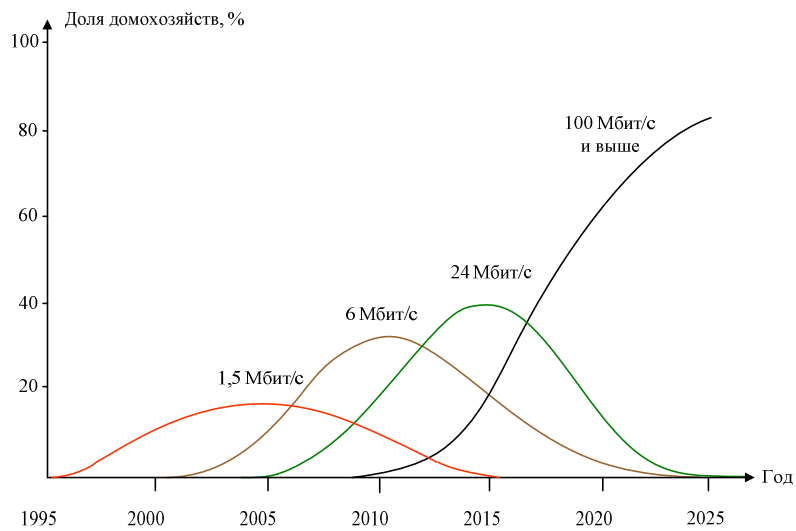
$$A_1 = A_2 = 0,999$$

$$\Rightarrow A \approx 0,999999$$

$$(T_0 \approx 1 \text{ мин.})$$



## Прогнозирование скорости доступа



Technology Future Inc.

## Экстраполяция прогнозов

Различия между странами можно обнаружить в трех показателях исследуемых процессов:

- абсолютные значения максимума (амплитуда);
- скорость развития (частота);
- сдвиг начальной точки на оси "Время" (фаза).

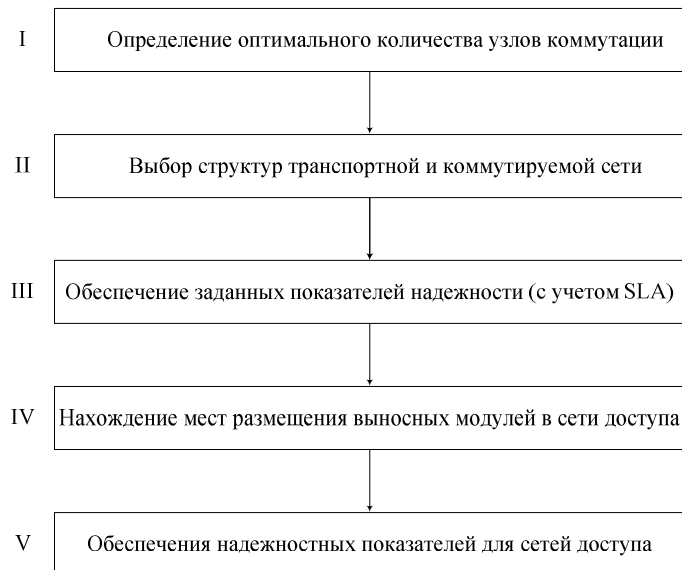
$F_j(t)$  – функция, соответствующая прогностической кривой в стране-аналоге.

$k_A = \vartheta \frac{G_R}{G_M}$  – коэффициент изменения максимума.

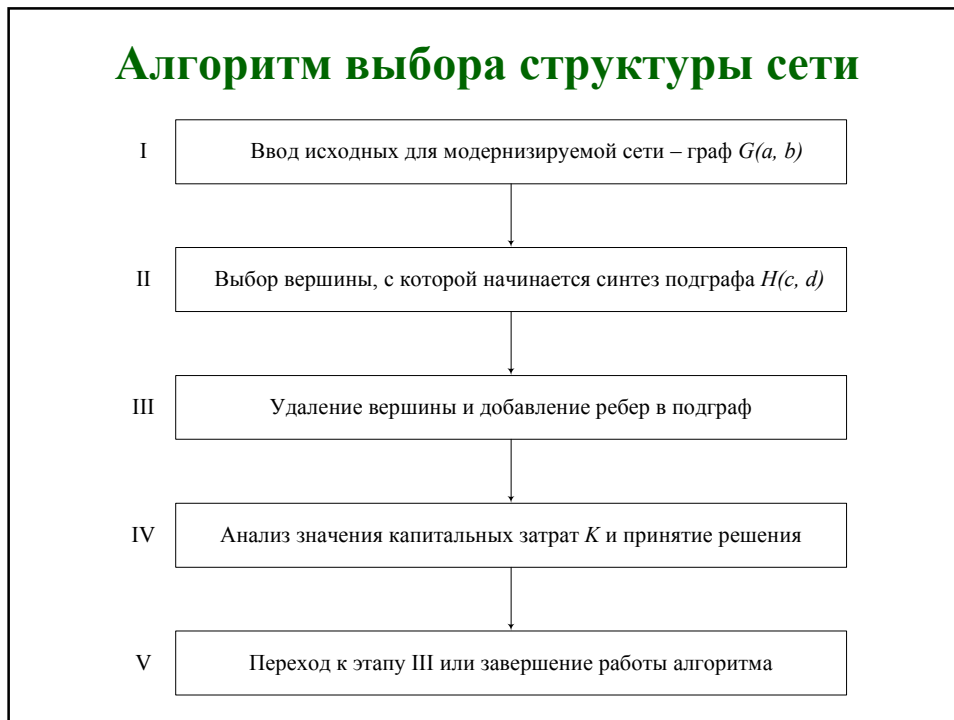
$t_F = \xi \frac{H_M}{H_R} t$  – измененное значение скорости развития.

$\tau$  – время отставания.  $\Rightarrow F(t) = k_A F_j(t_F - \tau)$

## Алгоритм синтеза сети класса NGN



## Алгоритм выбора структуры сети



## Алгоритм ТЭО



## Гипотеза о пуассоновском потоке (1)

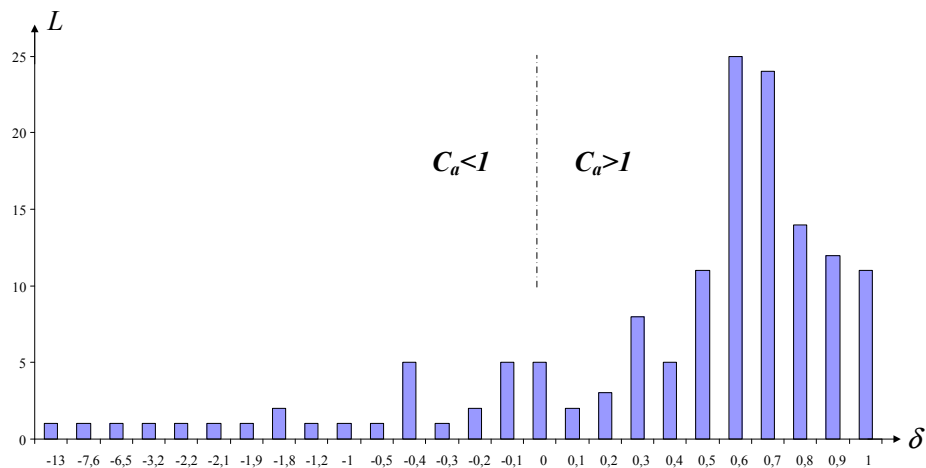
Для расчета систем с потерями, на вход которых поступает простейший поток заявок, используется первая формула Эрланга. Если интенсивность поступающей нагрузки равна  $Y$ , а количество линий  $V$ , то вероятность потери вызовов  $\pi$  определяется следующей формулой:

$$\pi = \frac{Y^V}{V!} \cdot \frac{1}{\sum_{i=0}^V \frac{Y^i}{i!}}$$

$$\delta = \frac{\omega - \pi}{\omega}$$

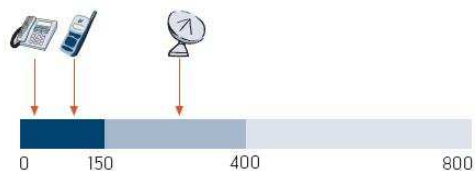
$\omega$  – измеренная величина потерь по вызовам.

## Гипотеза о пуассоновском потоке (2)

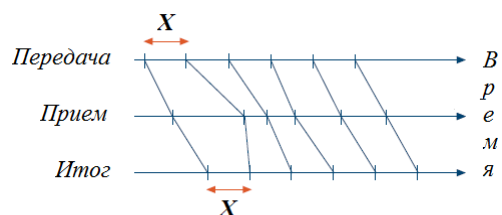


$L$  – частота появления ошибки  $\delta$

## Влияние задержки на QoS



Примеры односторонней задержки (мс)



Работа буфера синхронизации

## Показатели качества обслуживания

В таблице приведены значения показателей QoS для всех шести классов (рекомендация ITU-T Y.1541). Эти значения определяются для таких показателей: IPTD – задержка переноса IP пакетов, IPDV – вариация задержки IP пакетов, IPLR – доля потерянных IP пакетов, IREP – доля искаженных IP пакетов.

Класс QoS	IPTD	IPDV	IPLR	IREP
0	100 мс	50 мс	$10^{-3}$	$10^{-4}$
1	400 мс	50 мс	$10^{-3}$	
2	100 мс	U	$10^{-3}$	
3	400 мс	U	$10^{-3}$	
4	1 с	U	$10^{-3}$	
5	U	U	U	U



## Аспекты QoS: норма для IPDV



## Декомпозиция показателей QoS (1)

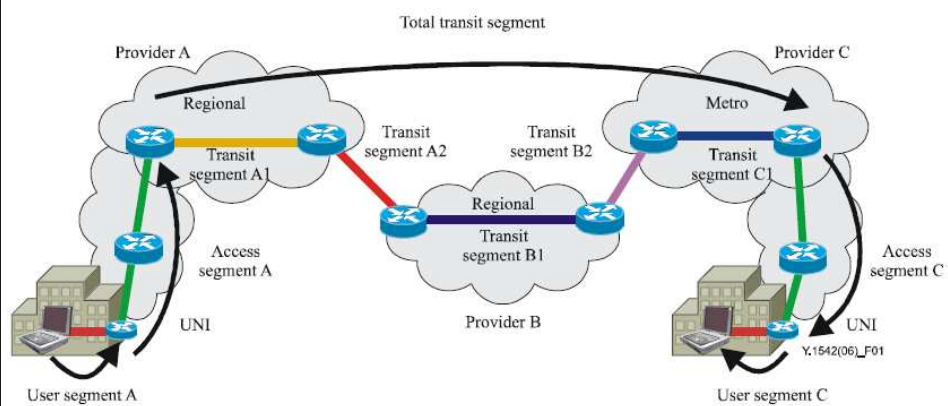


Figure 1/Y.1542 – Example topology for impairment allocation

## Декомпозиция показателей QoS (2)

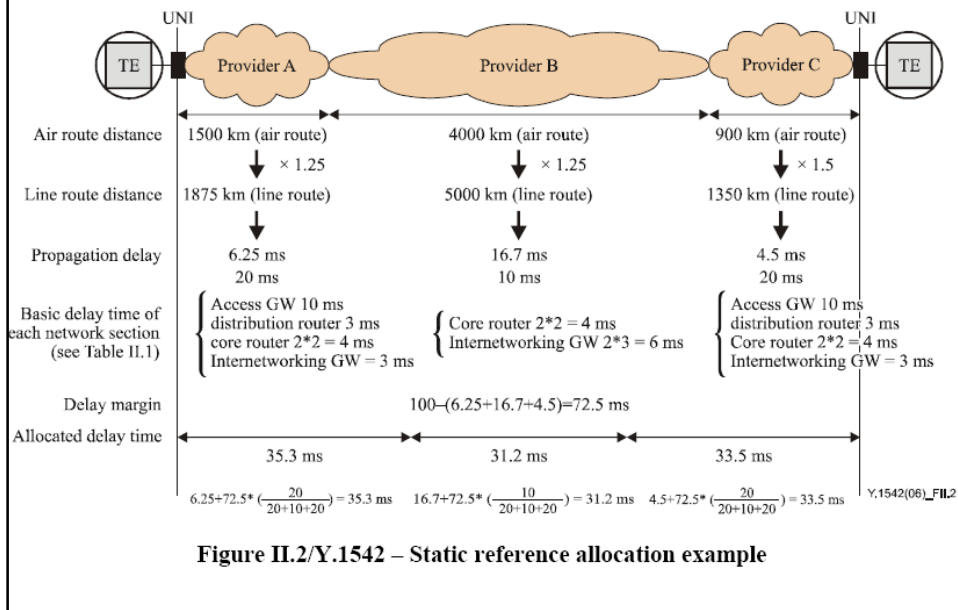


Figure II.2/Y.1542 – Static reference allocation example

## Характер входящего потока заявок



## Количество обслуживающих линий

При использовании приоритетных дисциплин:

$$V = 1$$

При использовании  $N$  отдельных очередей:

*$N$  однолинейных систем*

## Расчет характеристик СсМО

"Легко" исследуемая СсМО: совокупность систем  $M / M / 1$

Одна из интересных задач: **оценка ошибки при переходе к моделям вида  $G/G/1$  для вычисления характеристик СсМО.**

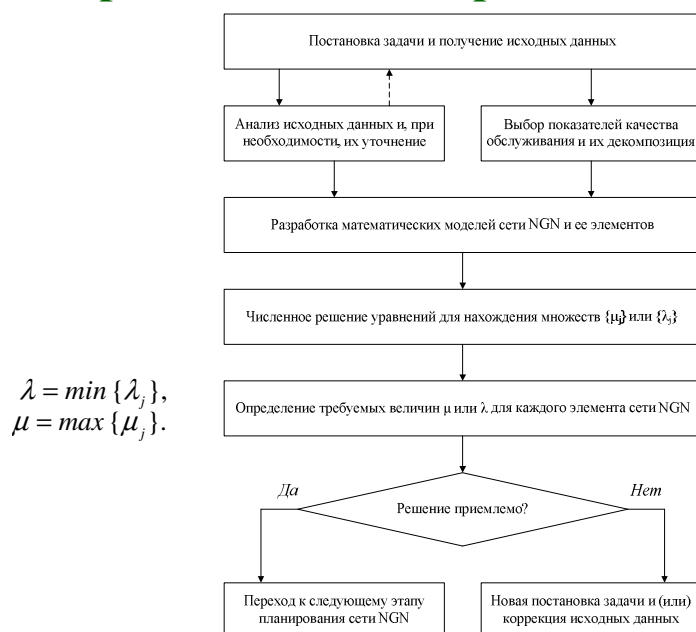
Основание для замены модели: **ошибка оценки функции распределения времени задержки заявок  $S(t)$  растет при повышении  $t$ , а ошибка при расчете квантиля снижается.**

Асимптотические оценки: **поведение СсМО определяется характеристиками наиболее загруженной СМО (так называемое "узкое горло").**

## Разработка методов расчета СМО (1)

1. Исследование систем вида  $G/G/V/n/f_1$  методом имитационного моделирования.
2. Аппроксимация результатов моделирования за счет результатов, полученных для более простых моделей, и оценка возникающих ошибок.
3. Исследование алгоритмов, отличных от *FIFO* и относительных приоритетов, для изучения соответствующих процессов в оборудовании NGN.

## Разработка методов расчета СМО(2)



### Разработка методов расчета СМО (3)

$$S^{(1)} = \frac{1}{\mu_1 - \lambda} \Rightarrow \mu_1 = \lambda + \frac{1}{S^{(1)}}.$$

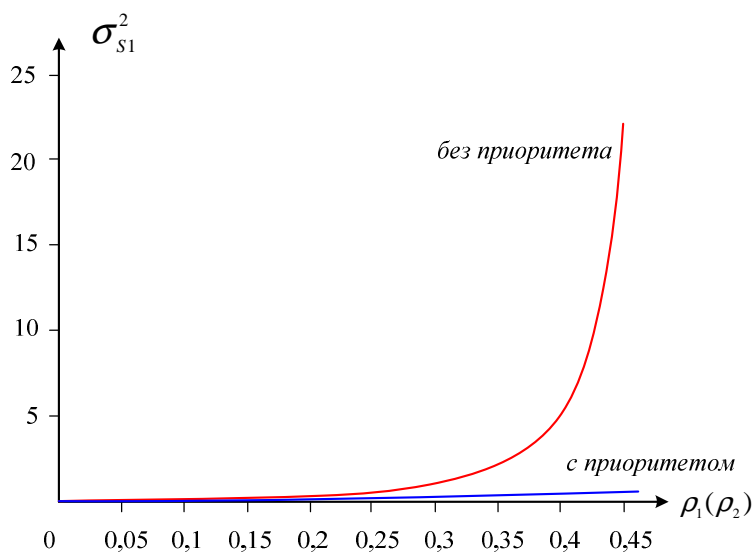
$$\pi = e^{-(\mu_2 - \lambda)\tau} \Rightarrow \mu_2 = \lambda - \frac{\ln(\pi)}{\tau}.$$

$$\mu = \max\{\mu_1, \mu_2\}.$$

В любом случае:  $\mu = \lambda + C$ .  $C \neq f(\lambda)$ .

Для систем с потерями:  $V \approx \alpha Y + \beta$ .

### Разработка методов расчета СМО (4)



**Планирование сетей связи  
последующего поколения.  
Методы расчета**

**Вопросы?**

**Дополнительная информация на сайтах:**

<http://www.protei.ru>

<http://www.niits.ru>

<http://nicksokolov.narod.ru>