



Управление перегрузкой: ТСР Tahoe

Введение в компьютерные сети

проф. Смелянский Р.Л.
Лаборатория Вычислительных комплексов
ф-т ВМК МГУ

Три основных вопроса

- 1. Когда следует посылать новые данные?*
- 2. Когда следует посылать данные повторно?*
- 3. Когда надо отправлять подтверждения?*

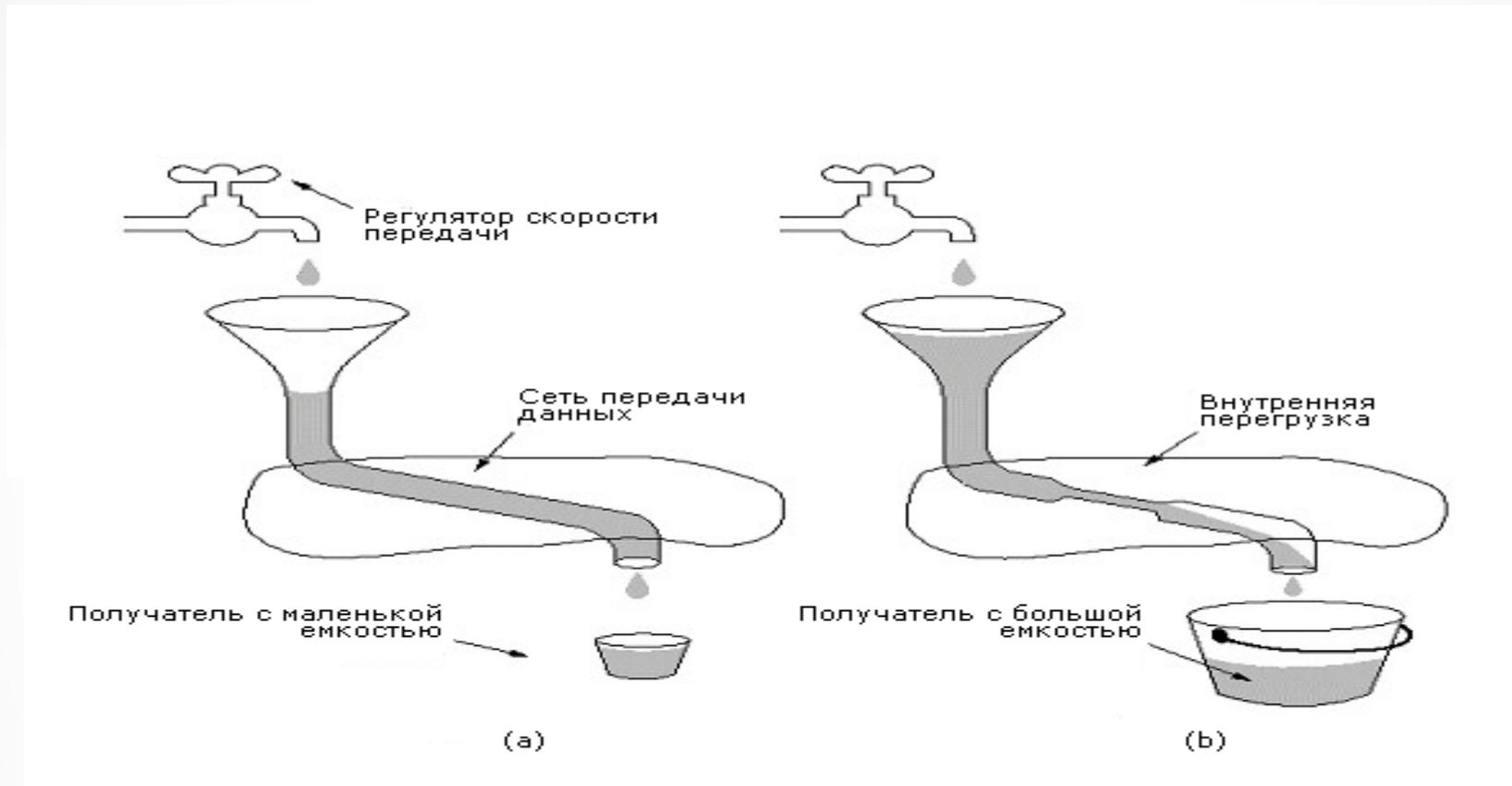
ТСР история

- 1974 - 3-х кратное рукопожатие
- 1978 - ТСР разделяют на ТСР и IP
- 1986 - Интернет страдает от перегрузок
- 1987 - Ван Якобсон предлагает ТСР Tahoe
- 1990 - Добавляются режимы быстрого восстановления и быстрой повторной передачи (Reno)

TCP Pre-Tahoe

- *Получатель устанавливает размер окна управления потоком (размер скользящего окна)*
- *Отправитель шлет пакеты, число которых полностью соответствует размеру скользящего окна*
- *На каждый пакет устанавливается таймер*
- *Проблема: что будет если размер окна превышает пропускную способность сети?*

Проблема



ТСР образца 1986

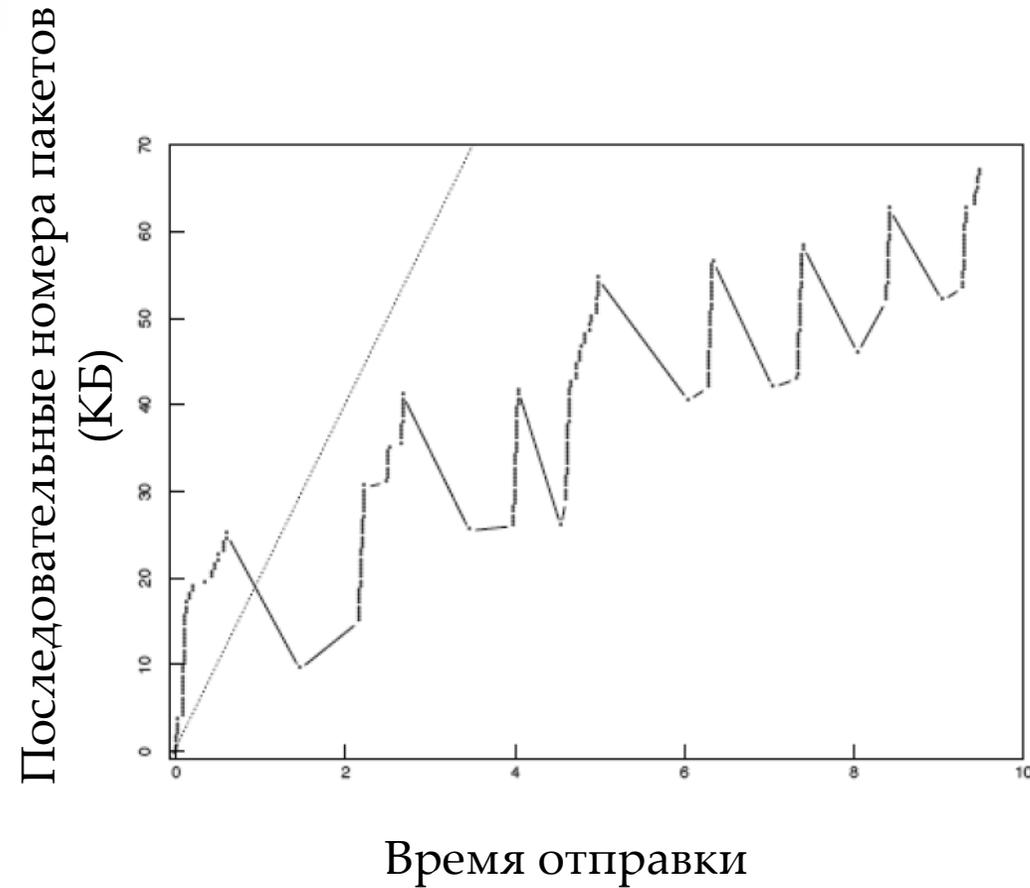


Рисунок из статьи ван Якобсона и Карела

Три усовершенствования ТСР

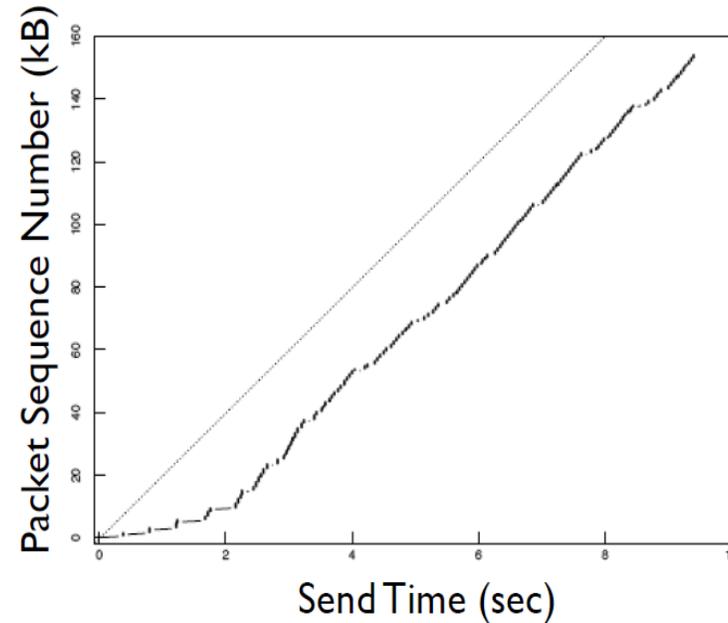
- *Окно перегрузки (CWND)*
- *Оценка Time_out*
- *Автосинхронизация (Self-clocking)*

Окно перегрузки (TCP Tahoe)

- **Отправитель**
 - узнает от получателя *FCWND (Flow Control WND)*
 - оценивает размер *CWND*
- **Окно отправителя = $\min(FCWND, CWND)$**
- **Разделение фазы управления перегрузкой на две**
 - Медленный старт
 - Предотвращение перегрузки - стабилизация

Медленный старт

- Медленный старт
 - $CWND = MSS$
 - На каждый ACK увеличиваем окно на MSS
- Экспоненциально увеличиваем (удваиваем) размер окна перегрузки, прощупывая возможность сети
- «медленный» по сравнению с изначальным алгоритмом



Предотвращение перегрузки

- **Медленный старт**
 - Увеличиваем $CWND$ на MSS на каждое подтверждение
 - Экспоненциальный рост (за RTT удваиваем $cwnd$) пока не достигнем порога ($cwnd/2$ в предыдущей фазе предотвращения перегрузки)

- **Предотвращение перегрузки**
 - Увеличиваем окно перегрузки только на $MSS^2 / CWND$ при каждом подтверждении
 - За каждый RTT ($cwnd/MSS$) увеличиваем $cwnd$ на MSS
 - Линейный рост

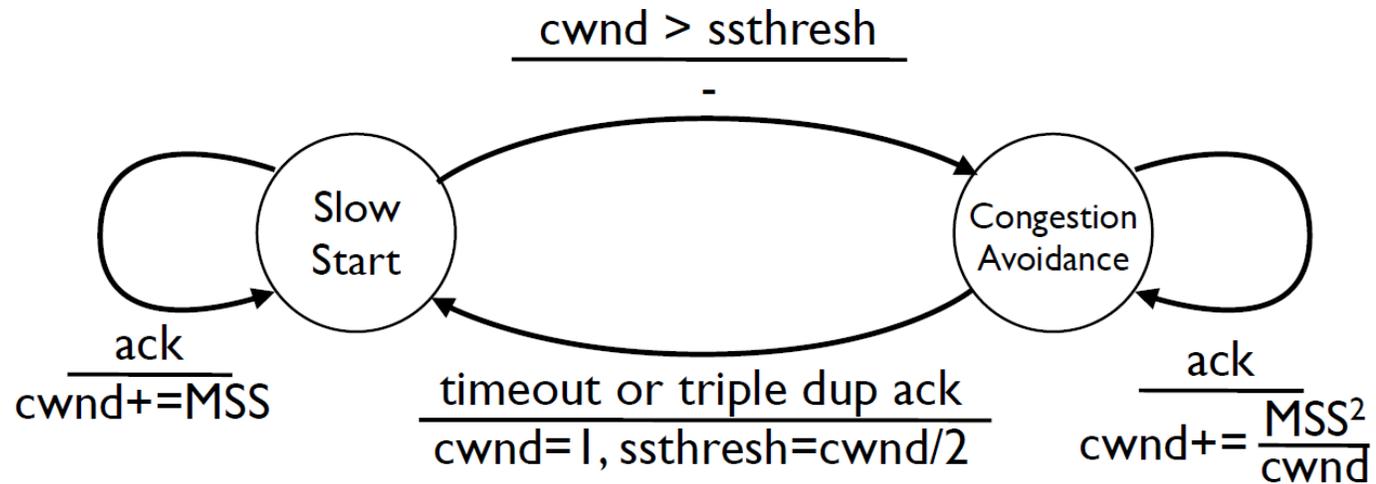
Пример управление перегрузками



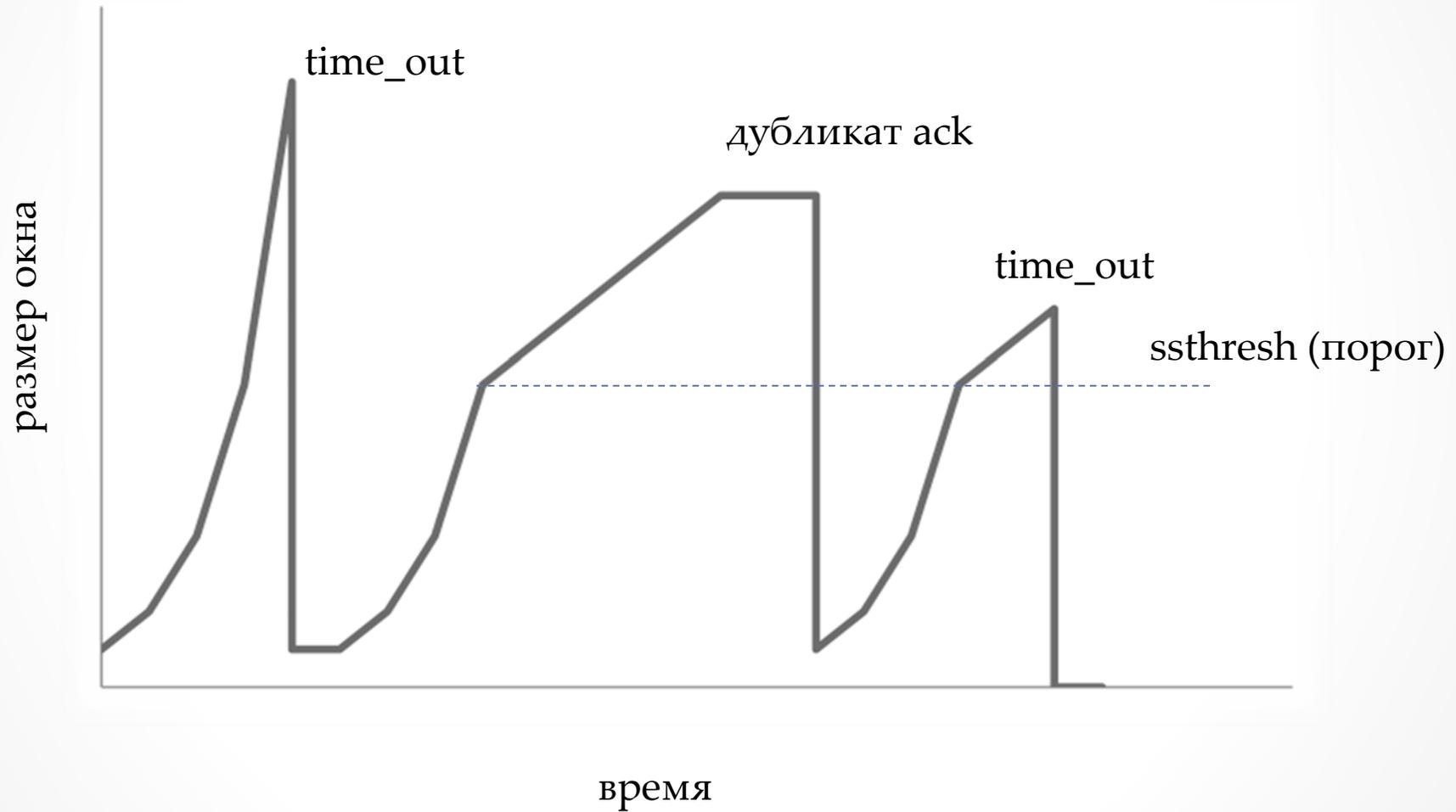
Стратегия Tahoe

- **Стратегия:**
 - *Используя медленный старт, быстро нащупать доступную пропускную способность сети*
 - *Приблизившись к насыщению, перейти в режим предотвращения перегрузки, очень осторожно пробирая возможность роста*
- **Три сигнала:**
 - *Рост номеров уведомлений - передача данных идет хорошо*
 - *Повторные уведомления - где-то произошла задержка/потеря данных, прекратить увеличение окна перегрузки*
 - *Если наступил `Time_out` или три раза получили ACK с одним и тем же номером, то устанавливаем порог = $cwnd/2$, $cwnd = 1$ и переходим в фазу медленного старта*
 - *Если пришло ACK с нужным номером, то продолжаем в фазе предотвращения перегрузки*

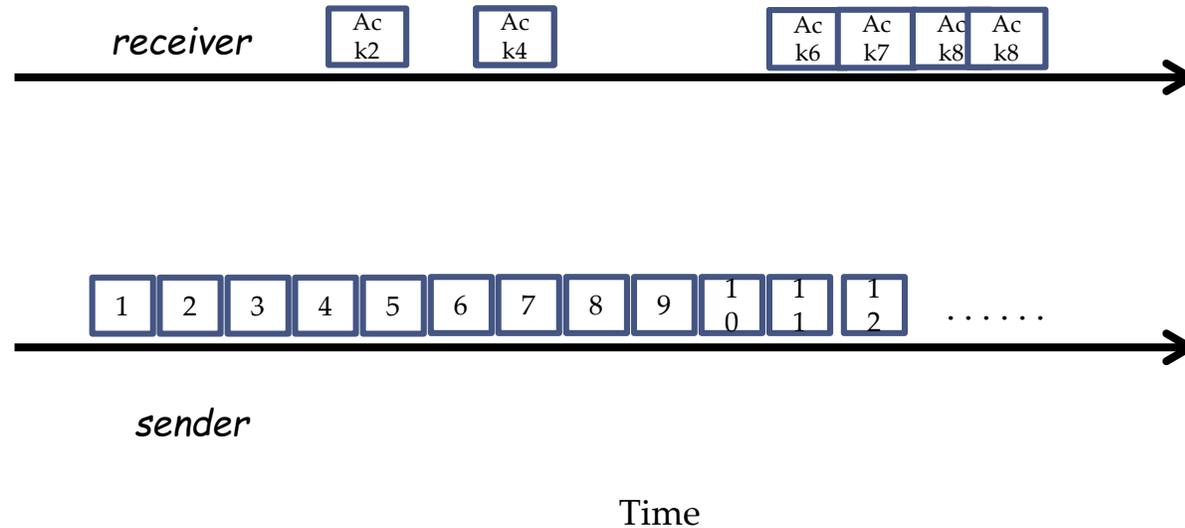
Диаграмма состояний ТСП Tahoe



Динамика ТСР Tahoe



Пример работы TCP Tahoe



Оценка time-out

- *RTT измерение критично для оценки time-out*
 - *Если слишком коротко - впустую тратим ресурсы сети на повторные передачи, «ломаем» медленный старт*
 - *Если слишком длинный - зря тратим ресурсы на ожидание*
- *Трудности -*
 - *RTT меняется очень динамично*
 - *RTT сильно зависит от загрузки (load) сети*

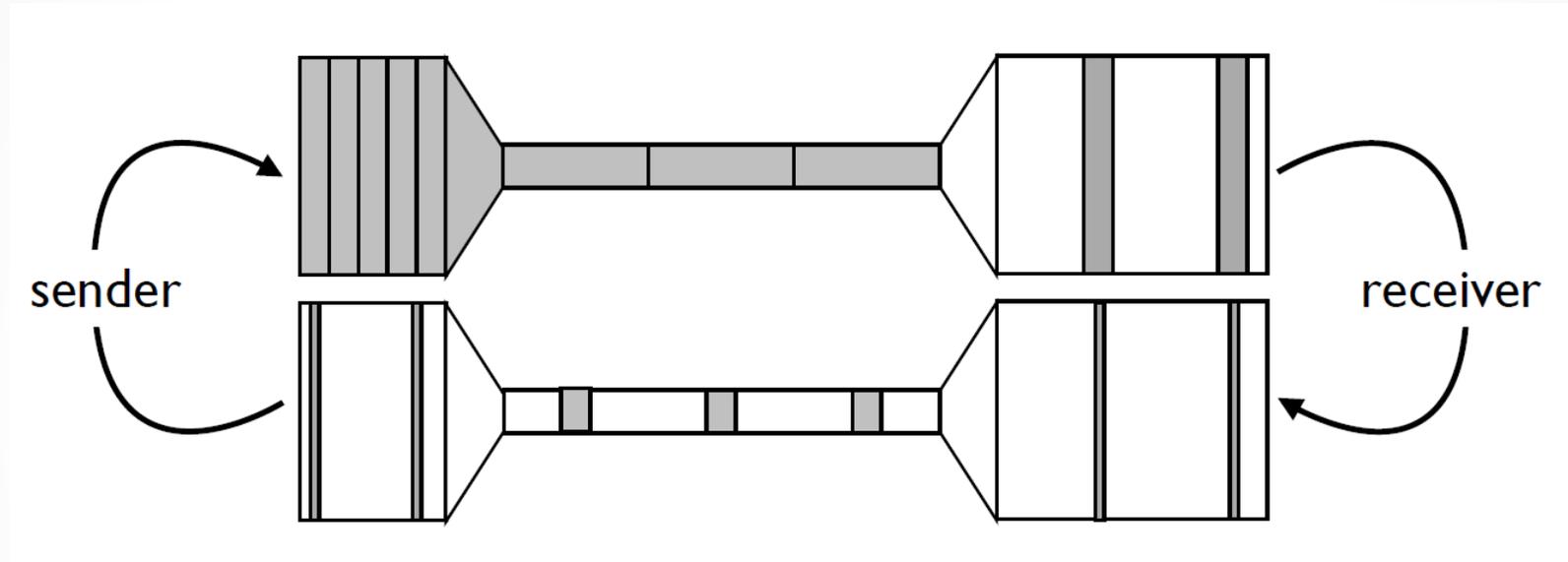
Pre Tahoe time_out

- r - начальная оценка RTT из соображений здравого смысла
- m - измерение RTT для последнего подтвержденного пакета
- Вычисляем взвешенное среднее - $r = \alpha r + (1 - \alpha)m$,
где $0 < \alpha < 1$
- $Time_out = \beta r$, где $\beta = 2$
- В чем проблема?

TCP Tahoe time-out (т.2 стр.132-134)

- r - начальная оценка RTT из соображений здравого смысла
- t - измерение RTT для последнего подтвержденного пакета
- Ошибка - $e = t - r$, где t измерение для последнего аск.
- Вычисляем $r = \alpha r + (1 - \alpha)t$, где $\alpha \sim 0.25$
- Измеряем вариацию - $v = \alpha v + (1 - \alpha)|e|$
- $time-out = r + \beta \times v$, где $\beta = 4$.
- В случае повторной передачи $RTO = \beta * time-out$

Самонастройка



Принципы самонастройки

- *Отправлять данные только после того, как предыдущие покинули сеть*
- *Посылать данные только при получении уведомления*
- *Отправлять уведомления как можно быстрее - это важно!*

Прочсть «Congestion Avoidance and Control» van Jacobson and Karels