

Разработка, реализация и анализ
производительности модифицированного
транспортного протокола

Сивов Анатолий Александрович

TCP и его модификации

- TCP — RFC 793, 1981г.
- TCP Vegas
- FAST TCP
- TCP Veno
- TCP Westwood+
- ARTCP

Цель работы

Разработать протокол транспортного уровня, который:

- совместим с TCP и может использоваться как «прозрачная» замена TCP
- эффективно использует имеющуюся пропускную способность сети
- уступает другим протоколам необходимую им долю пропускной способности сети
- не приводит к росту задержек при передаче данных
- избавлен от недостатков протоколов, использующих алгоритм борьбы с перегрузкой, основанный на измерении RTT

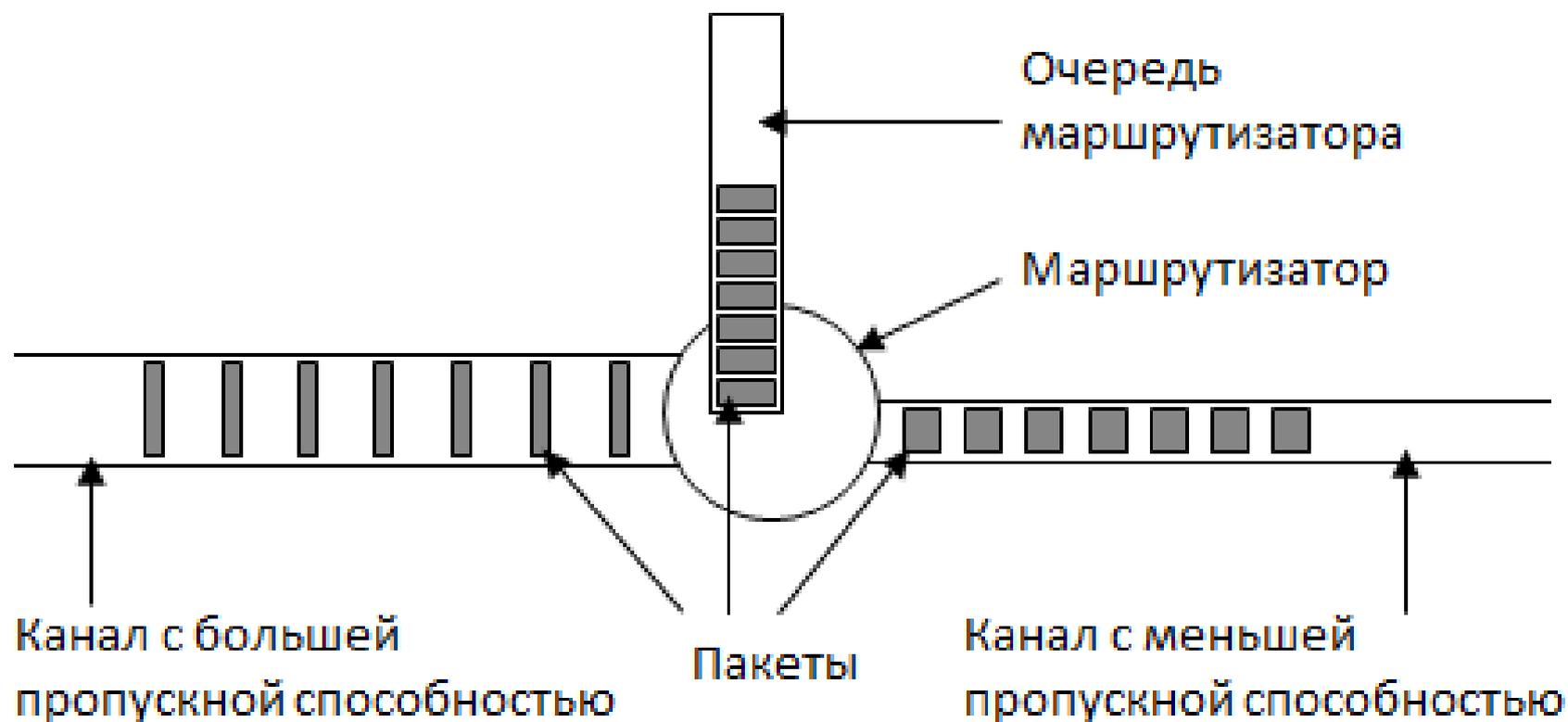
Полученные результаты

- Разработан алгоритм оценки доступной пропускной способности сети
- Разработан алгоритм управления потоком данных
- Разработан протокол TCP TIPS
- Создана программная модель протокола TCP TIPS
- Проведены модельные эксперименты с участием TCP TIPS и различных модификаций TCP

Оценка доступной пропускной способности сети

- Измерение значений межсегментных интервалов
- Обнаружение перегрузки
- Оценка пропускной способности

Передача данных с использованием межсегментных интервалов



Формула оценки доступной пропускной способности

$$B = a \cdot \left(\frac{(I - P) \cdot (a' - a)}{a' \cdot P' - a \cdot P} - 1 \right)$$

где B — доступная пропускная способность;

I — значение межсегментного интервала, использовавшееся отправителем в момент обнаружения перегрузки;

скорость передачи данных:

a — в момент обнаружения перегрузки,

a' — установленная после обнаружения перегрузки;

значение межсегментного интервала, наблюдавшееся получателем:

P — в момент обнаружения перегрузки,

P' — после обнаружения перегрузки

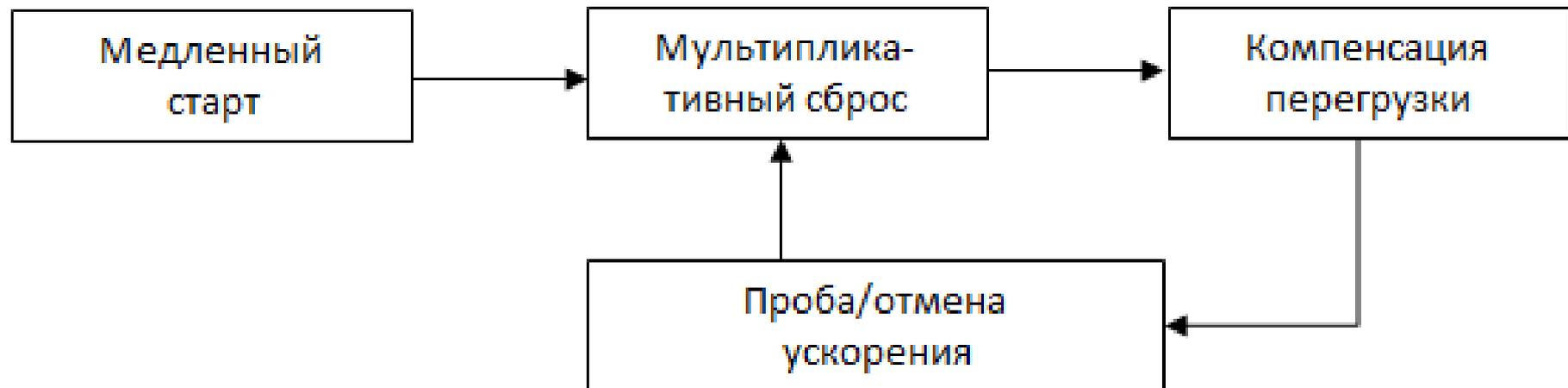
Формулы оценки доступной пропускной способности в TCP TIPS

$$ak = \frac{(\alpha \cdot P' - P)}{(I \cdot (\alpha - 1))}, \quad bk = \frac{\alpha \cdot (P - P')}{(I \cdot (\alpha - 1))}, \quad \text{где } \alpha = \frac{I}{I'}$$

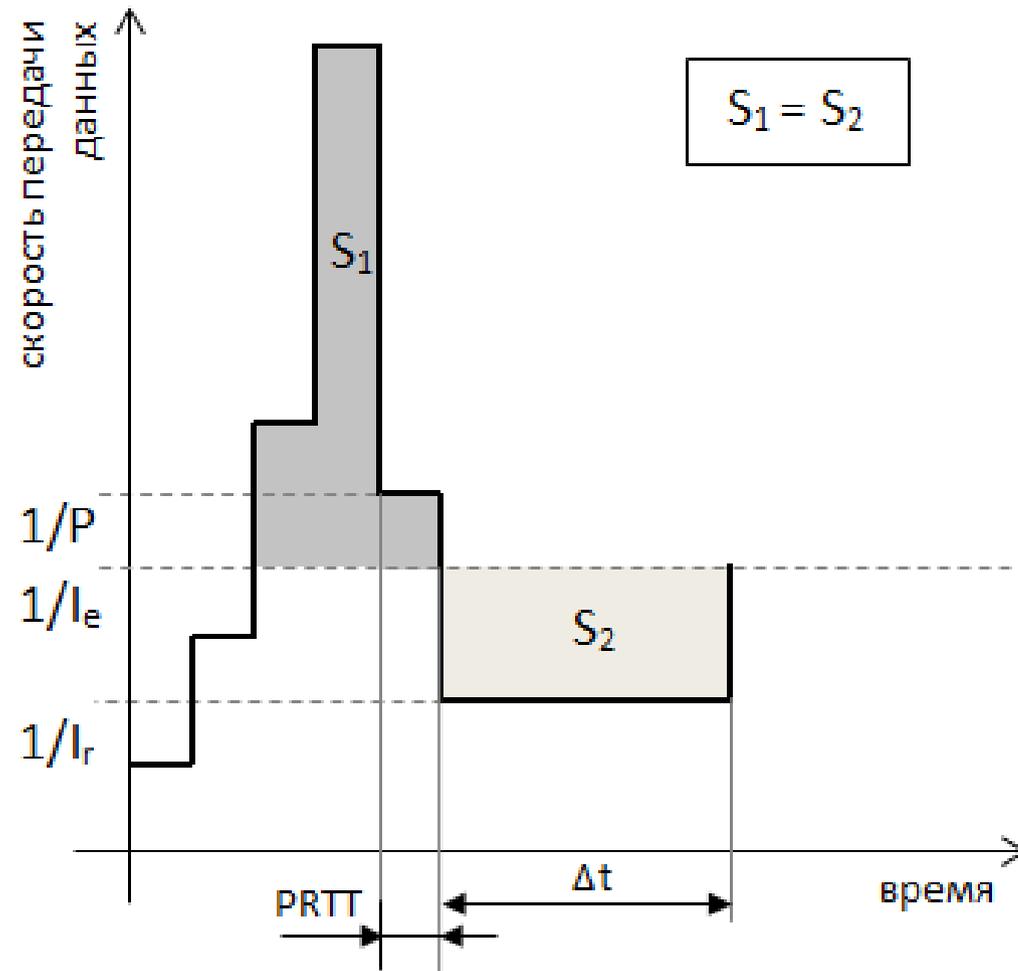
ak — отношение скорости передачи данных к пропускной способности сети;

bk — отношение суммарной скорости передачи данных сторонних соединений к пропускной способности сети;

Взаимодействие режимов работы TCP TIPS



Компенсация перегрузки при выходе из медленного старта



Изменение значения межсегментного интервала в режиме пробы/отмены ускорения

Ускорение:

$$I_n = \min\left\{I', \frac{I}{1 + \beta(I)}\right\}$$

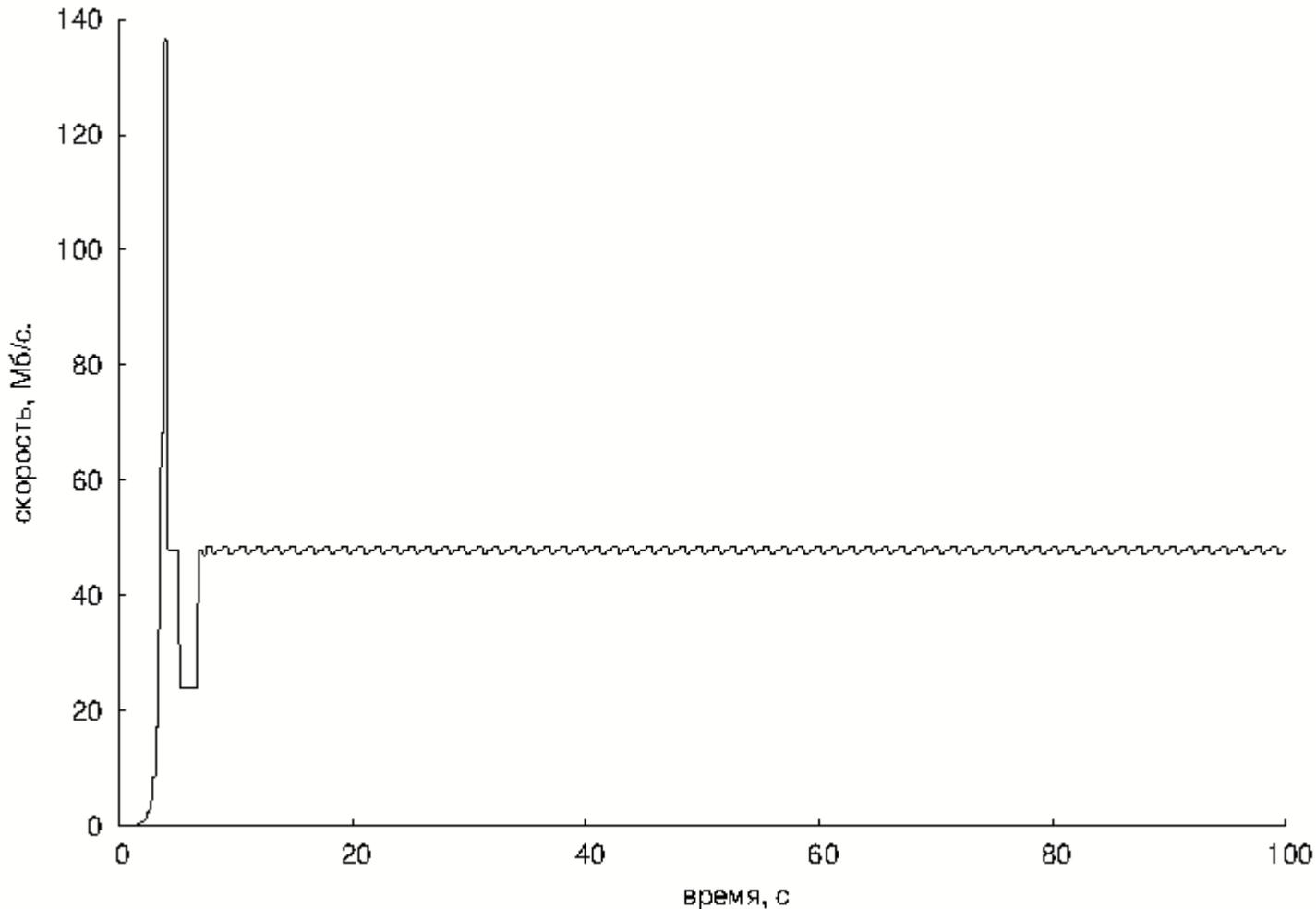
Отмена ускорения:

$$I_n = \frac{I_o}{1 - \beta(I_o)}$$

где $\beta(I)$ - функция ускорения

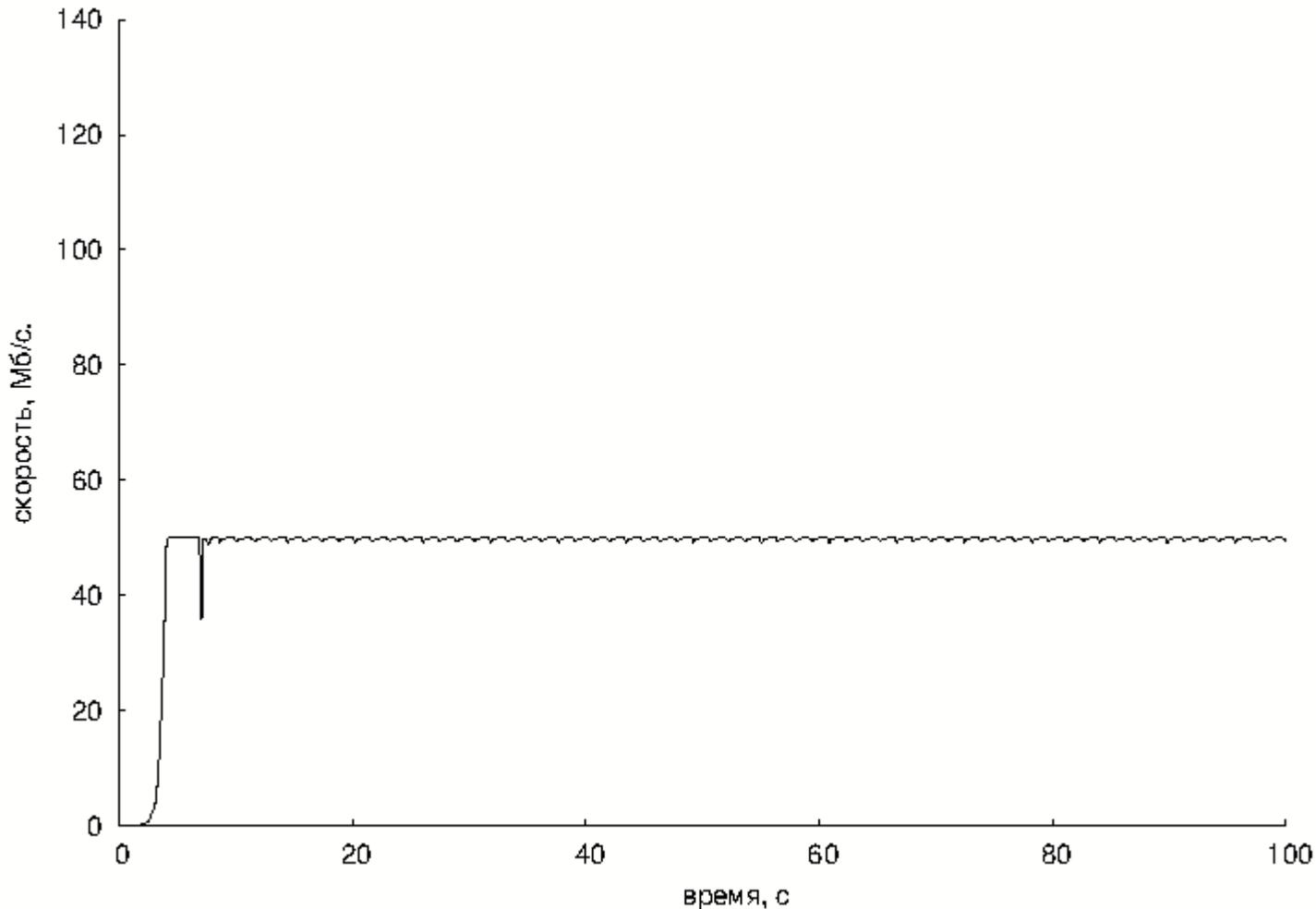
$$\beta(I) = \begin{cases} C \cdot I^{3/2}, & I \leq 1 \\ C, & I > 1 \end{cases}$$

Поведение TCP TIPS в изолированной сети



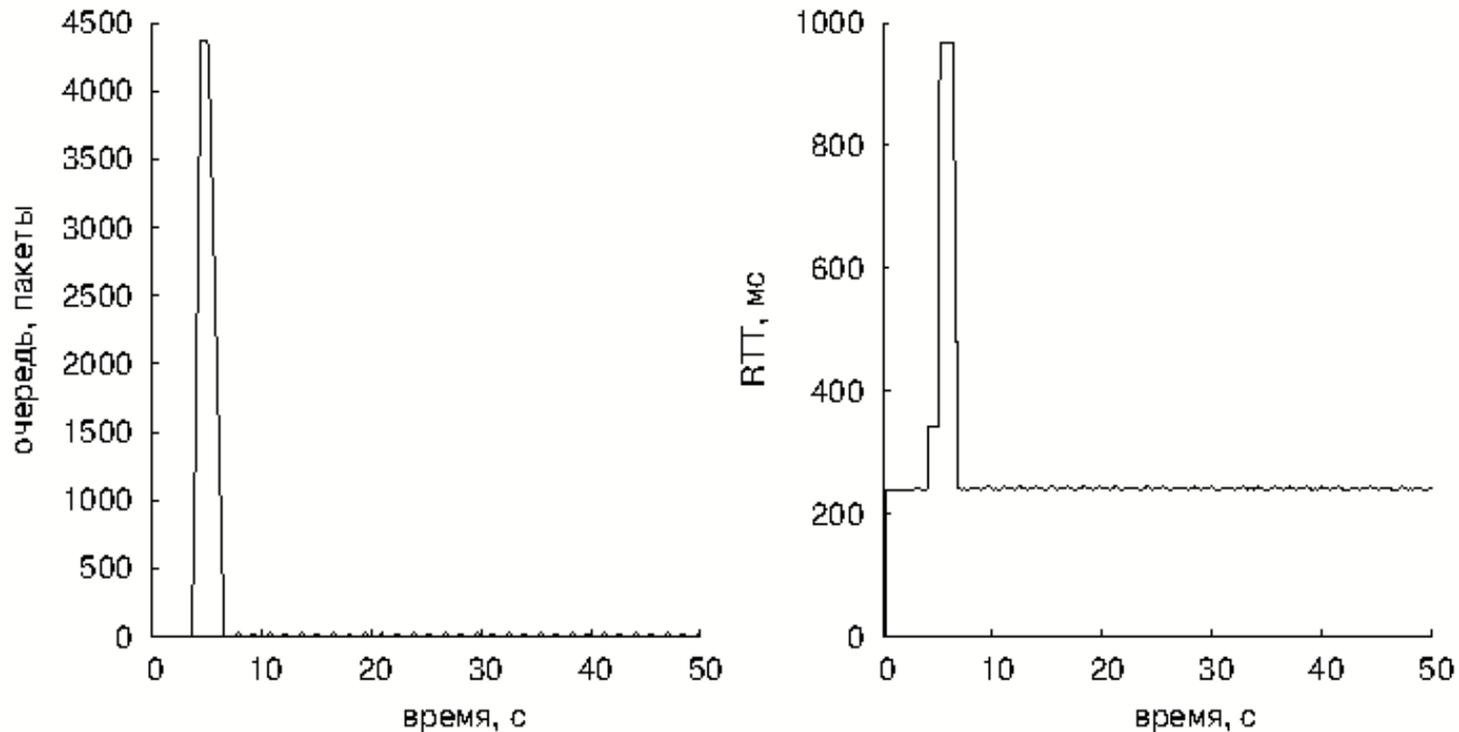
Зависимость скорости передачи данных, устанавливаемой отправителем, от времени при скорости канала 50 Мб/с.

Поведение TCP TIPS в изолированной сети

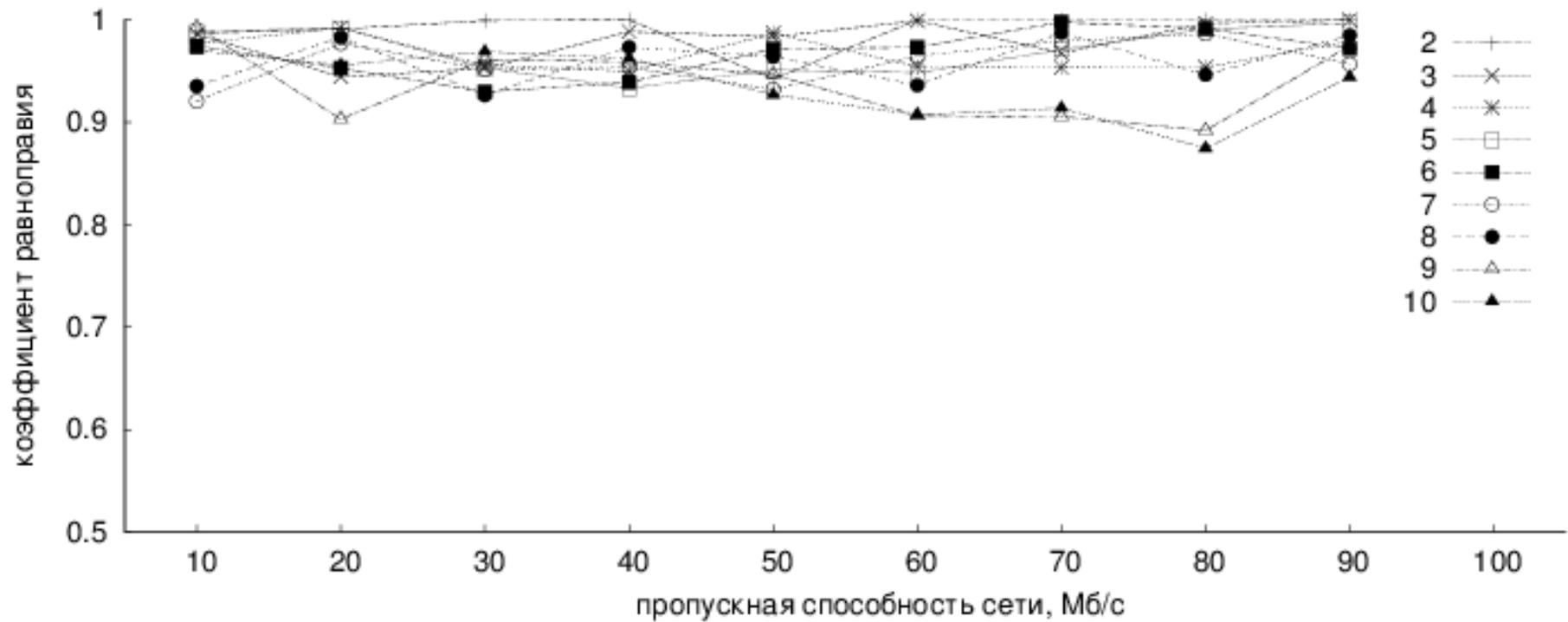


Зависимость полезной пропускной способности от времени при скорости канала 50 Мб/с.

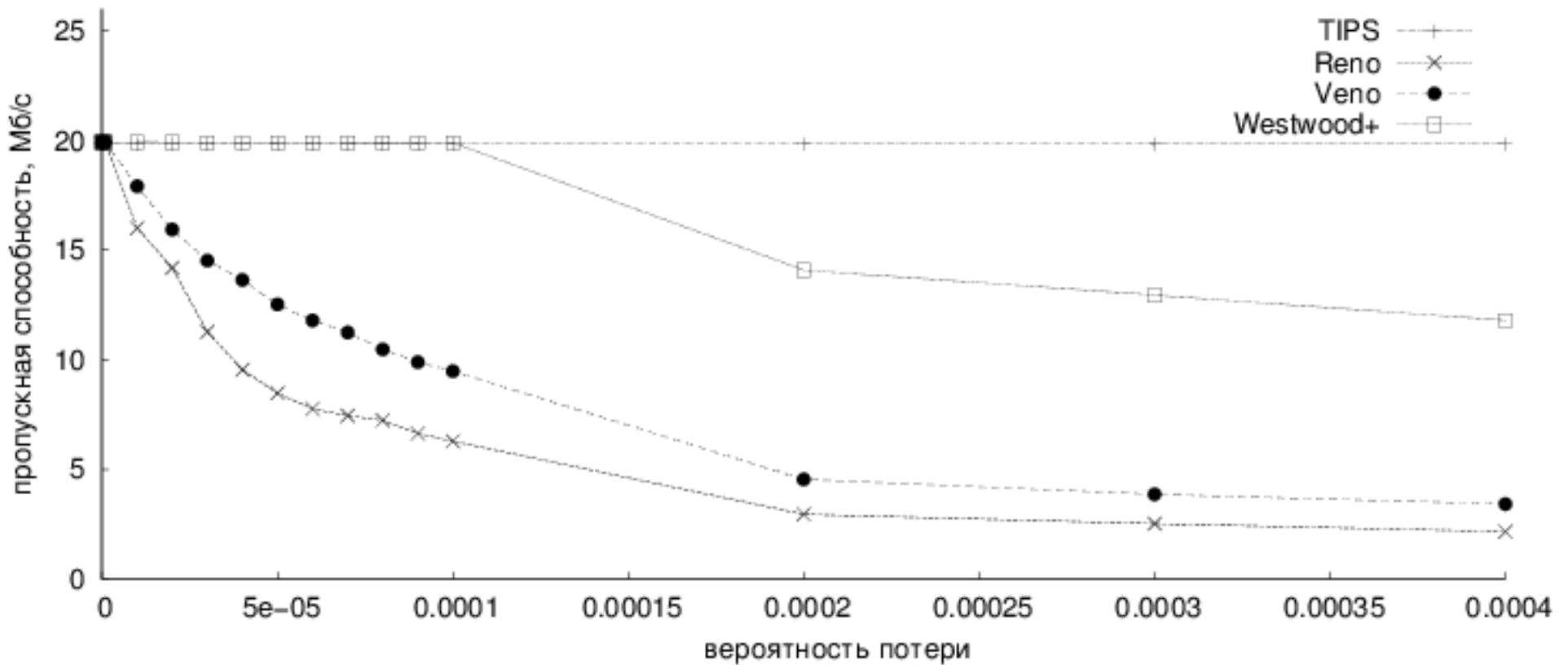
Поведение TCP TIPS в изолированной сети



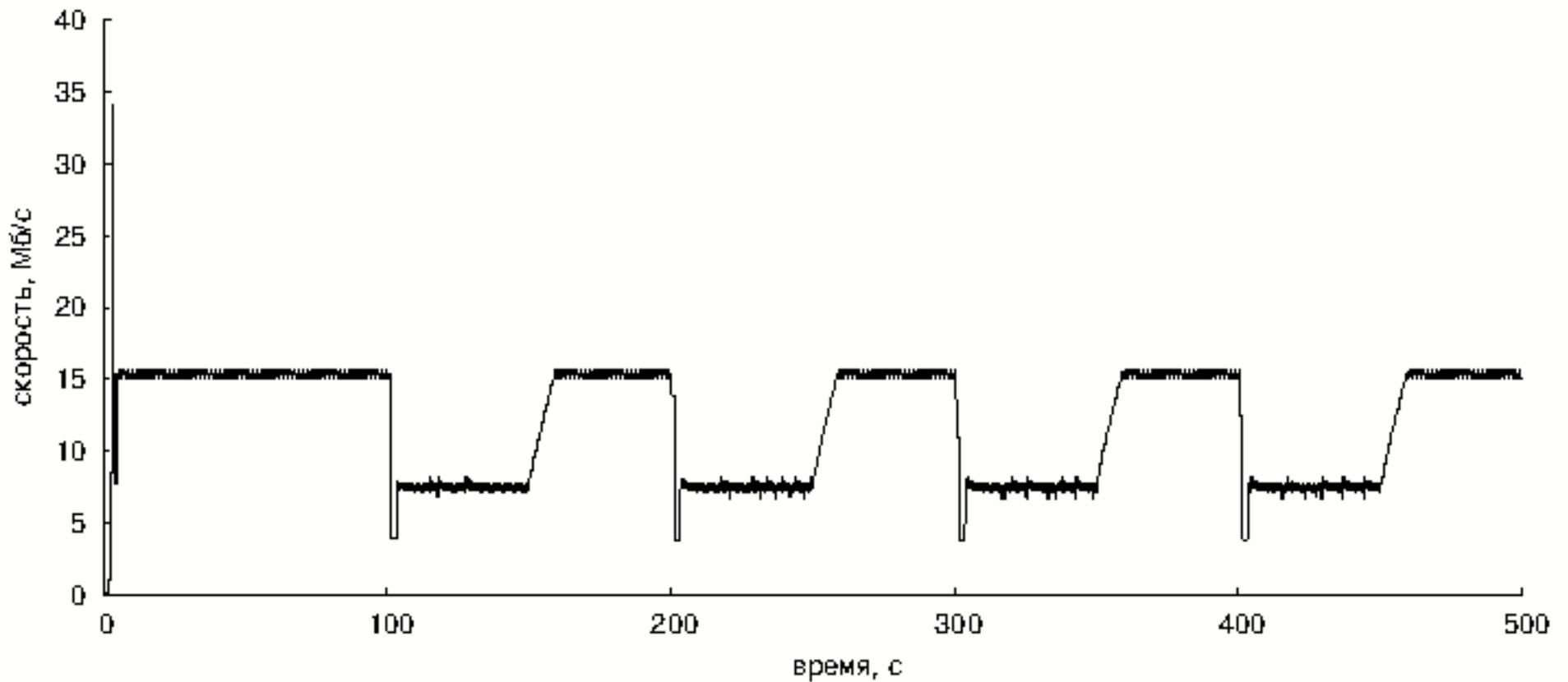
Зависимость RTT и длины очереди от времени при скорости канала 50 Мб/с.



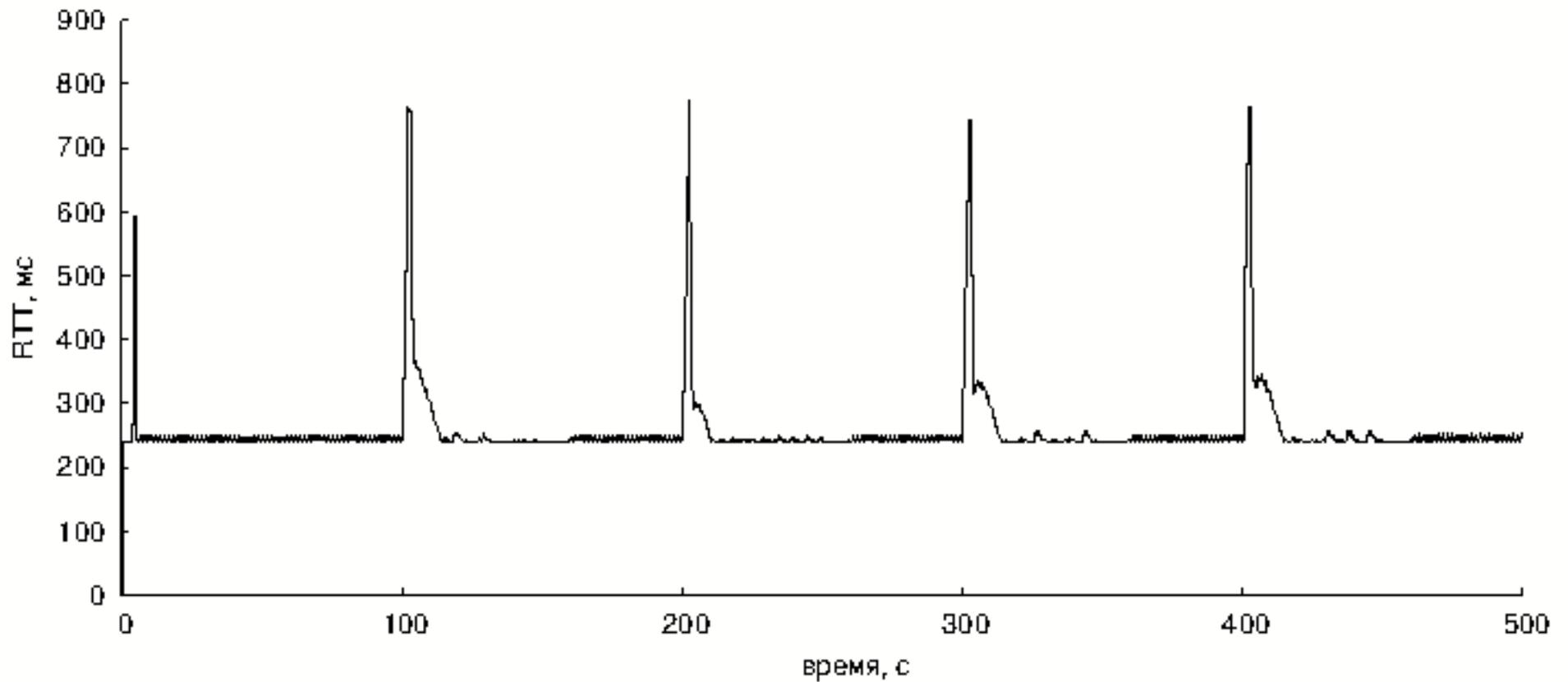
Зависимость коэффициента равноправия от пропускной способности сети для различного числа соединений TCP TIPS.



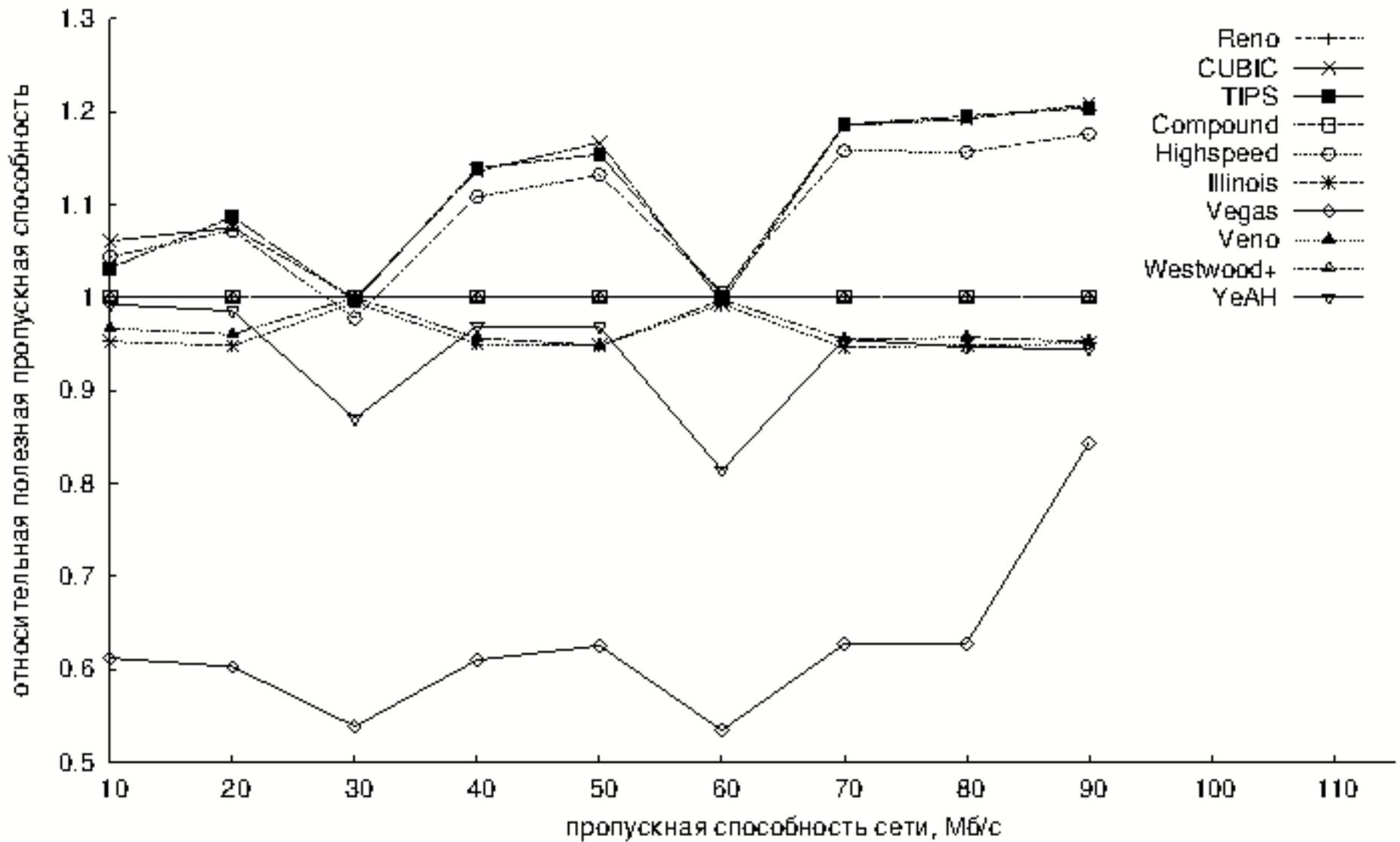
Зависимость полезной пропускной способности от вероятности потери сегмента при пропускной способности сети, равной 20 Мб/с.



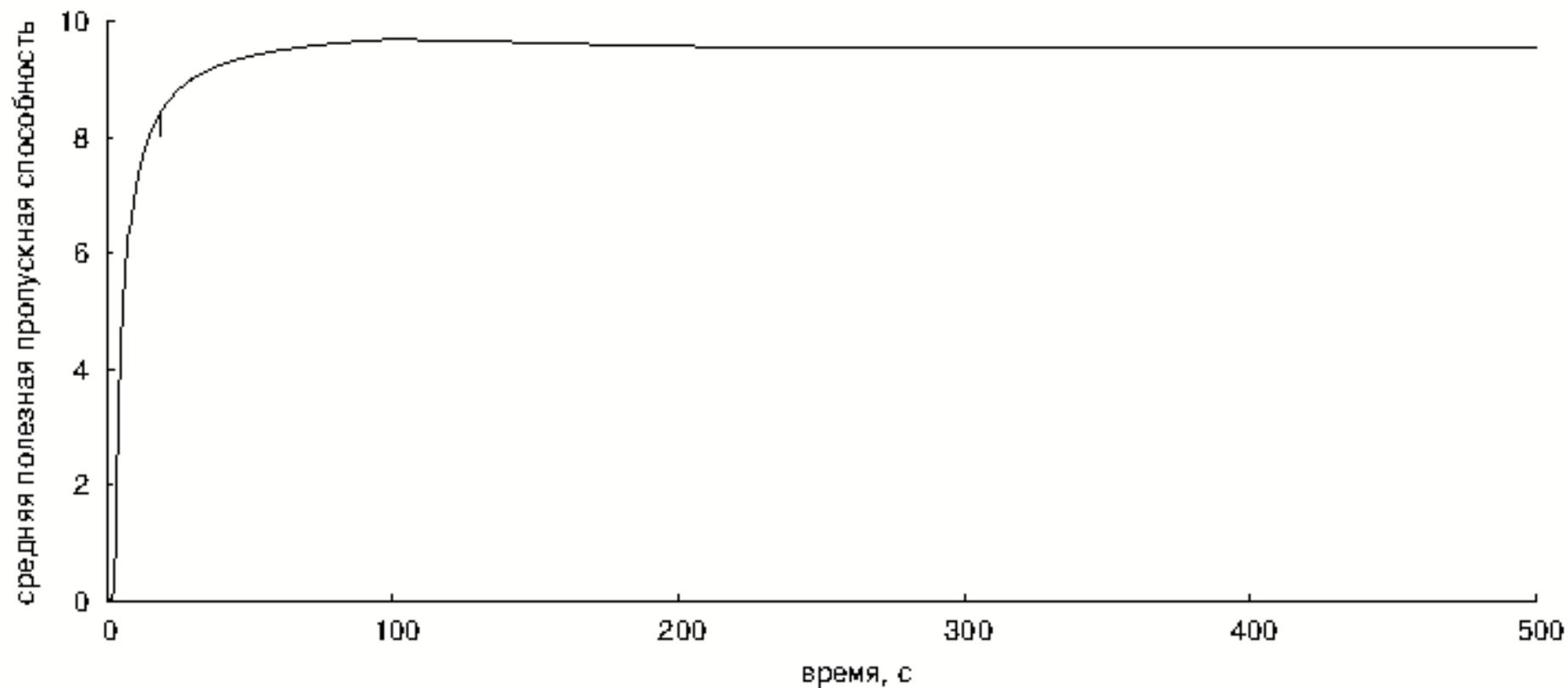
Скорость, устанавливаемая TCP TIPS при включении/выключении стороннего потока, имеющего скорость 8 Мб/с.



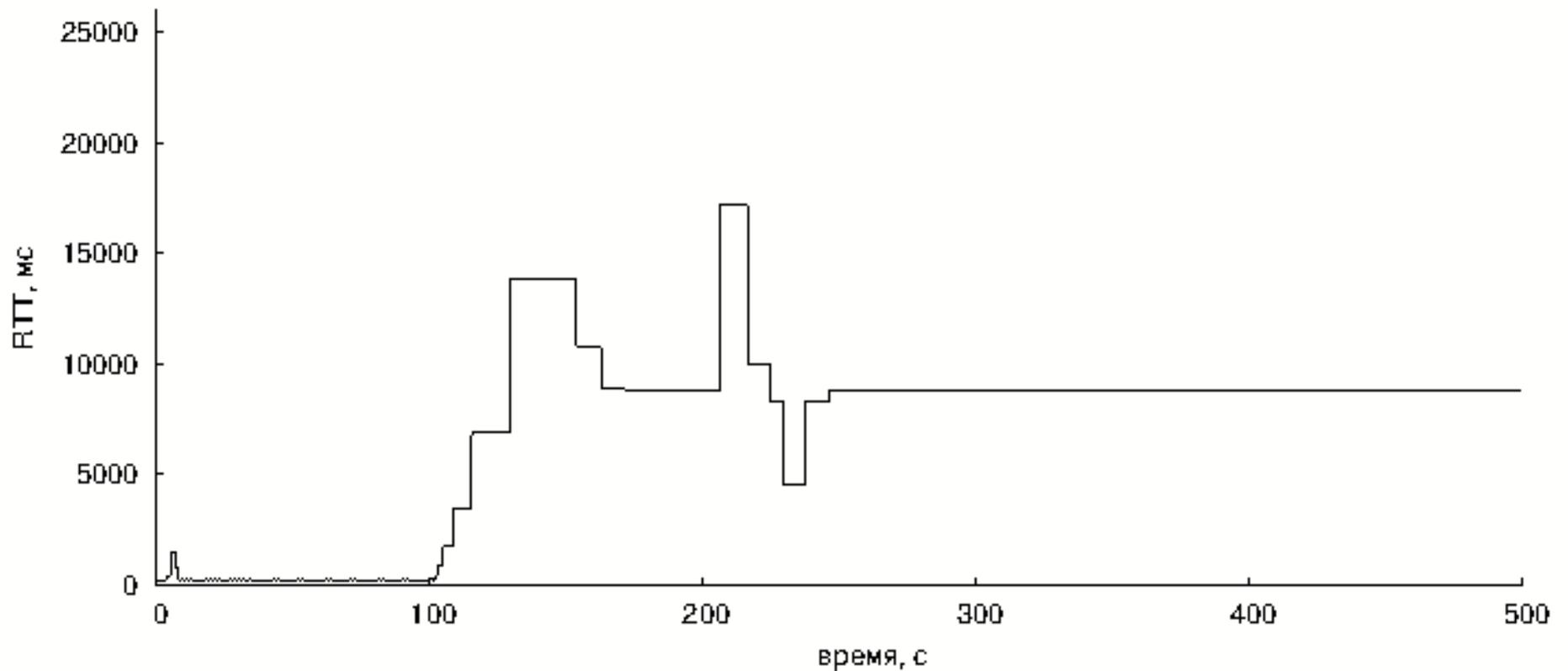
RTT соединения TCP TIPS, наблюдаемое при включении/выключении
стороннего потока, имеющего скорость 8 Мб/с.



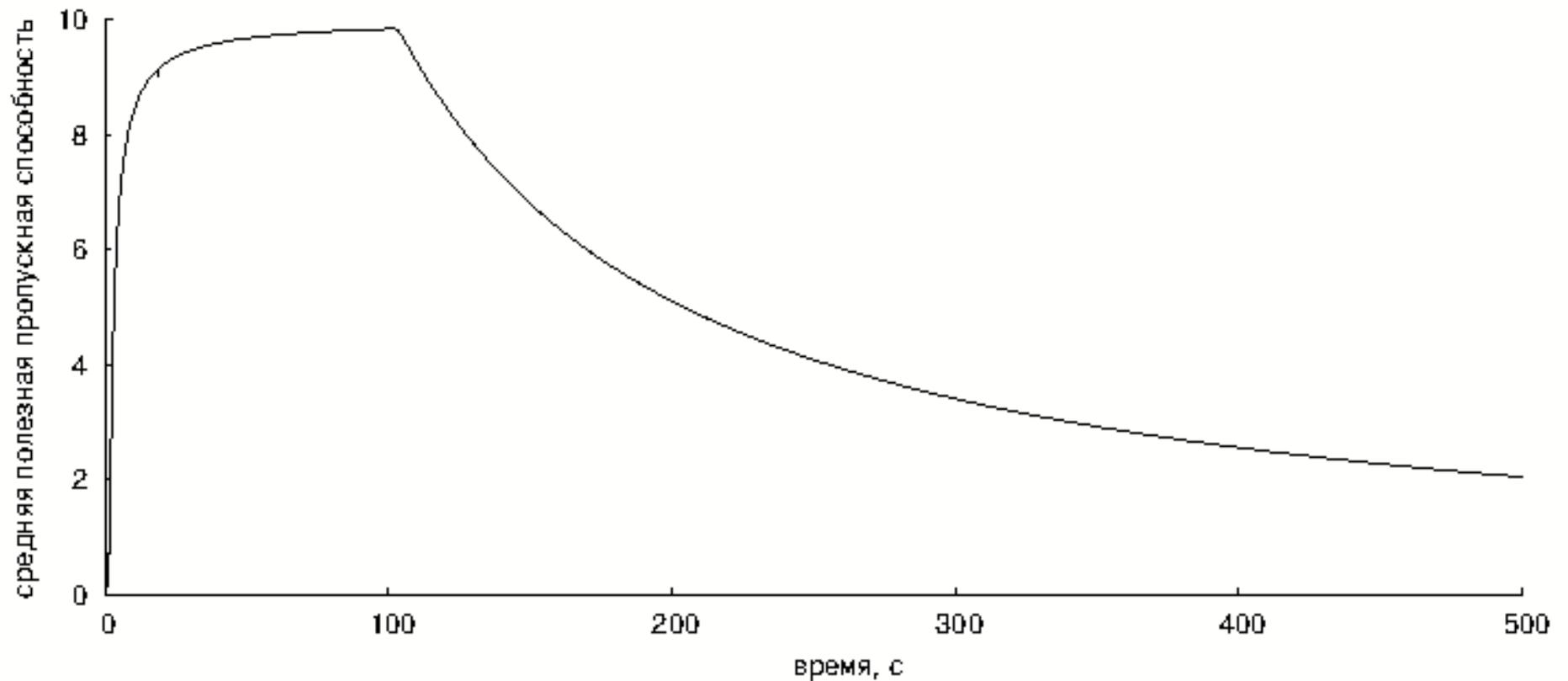
Относительная полезная пропускная способность для 5 соединений.



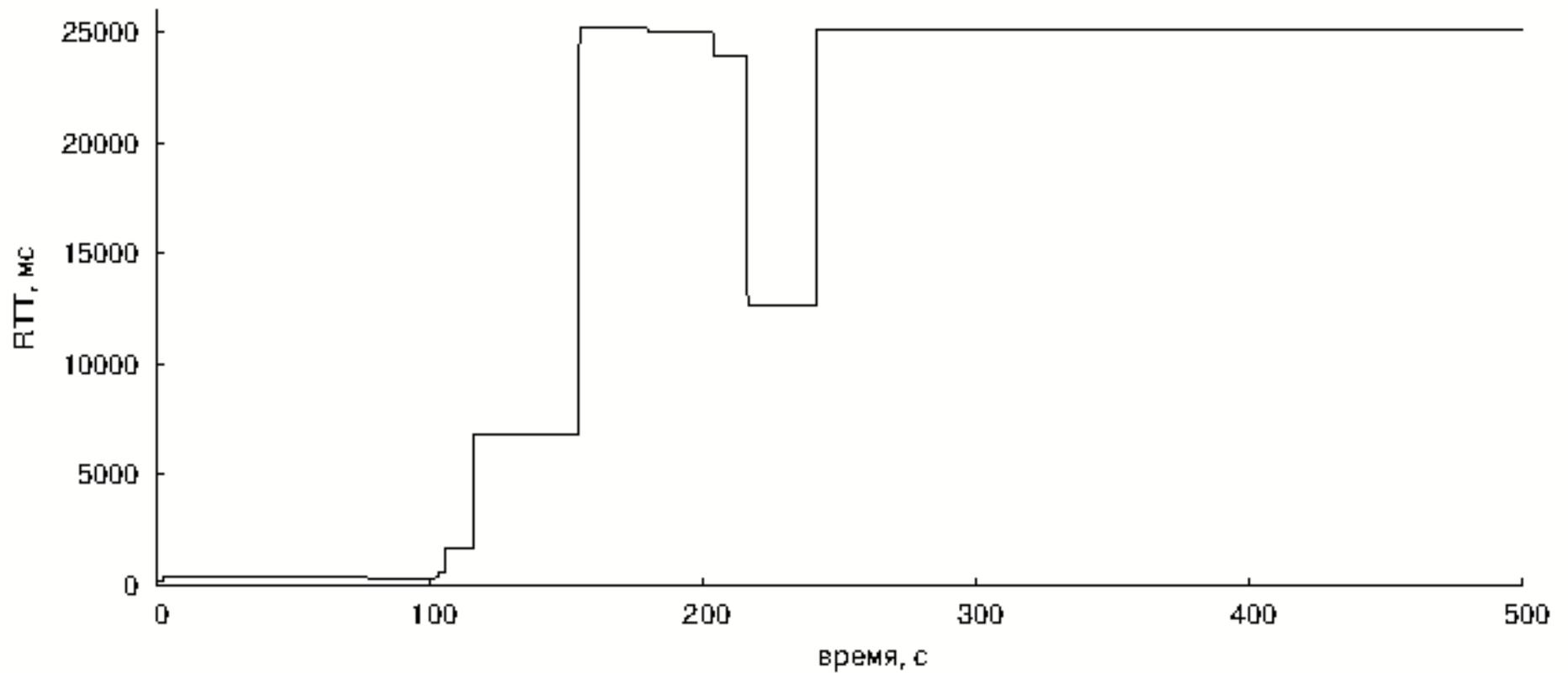
Средняя полезная пропускная способность TCP TIPS при наличии перегрузки в обратном направлении передачи данных.



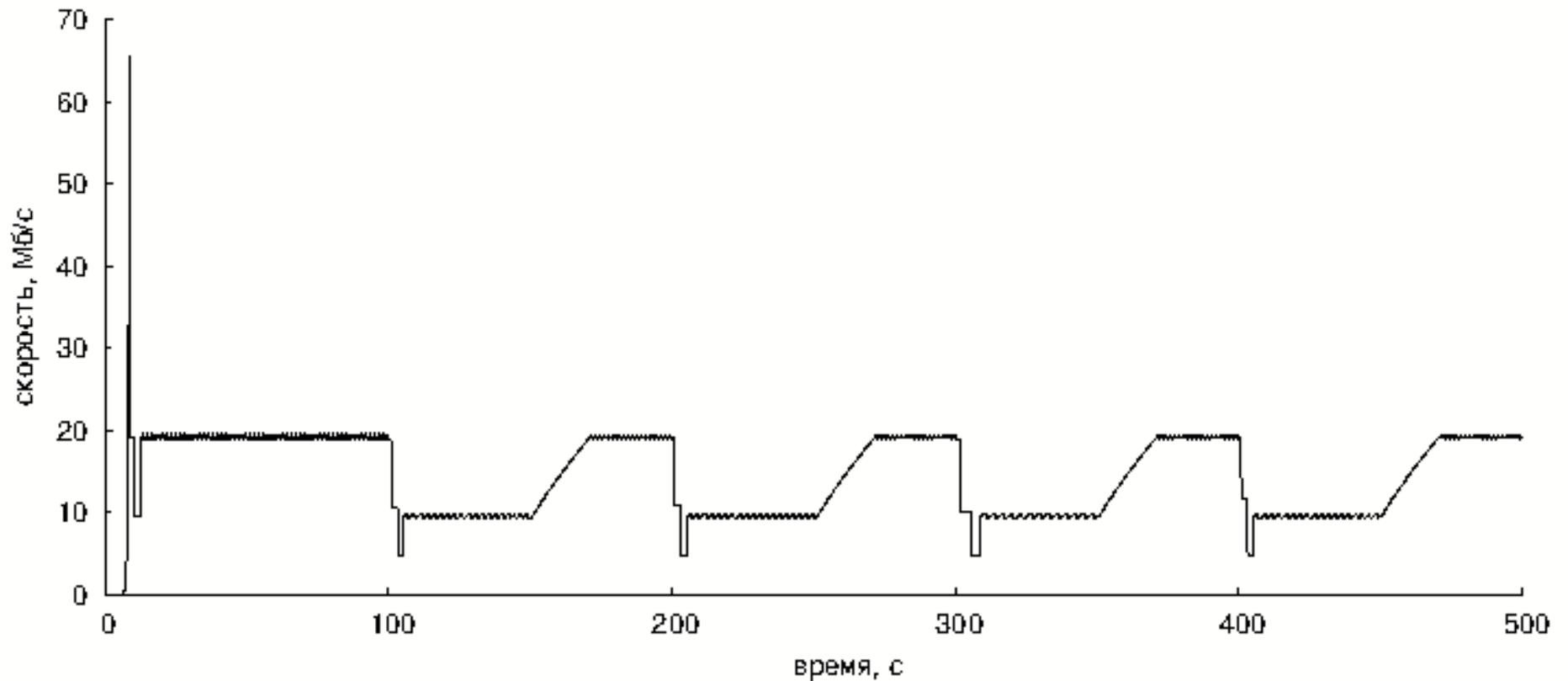
RTT, наблюдаемое в соединении TCP TIPS, при наличии перегрузки в обратном направлении передачи данных.



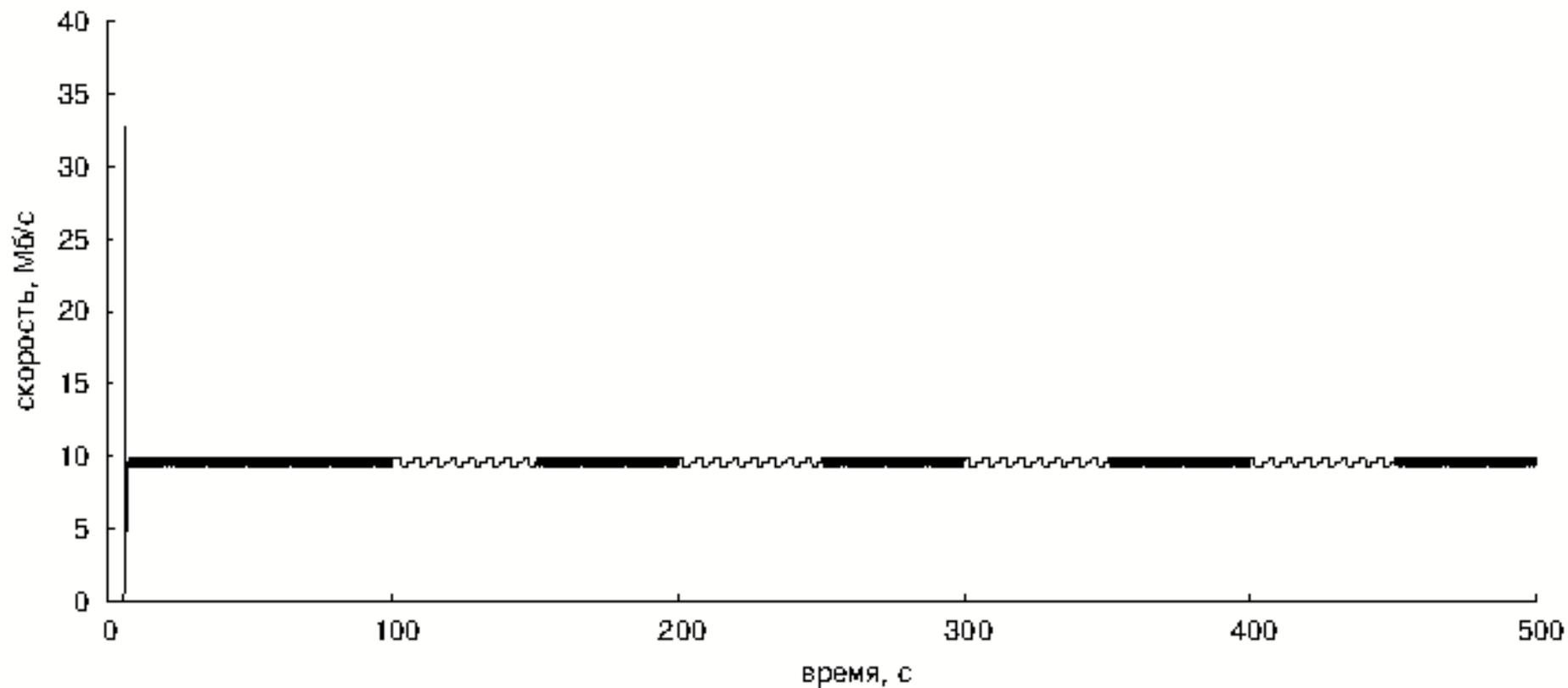
Средняя полезная пропускная способность TCP Vegas при наличии перегрузки в обратном направлении передачи данных.



RTT, наблюдаемое в соединении TCP Vegas, при наличии перегрузки в обратном направлении передачи данных.



Скорость передачи данных, устанавливаемая TCP TIPS, в сети с изменяющейся пропускной способностью.



Скорость передачи данных, устанавливаемая TCP TIPS, в сети с изменяющейся задержкой передачи данных.

Основные выводы

Использованная в TCP TIPS схема борьбы с перегрузкой:

- позволяет добиться низких показателей средней длины очередей маршрутизаторов;
- не имеет проблем, характерных для алгоритмов, основанных на измерении RTT.

Разделение логики управления потоком данных и коррекции ошибок позволяет демонстрировать высокую эффективность работы протокола в сетях с большим количеством потерь.

TCP TIPS в условиях изолированного использования показывает лучшие результаты, чем ряд модификаций TCP.

TCP TIPS способен быстро и эффективно уступать требующуюся долю пропускной способности сети другим протоколам, а также продолжать использовать ее после освобождения.

Спасибо за внимание.