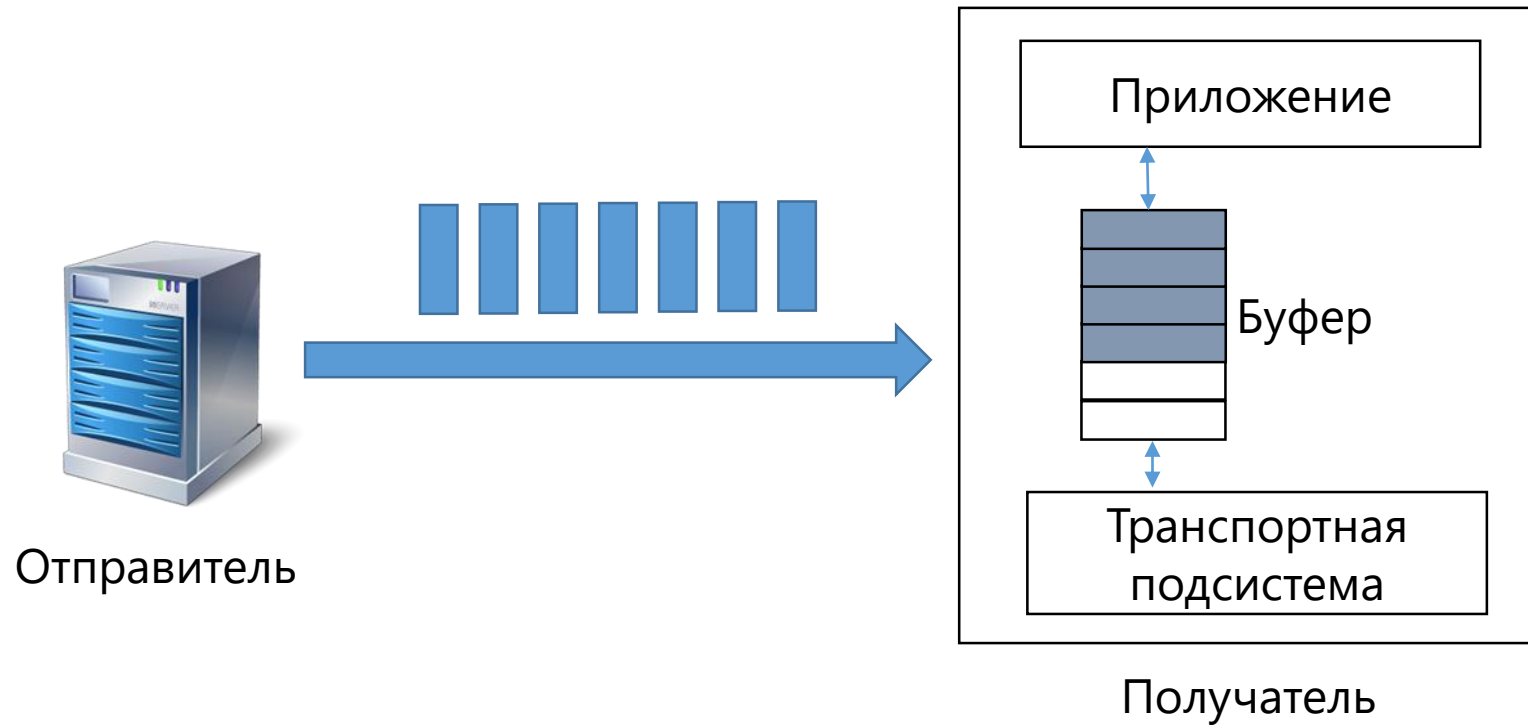


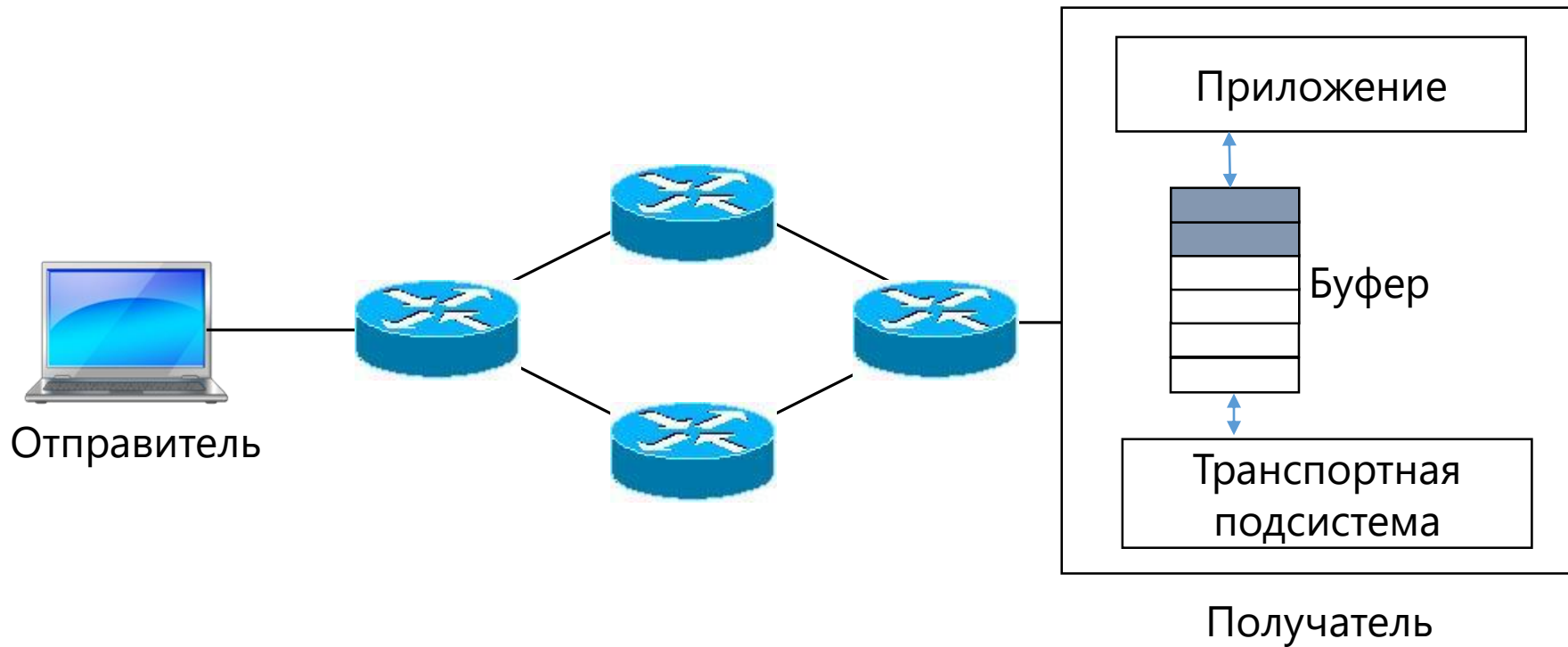
# Протокол ТСР: управление перегрузкой

Сети и системы телекоммуникаций

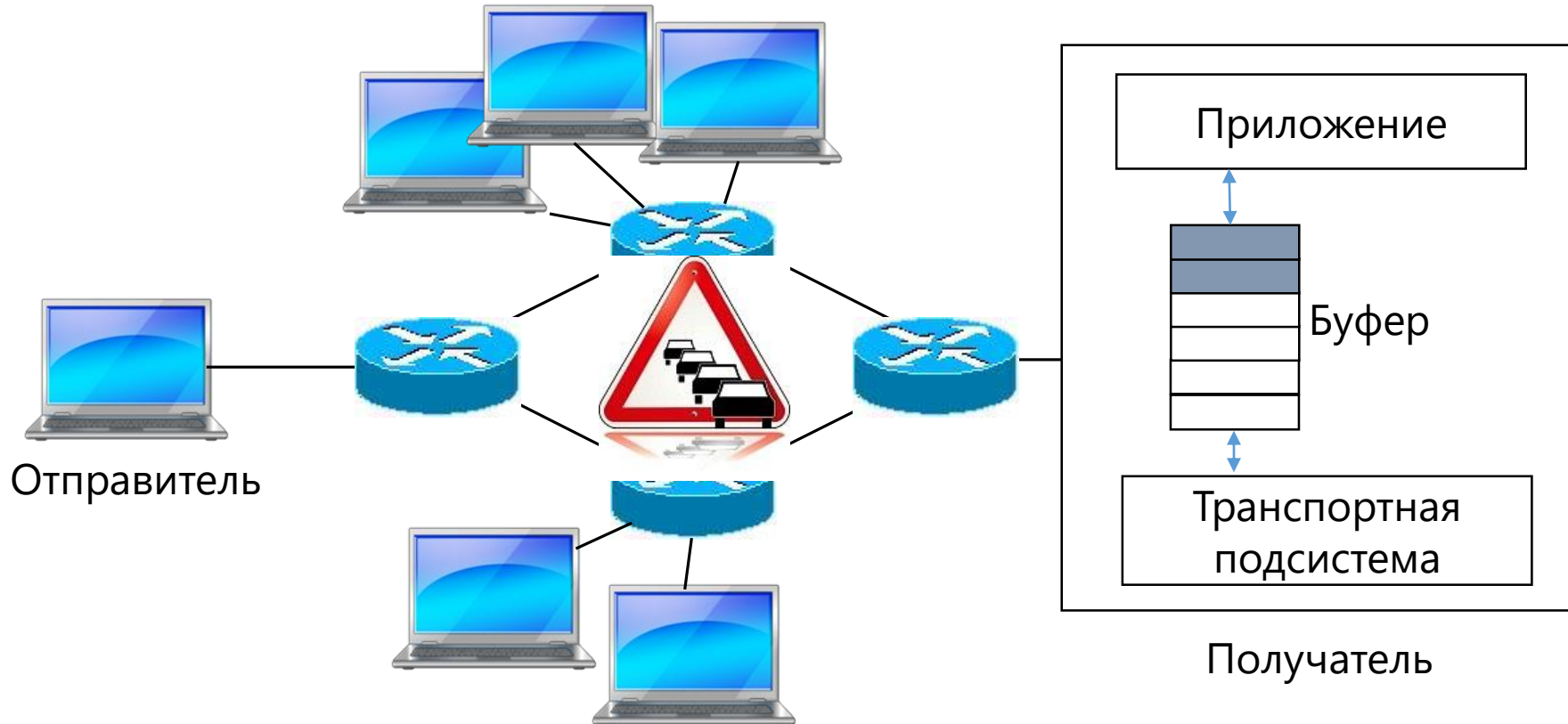
# Управление потоком в TCP



# Управление перегрузкой в TCP



# Управление перегрузкой в TCP



# Коллапс перегрузки

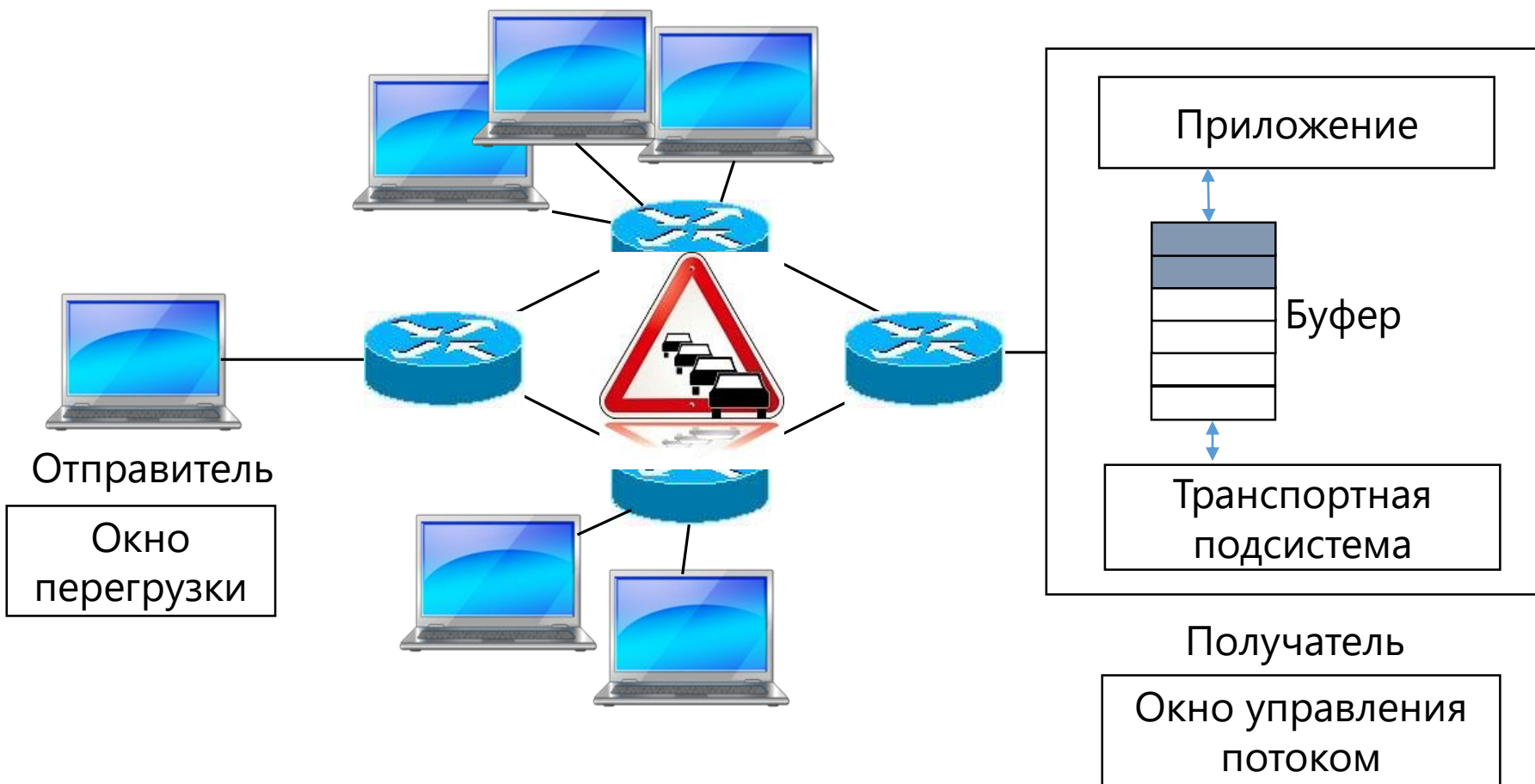
## Коллапс перегрузки в Интернет (congestion collapse)

- Произошел в 1986 г. (теоретически предсказан в 1984)
- Каналы связи загружены полностью
- Скорость передачи данных между хостами падала на порядок

## Решение

- Учет загрузки сети при определении размера окна
- Традиционный подход: фиксированное окно 8 сегментов
- Предложенный подход: размер окна динамически меняется в зависимости от нагрузки на сеть
- Механизм реализации: окно перегрузки

# Окно перегрузки в TCP



# Управление скоростью передачи в TCP

## Маленький размер окна

- Сегментов в сеть отправляется мало, не полностью используется пропускная способность сети
- Низкая скорость передачи данных

## Большой размер окна

- Сегментов в сеть отправляется слишком много, происходит перегрузка и маршрутизаторы отбрасывают пакеты
- Низкая скорость передачи данных

Необходим способ определения оптимального размера окна

# AIMD

Additive increase/multiplicative decrease  
(Аддитивное увеличение, мультипликативное уменьшение)

- Метод, который используется в TCP для определения размера окна перегрузки

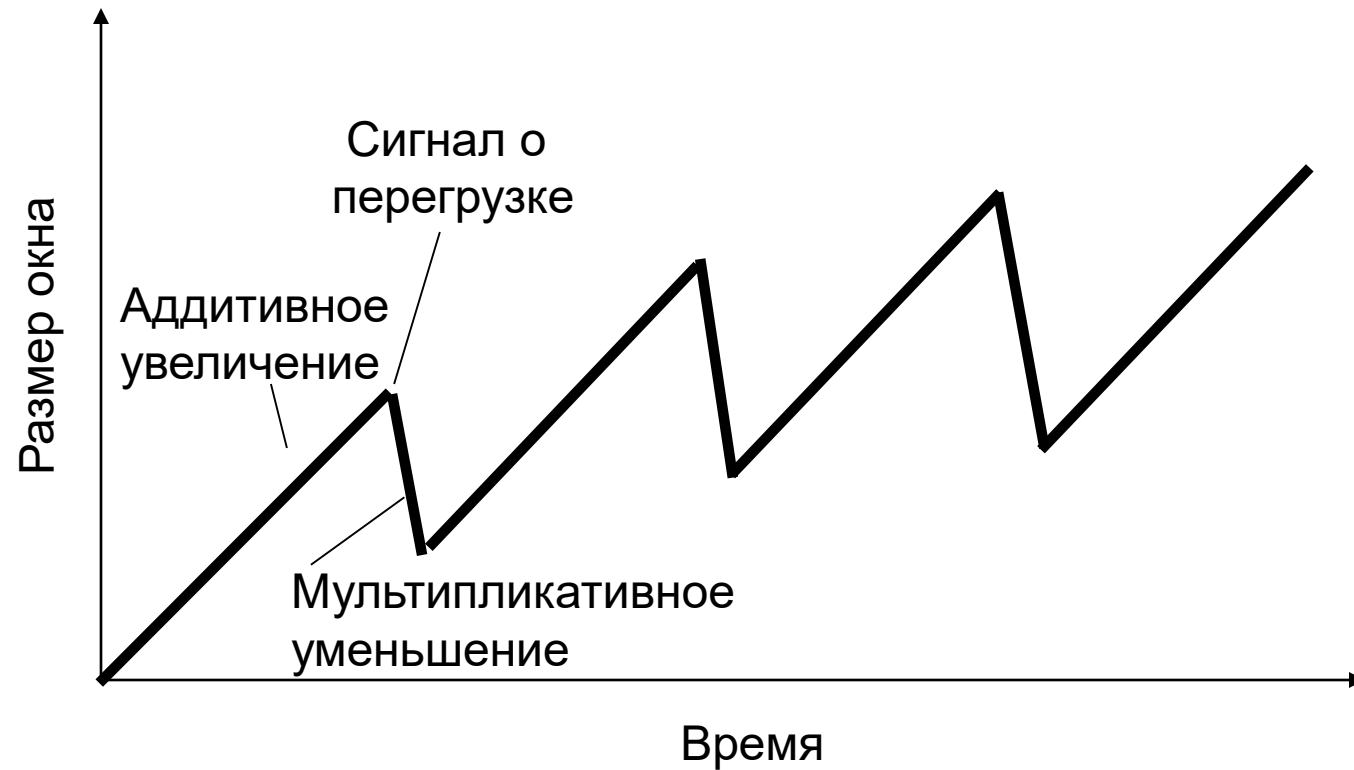
$$w(t + 1) = \begin{cases} w(t) + a & \text{если нет перегрузки} \\ w(t) \times b & \text{если есть перегрузка} \end{cases}$$

Типовые параметры:

- $a$  – максимальный размер сегмента (MSS)
- $b = 1/2$



# Размер окна AIMD



# Сигнал о перегрузке

Потеря сегмента

Задержка сегмента

Сигнал от маршрутизатора

- Explicit Congestion Notification

# Медленный старт

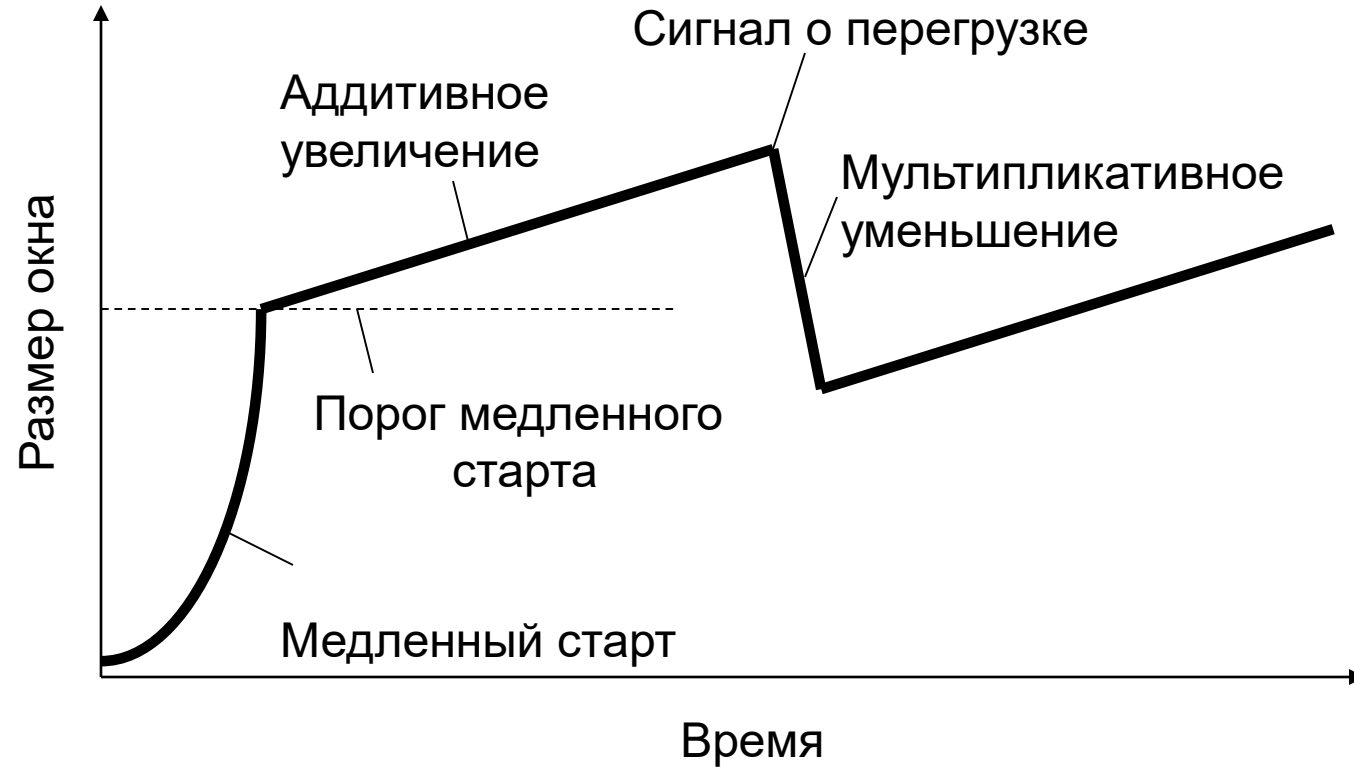
Проблема AIMD – медленный (линейный) рост размера окна перегрузки

- Приемлемо на медленных каналах
- Неприемлемо на быстрых надежных каналах

Медленный старт - альтернативный метод управления размером окна перегрузки:

- Первоначально размер окна перегрузки устанавливается маленьким (1 или 4 сегмента)
- При каждом получении подтверждения отправляется 2 сегмента
- **Экспоненциальный** рост размера окна
- После сигнала о перегрузке начинаем с начала

# Медленный старт и AIMD в TCP



Управление перегрузкой (congestion control) в TCP: предотвращение отправки в сеть большого количества сегментов, которые перегрузят сеть

Механизм реализации

- Окно перегрузки
- Размер определяется динамически

Методы определения размера окна перегрузки

- Аддитивное увеличение мультипликативное уменьшение
- Медленный старт

Сигналы о перегрузке

- Потеря сегмента, задержка сегмента, сигнал от маршрутизатора