



Коммутация пакетов: как работает пакетный коммутатор

Компьютерные сети

проф. Смелянский Р.Л.

Лаборатория Вычислительных комплексов

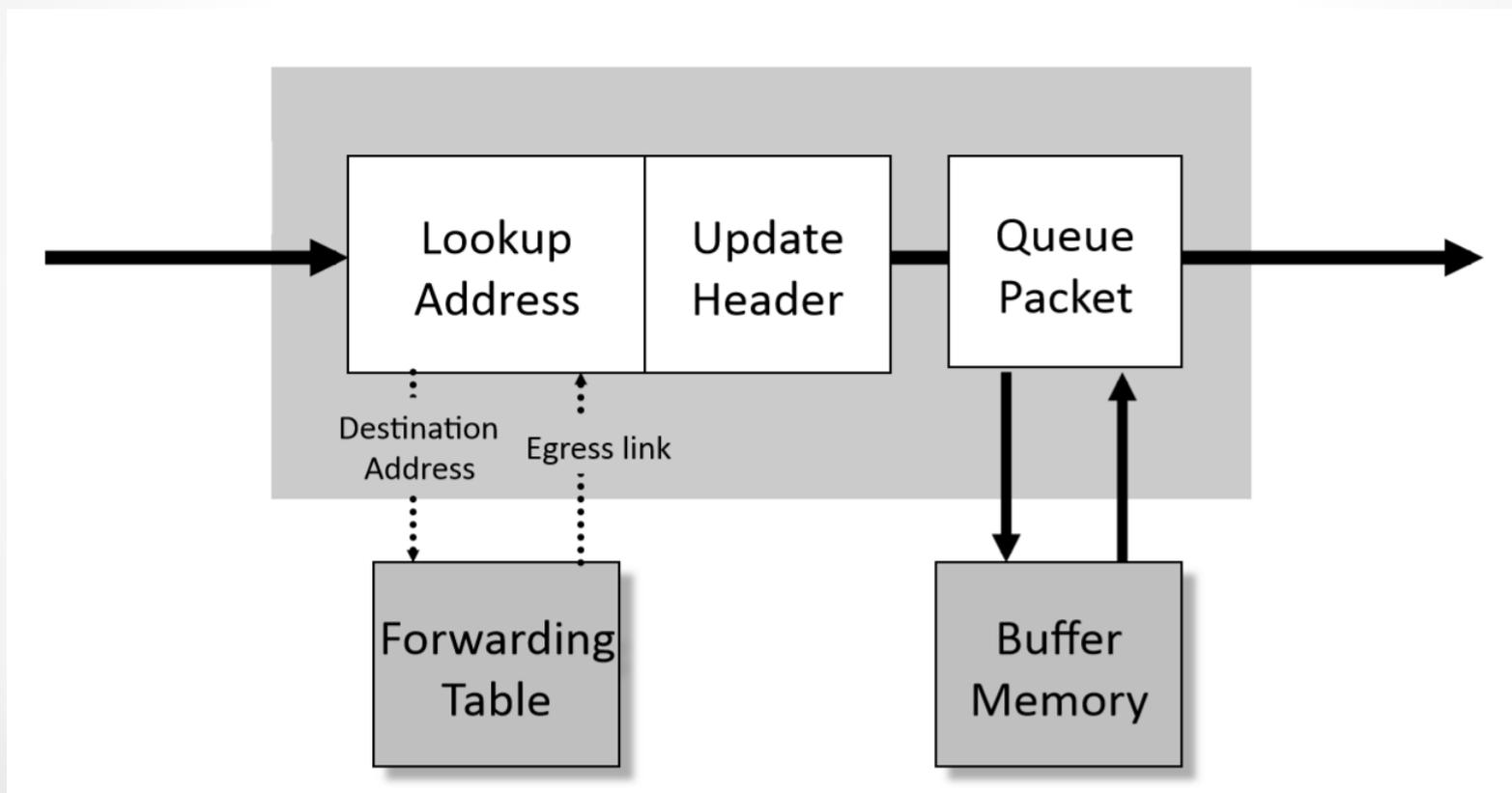
ф-т ВМК МГУ



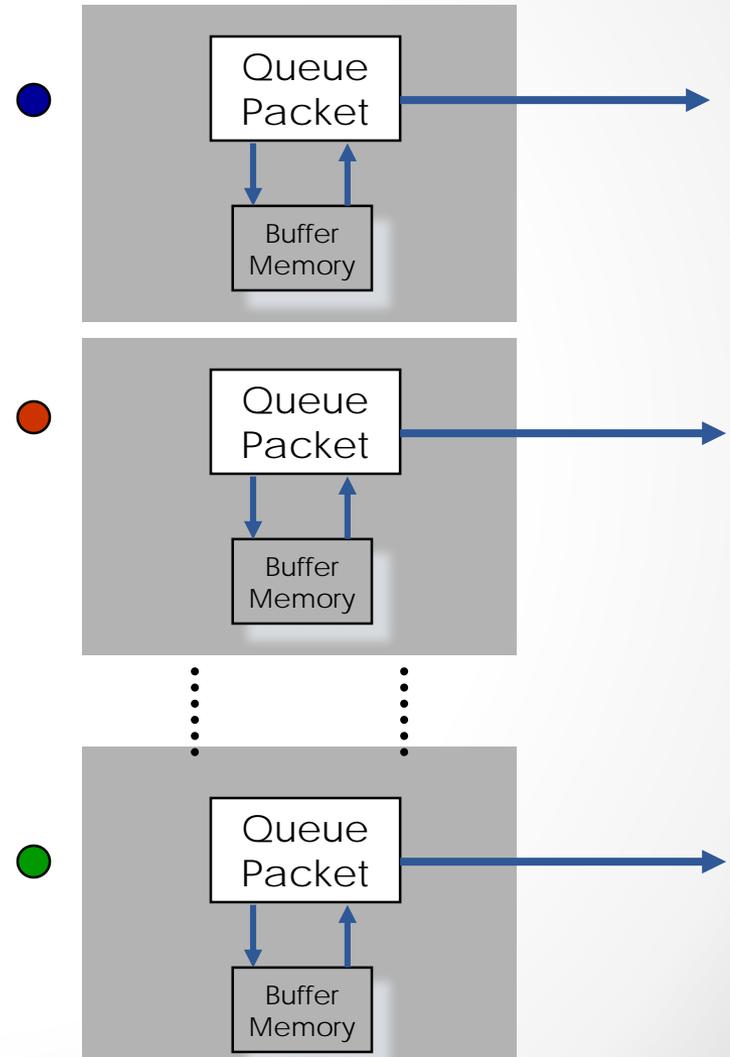
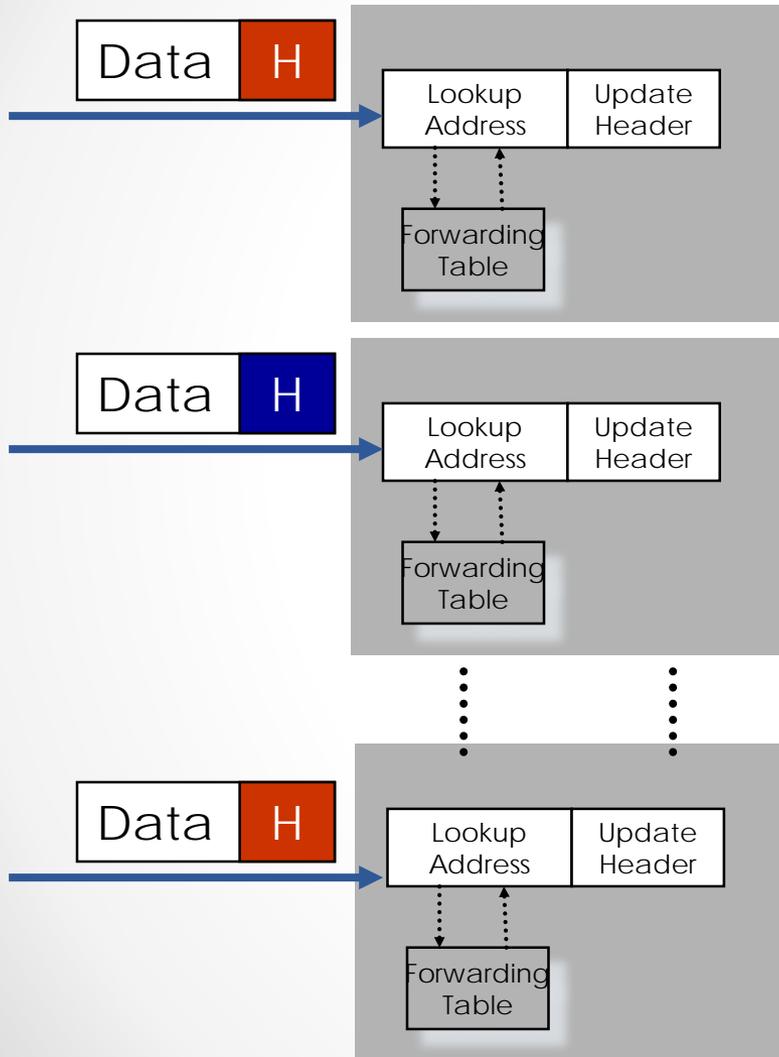
Содержание

- *Как устроен пакетный коммутатор*
- *Что делает пакетный коммутатор:*
 - *Ethernet switch*
 - *Internet router*
- *Как устроен поиск адресов в:*
 - *Ethernet switch*
 - *Internet router*
- *Виды буферизации в коммутаторах*

Как устроен пакетный коммутатор



Пакетный коммутатор



Ethernet коммутатор

1. Проверяет заголовок каждого прибывающего кадра
2. Если адрес DA есть в таблице коммутации, то кадр передают на надлежащий выходной порт
3. Если адрес DA нет в таблице, кадр рассылается по всем портам, кроме того на который пришел.
4. Когда придет ответ на разосланный пакет, то по его адресу отправителя мы узнаем, куда надо направлять пакеты с такими адресами получателей.



Интернет маршрутизатор

1. Если Ethernet DA поступившего кадра есть Ethernet адрес маршрутизатора, то принять кадр, иначе сбросить его.
2. Просмотреть поля IP version и длина дейтаграммы
3. Сократить поле TTL, Если поле TTL = 0, сбросить пакет
4. Пересчитать контрольную сумму IP заголовка
5. Если IP DA есть в таблице маршрутизации, переслать на надлежащий выходной порт для следующего скачка (hop)
6. Найти Ethernet DA для следующего маршрутизатора
7. Построить новый Ethernet кадр и отправить его



Базовые операции коммутатора

1. Поиск адреса: как адрес ищется в таблице маршрутизации?
2. Коммутация: передача пакета на надлежащий выходной порт.

Поиск адреса: Ethernet

Таблица Ethernet адресов

| Ethernet DA | Действие |
|----------------|--------------------|
| 0xA8B72340E678 | Передать на порт 7 |
| 0xB3D22571053B | Передать на порт 3 |
| | |

Адреса хранятся в хэш-таблице
Ищем в хэш-таблице точное совпадение

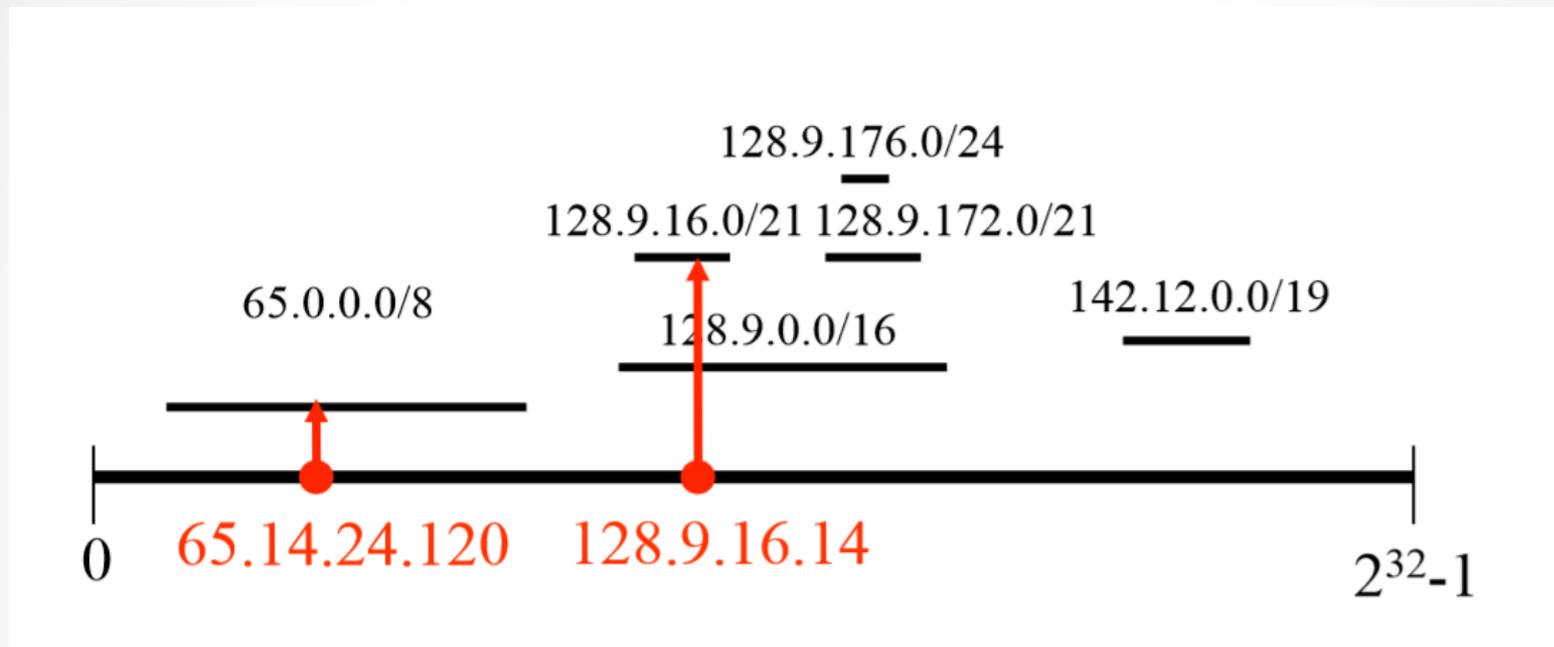
Поиск адреса: IP

Таблица IP адресов в маршрутизаторе

| IP DA | Действие |
|--------------|--------------------------|
| 127.43.57.99 | Передать на 56.99.32.16 |
| 123.66.44.x | Передать на 22.45.21.126 |
| 76.9.x.x | Передать на 56.99.32.16 |
| | |

**Ищут совпадение по самому длинному префиксу,
а не точное совпадение.**

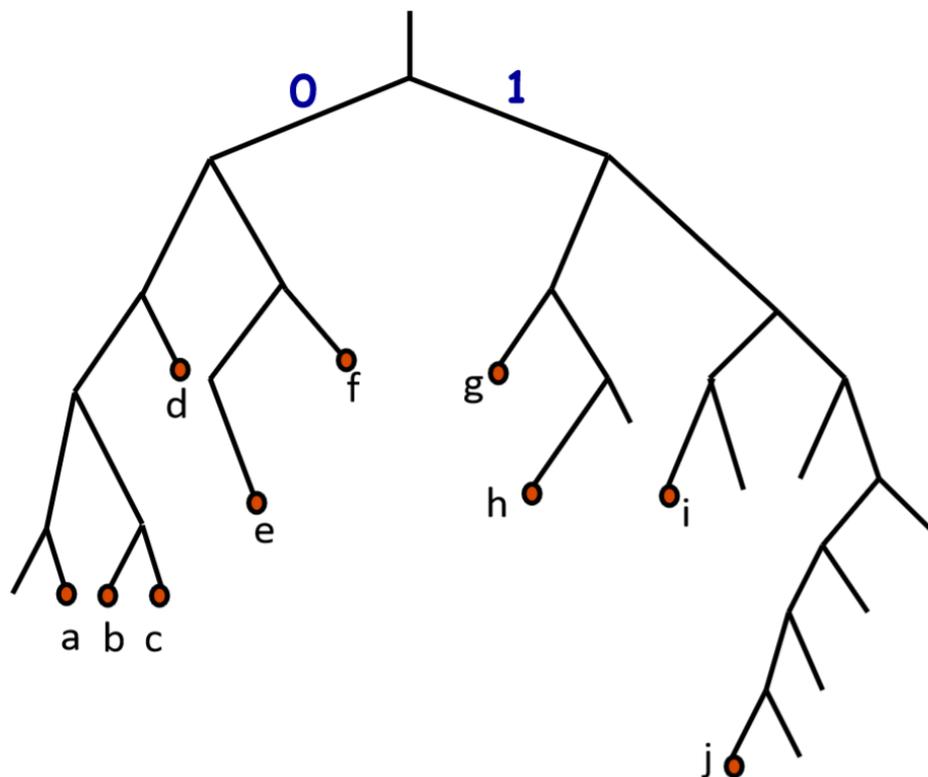
Поиск совпадения по самому длинному префиксу



| | | | | | |
|-------------|-----------|-----------|--------|-----|--|
| 128.9.16.0 | 1000 0000 | 0000 1001 | 0001 0 | 000 | |
| 128.9.172.0 | 1000 0000 | 0000 1001 | 1011 1 | 100 | |
| 128.9.16.14 | 1000 0000 | 0000 1001 | 0001 0 | 000 | |

Поиск совпадения самого длинного префикса

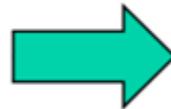
| Entry | Prefix |
|-------|----------|
| a | 00001 |
| b | 00010 |
| c | 00011 |
| d | 001 |
| e | 0101 |
| f | 011 |
| g | 100 |
| h | 1010 |
| i | 1100 |
| j | 11110000 |



Поиск совпадения самого длинного префикса (ТСАМ - Ternary Content Addressable Memory)

| Entry | Prefix |
|-------|----------|
| a | 00001 |
| b | 00010 |
| c | 00011 |
| d | 001 |
| e | 0101 |
| f | 011 |
| g | 100 |
| h | 1010 |
| i | 1100 |
| j | 11110000 |

Двоичное
представление
+ Маска



| Entry | Prefix |
|-------|----------------------|
| a | 00001XXX 11111000 |
| b | 00010XXX 11111000 |
| c | 00011XXX 11111000 |
| d | 001XXXXX 11100000 |
| e | 0101XXXX 11110000 |
| ... | ... |
| j | 11110000 11111111 |

Обобщенный коммутатор

« Совпадение, Действие »

| Совпадение | Действие |
|---------------------|--------------------|
| IP DA = X | Передать на порт 7 |
| EthDA=Y & IP DA = Z | Сброс пакета |

Обобщение поиска и коммутации в коммутаторах, маршрутизаторах и т.п.

Как работает коммутатор: заключение

- Пакетный коммутатор выполняет две базовые операции:
 - Поиск адресов в таблице коммутации
 - Передача на надлежащий выходной порт
- По сути, Ethernet коммутаторы и маршрутизаторы выполняют одинаковые действия
- Поиск адреса в коммутаторе и маршрутизаторе происходит по-разному.

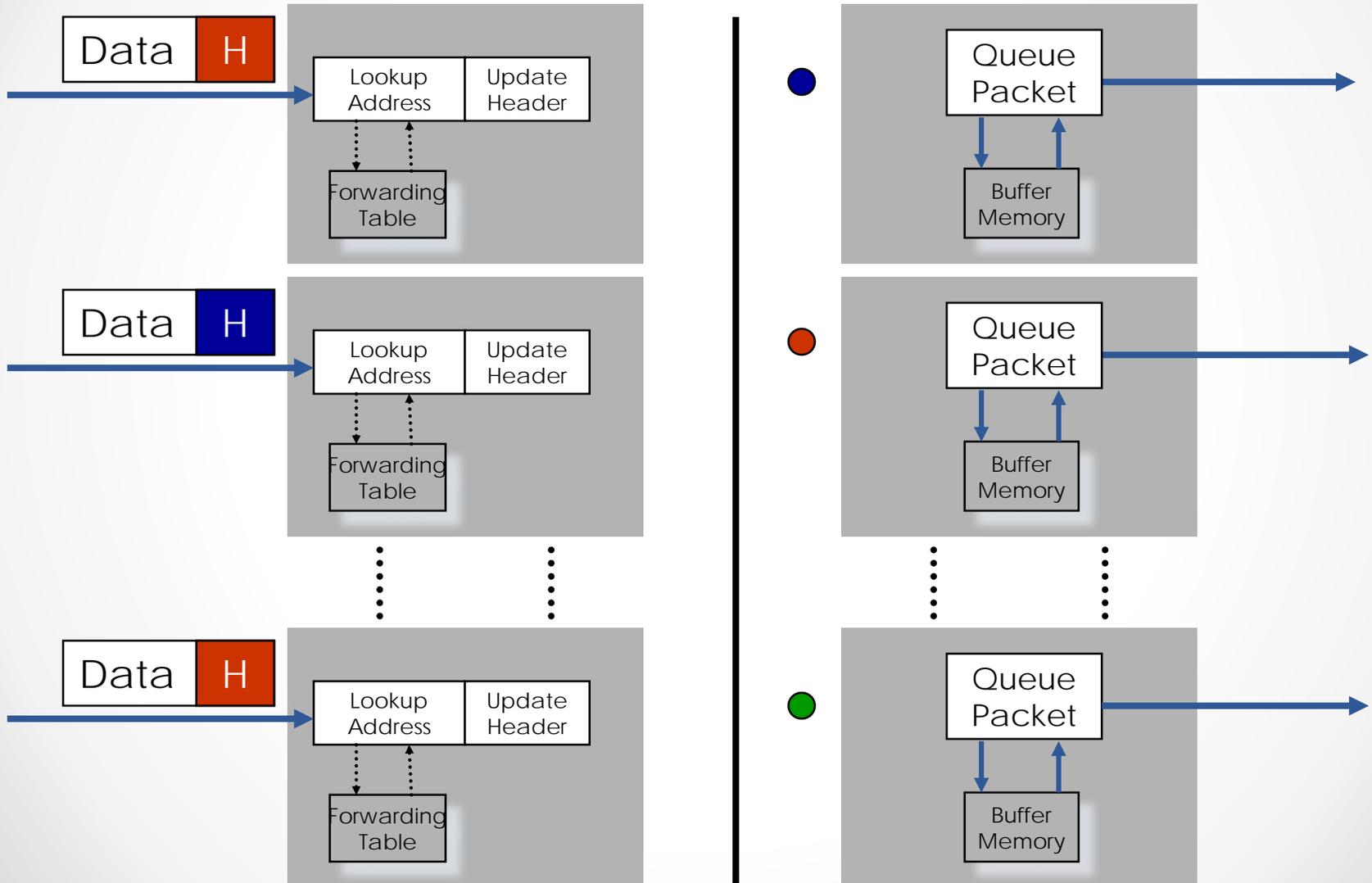
Пакетный коммутатор: виды буферизации



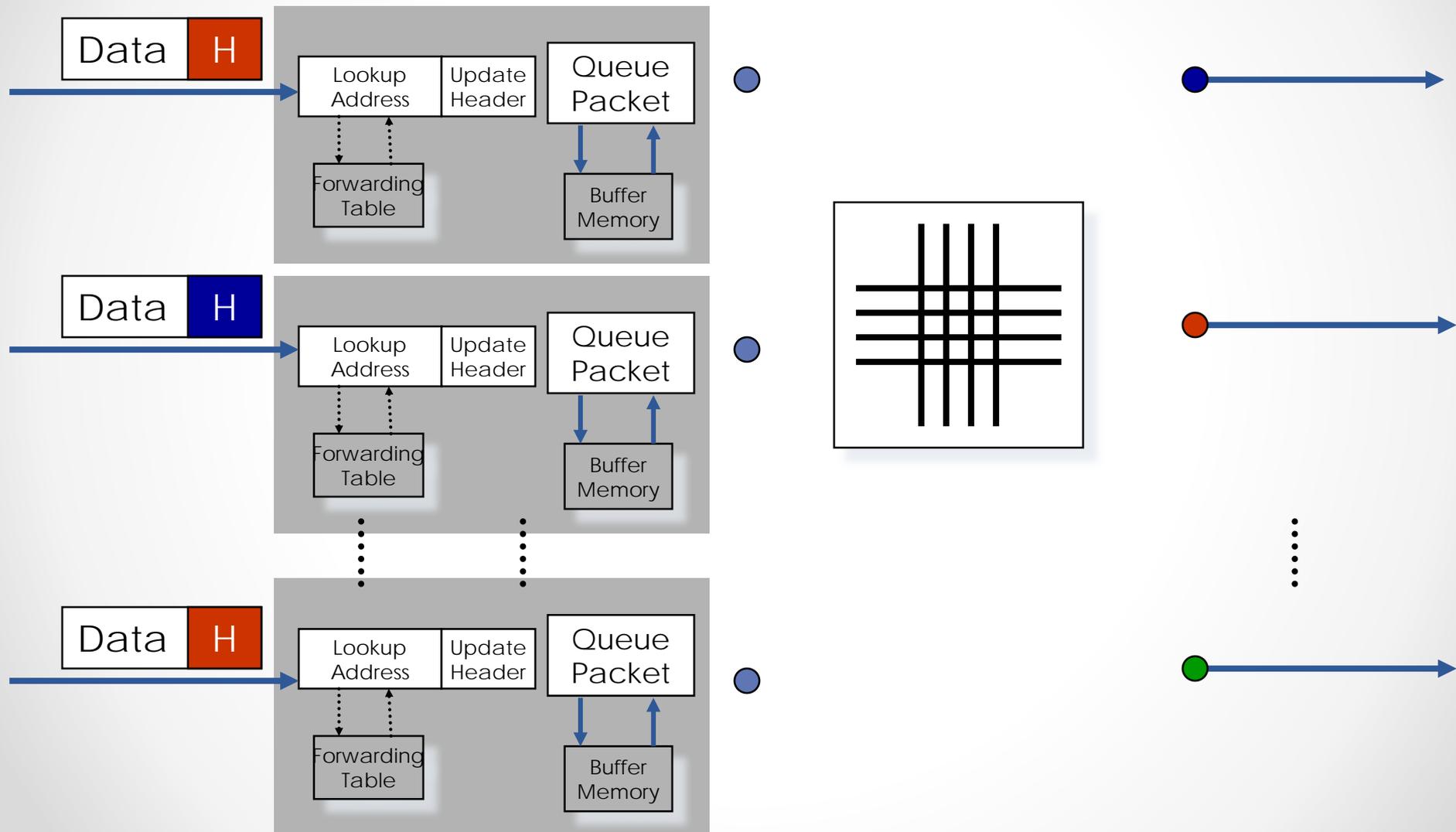
Пакетный коммутатор: буферизация

- *Буферизация на выходе и разделяемая память*
- *Буферизация на входе и блокировки на линии*
- *Виртуальная буферизация на входе:*

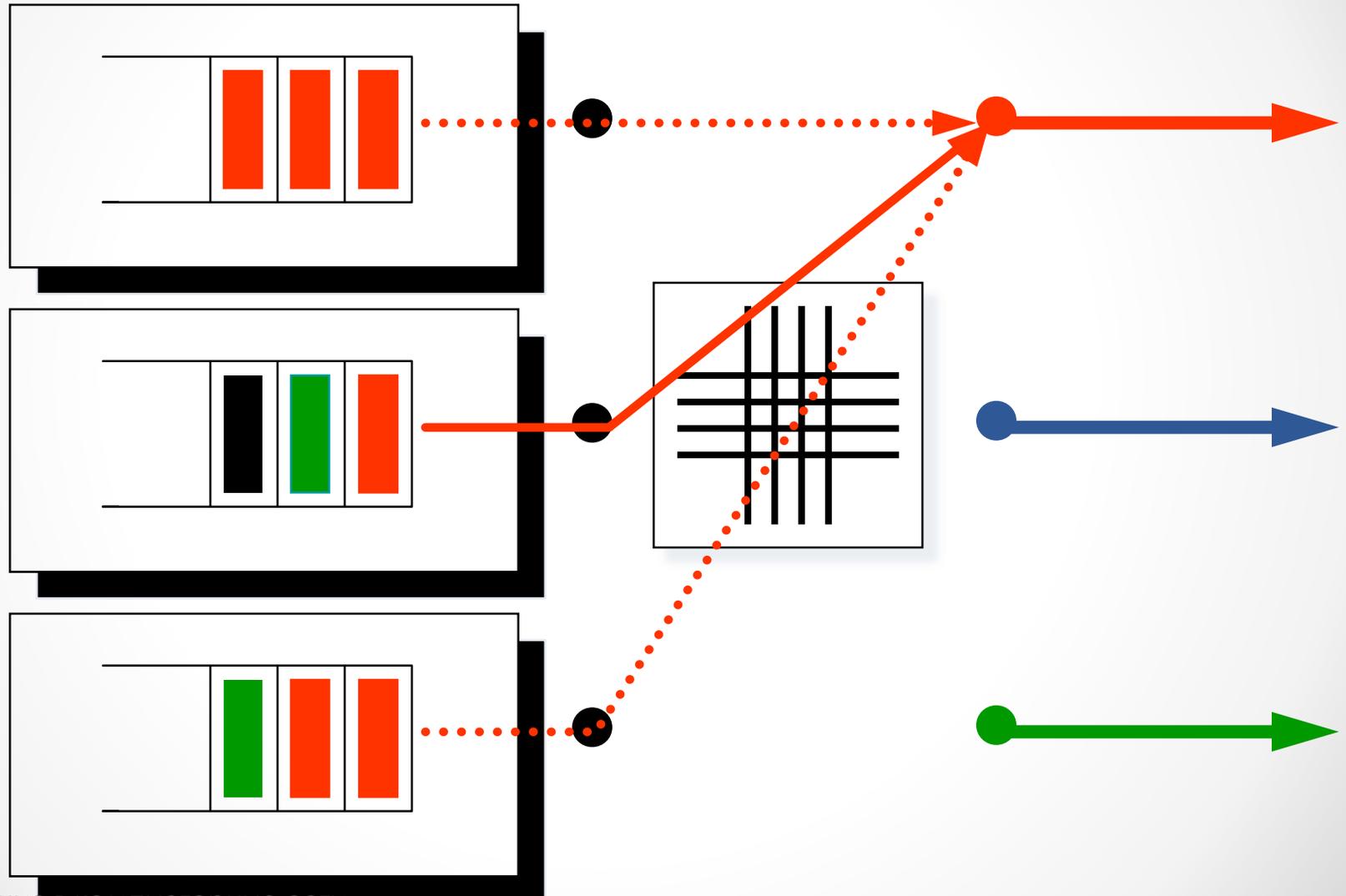
Буферизация на выходе



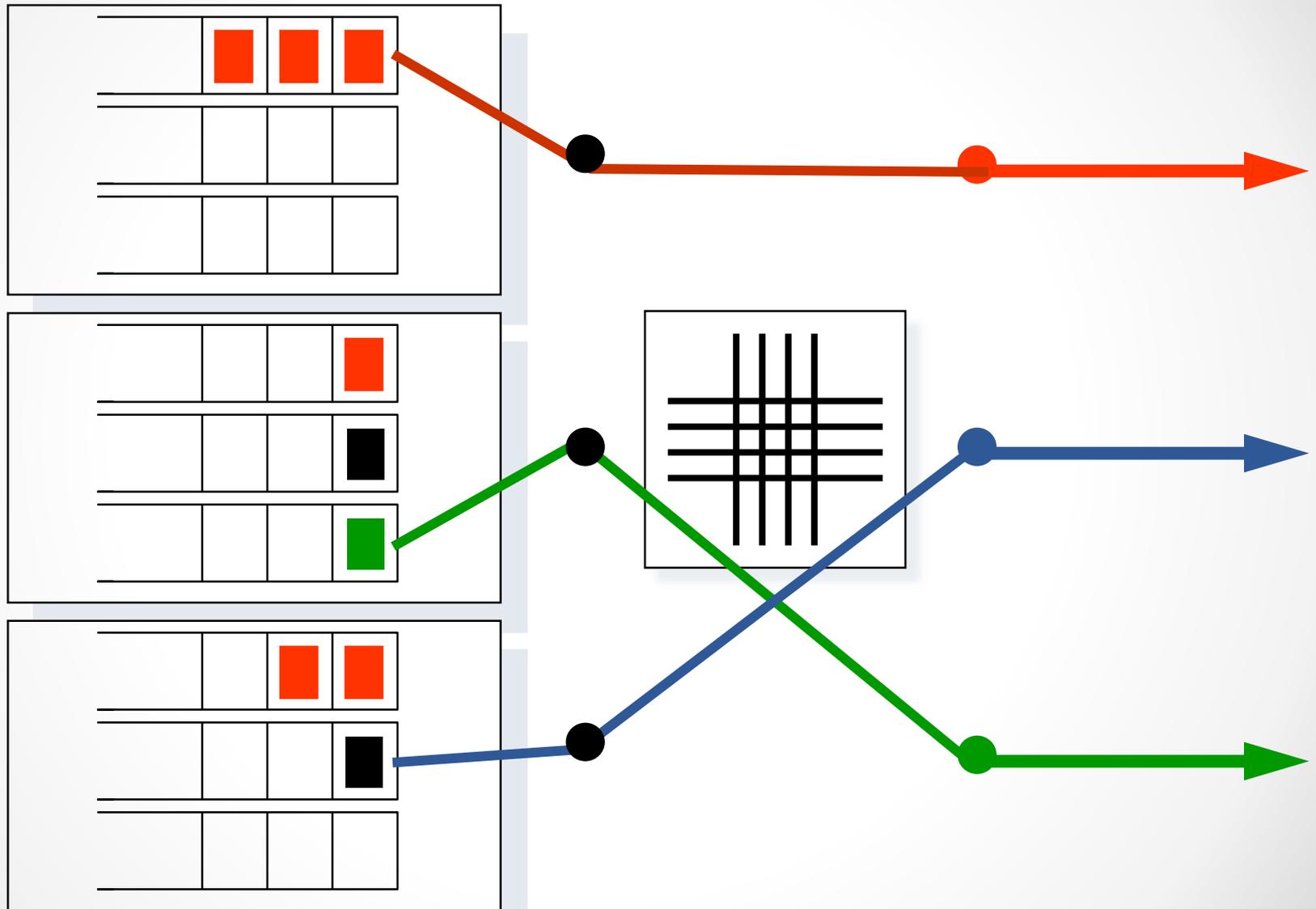
Буферизация на входе



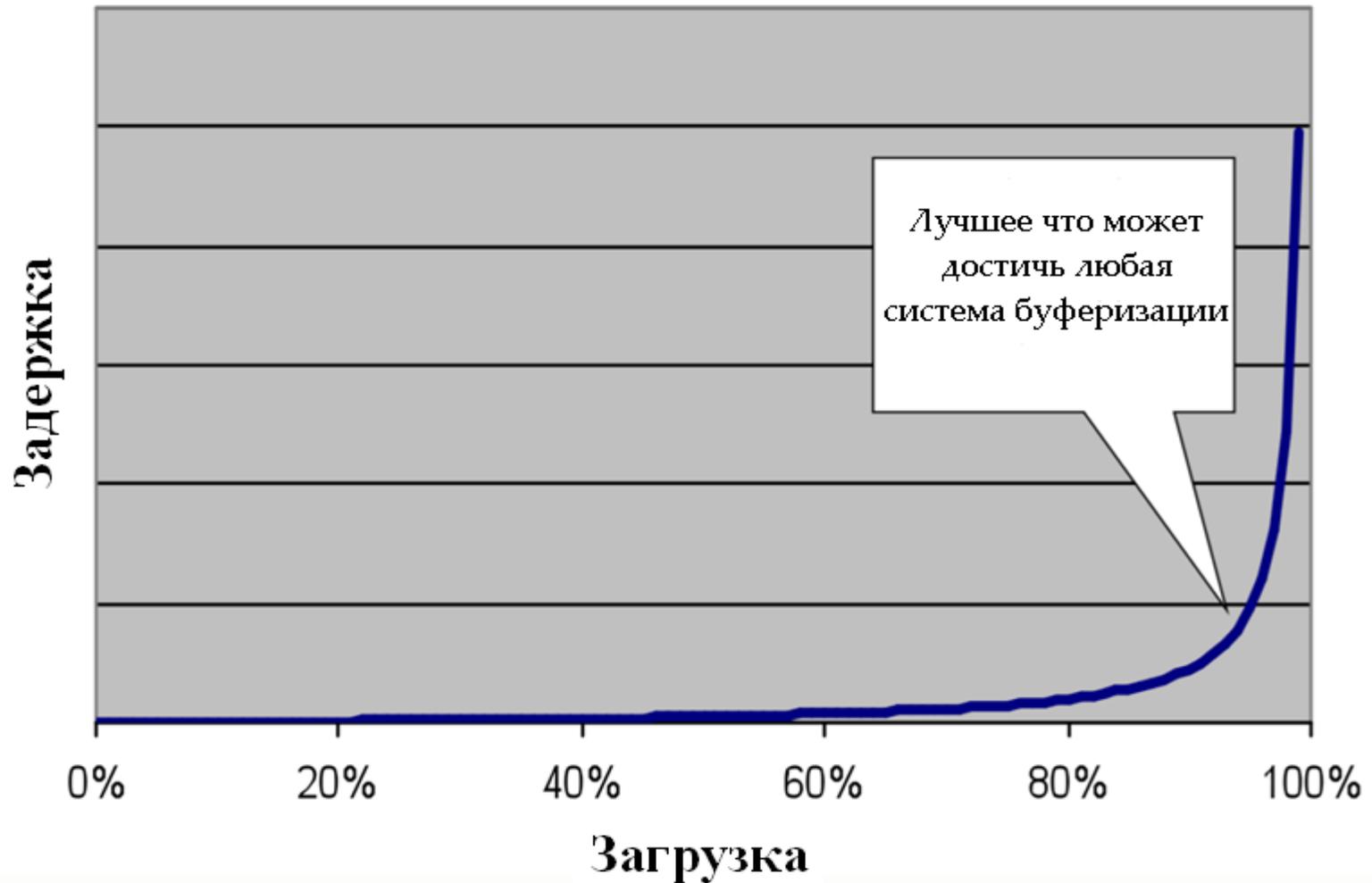
Блокировка на входе



Виртуальные очереди на выход



Пакетный коммутатор с буферизацией на выходе

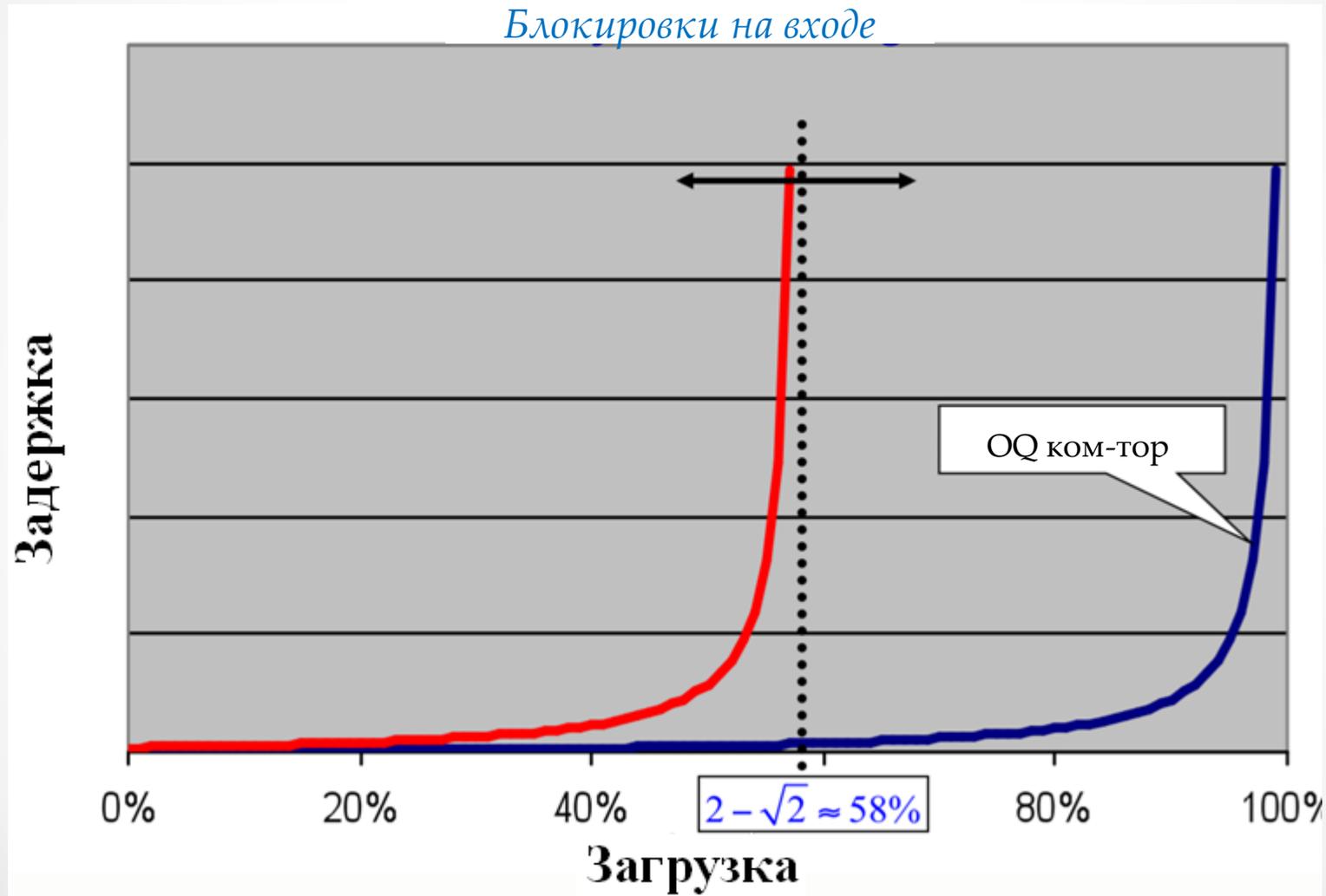




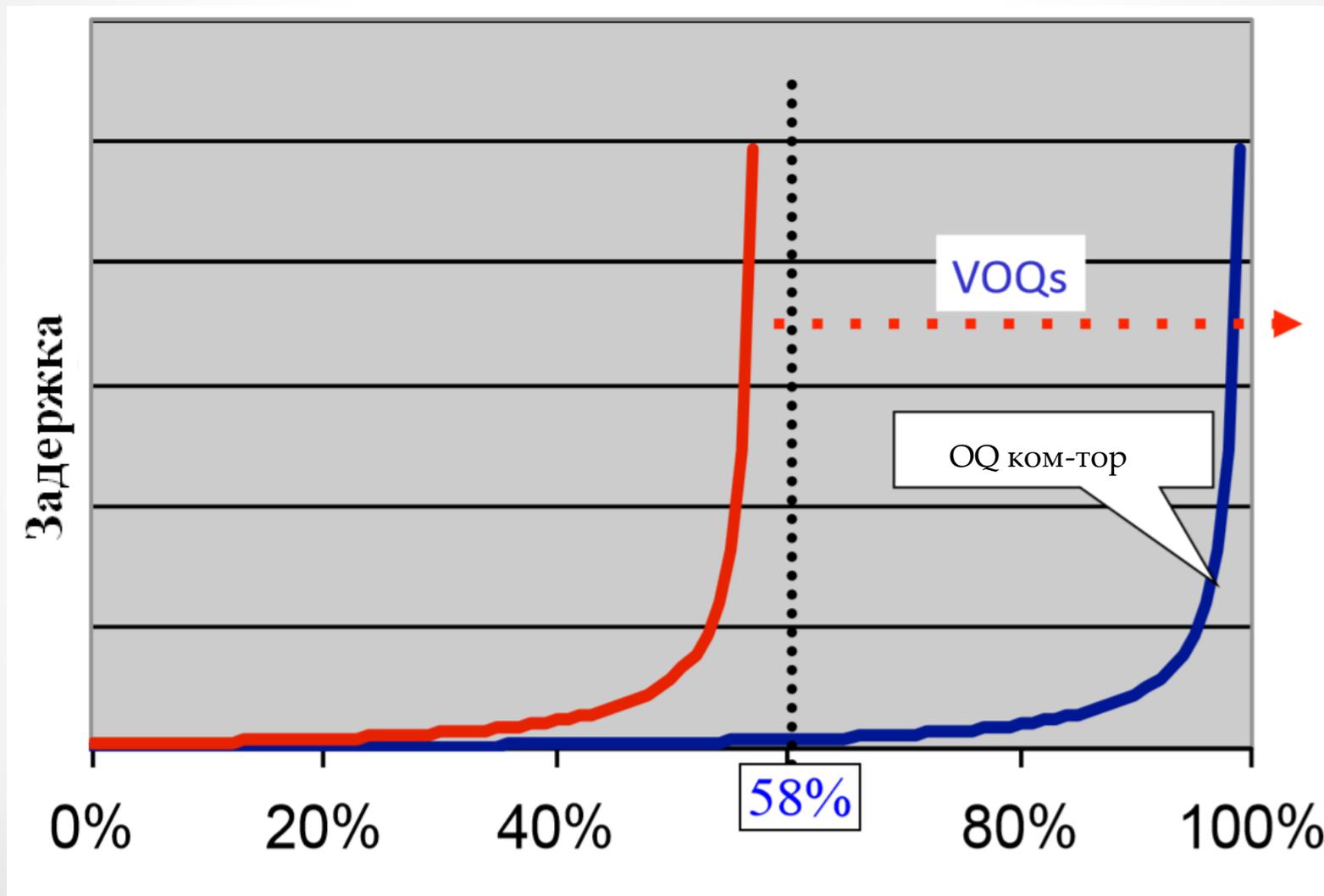
Свойства ОО коммутатора

1. Работают с минимальными потерями
2. Максимальная пропускная способность
3. Ожидаемая задержка минимальна

Пакетный коммутатор с буферизацией на входе



Пакетный коммутатор с буферизацией на входе (с виртуальными очередями на выход)





1. Пакетный коммутатор: заключение

- Пакетный коммутатор выполняет две базовые операции:
 - Поиск соответствия в таблице коммутации
 - Передачу на надлежащий выходной порт
- Буферизация на входе - низкая пропускная способность из-за блокировок на входах, не требовательная к скорости работы и емкости очереди
- Буферизация на выходе - максимальная пропускная способность, минимальная задержка пакета, но требует высокой скорости работы и емкости буфера.
- Высокоскоростные коммутаторы используют буферизацию на входе с очередями виртуальных выходов для увеличения пропускной способности.