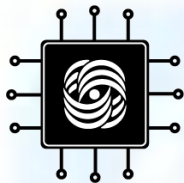


АРХИТЕКТУРА СОВРЕМЕННЫХ ЭВМ

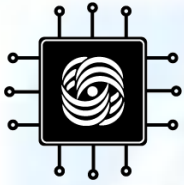
Лекция 11: Обзор сетевых процессоров

ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова, Кафедра АСВК
Доцент, к.ф.-м.н. Волканов Д.Ю.



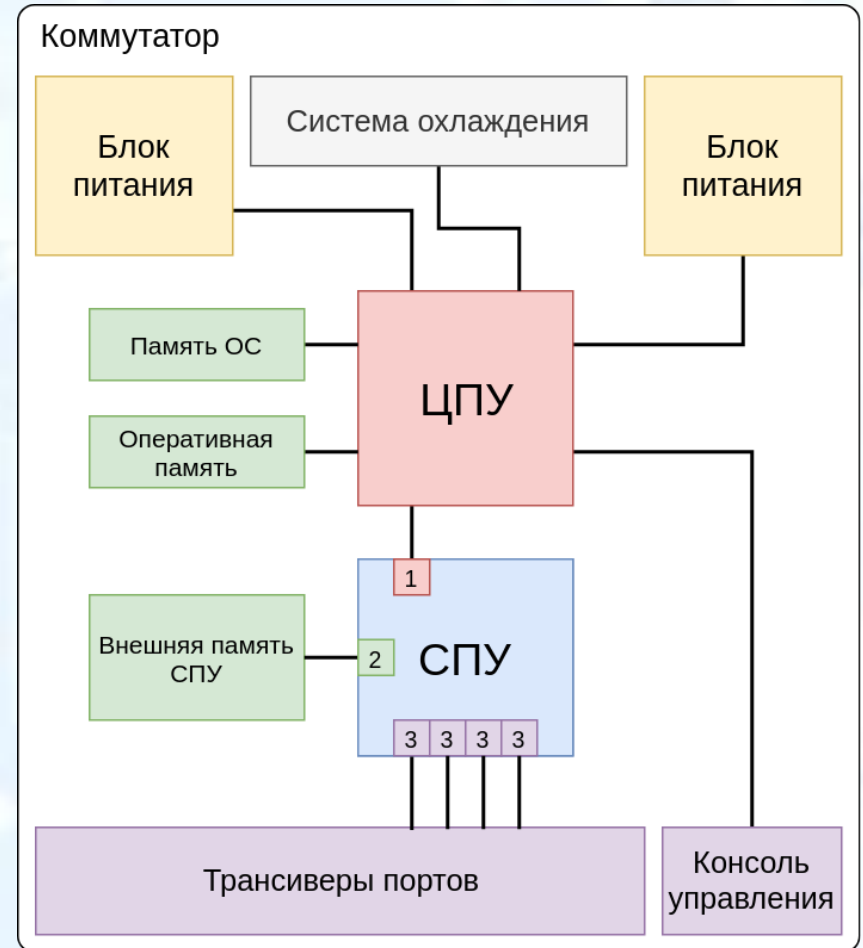
План лекции

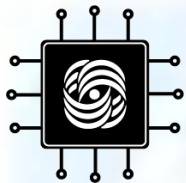
- Место СПУ в коммутаторе
- Основные СПУ



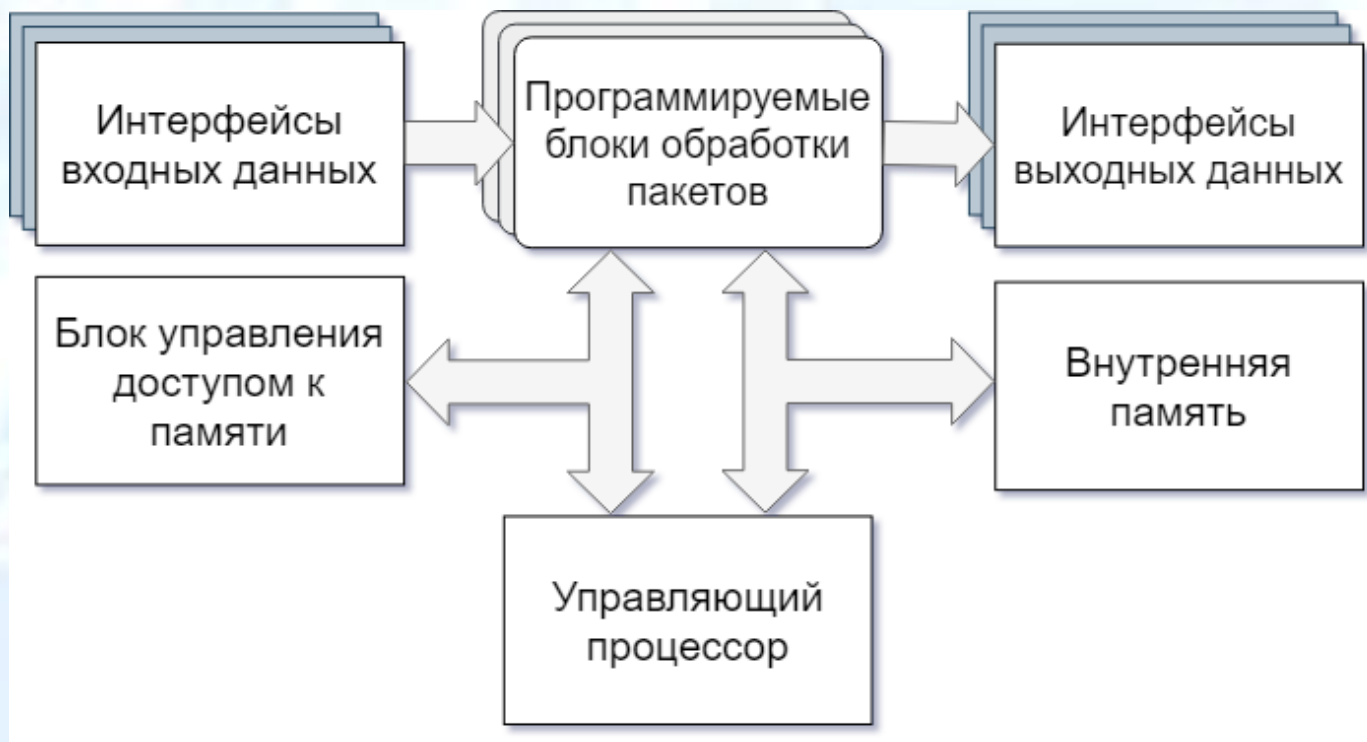
Место СПУ в коммутаторе

- **Сетевое процессорное устройство (СПУ)** – встроенная полупроводниковая система, оптимизированная для выполнения операций передачи данных
- **Функции СПУ:**
 - получение пакета;
 - выделение заголовка из пакета;
 - классификация пакета;
 - модификация заголовка и принятие решения о пути следования пакета;
 - управление очередями;
 - передача пакета.





Обобщенная архитектура СПУ



14 байт

20 байт

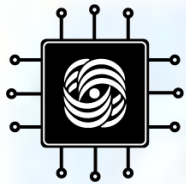
80 байт

Ethernet

IP заголовок

TCP заголовок

Полезная нагрузка



Рассматриваемые СПУ

- Barefoot Tofino
- Barefoot Tofino 2
- Mellanox NP-5
- Mellanox SwitchX-2
- Huawei ENP
- Innovium Teralynx 7
- Nokia FP4
- Cisco NPU
- Juniper Q5
- Broadcom Tomahawk 3
- Broadcom Trident 3

BAREFOOT
NETWORKS

Mellanox
TECHNOLOGIES


HUAWEI

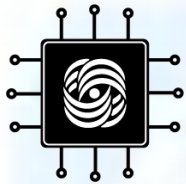
JUNIPER
NETWORKS

Innovium

NOKIA

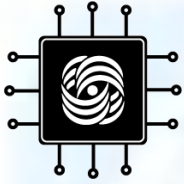

CISCO

BROADCOM



Критерии обзора СПУ

- Год выпуска
- **Программируемость СПУ**
- **Тип СПУ**
- **Ключевые особенности архитектуры (6 критериев)**
- Характеристики кристалла (3 критерия)
- Тип интерфейса к ЦПУ
- Управляющий процессор на кристалле (если предусмотрен)
- Производительность
- Допустимые конфигурации сетевых интерфейсов
- Стоимость



Программируемость СПУ

- **Устройства с фиксированной функциональностью**
 - Фиксированный стек протоколов и программа обработки пакетов
- **Конфигурируемые устройства**
 - Загрузка программы обработки пакетов в рамках predetermined протоколов передачи данных
- **Программируемые устройства**
 - Определение новых протоколов передачи данных в загружаемой программе

Broadcom
Tomahawk

Barefoot Tofino,
Broadcom Trident,
Mellanox NP-5,
Cisco NPU...



Подходы к построению коммутаторов

Коммутатор на ядрах общего назначения

Достоинства

- Гибкость настройки и модификации функциональности
- Простота внесения изменений

Недостатки

- Плохое соотношение стоимость / производительность
- При скорости выше 10 Гб/сек потеря пакетов 5-6 %
- Высокое энергопотребление

Схемы специального назначения

Достоинства:

- Наилучшее соотношение стоимость/производительность
- Возможность достижения высокой скорости обработки данных
- Низкое энергопотребление

Недостатки:

- Высокая сложность программирования сервисов
- Необходимость наличия глубокой экспертизы в разработке сетевых устройств
- Необходимость полной переделки при переходе на новый стек протоколов

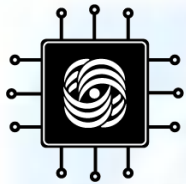
Сетевые процессоры (NPU)

Достоинства:

- Гибкость в программировании новых сервисов
- Промежуточное положение по соотношению стоимость / производительность
- Низкое энергопотребление
- Возможность быстрого развития линейки устройств
- Длительное время нахождения на рынке
- Соответствие имеющемуся опыту разработки в РФ

Недостатки:

- Длительный цикл разработки

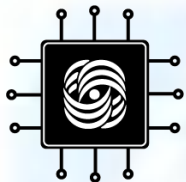


Типы программируемых СПУ

- **Многопроцессорная ИС на базе процессоров общего назначения**
 - Гибкость программирования
 - Невысокая скорость обработки пакетов
- **ASIC**
 - Аппаратная реализация основных функций СПУ (низкая гибкость программирования)
 - Высокая скорость обработки пакетов
- **Сетевой процессор**
 - Специализация к задачам обработки пакетов
 - Компромисс по возможностям программирования

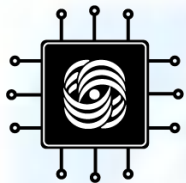
Cisco NPU

Barefoot Tofino,
Innovium
Teralynx,
Broadcom
Trident,
Broadcom
Tomahawk
Mellanox NP-5,
Huawei ENP,
Juniper Q5, ...



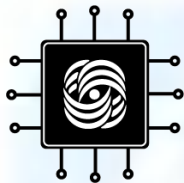
Сравнение СПУ по общим критериям

СПУ	Программируемость	Производительность	Интерфейсы	Стоимость	Стоимость коммутатора
Mellanox NP-5	+, Си	240 Гбит/с	До 100 GbE	1000\$?
Mellanox SwitchX-2	+, Си	До 2 Тбит/с	До 56 GbE	Нет данных	15000\$
Huawei ENP	+	480 Гбит/с	До 100 GbE	Нет в продаже	6000\$
Nokia FP4	+	2,4 Тбит/с	До 400 GbE	Нет данных	Нет данных
Barefoot Tofino	+, P4	6,5 Тбит/с	До 100 GbE	Нет данных	8000\$ 10 10



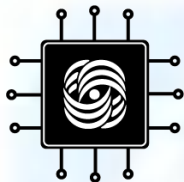
Сравнение характеристик кристалла СПУ

СПУ	Тех. процесс	Интерфейсы с ЦПУ
Mellanox NP-5	28 нм	PCI Express, Ethernet 1×10GbE
Mellanox SwitchX-2	16 нм	PCI Express Gen3
Huawei ENP	16 нм	Нет данных
Nokia FP4	16 нм	Нет данных
Barefoot Tofino	16 нм	4×PCI Express Gen3, 1 или более Ethernet до 100 GbE

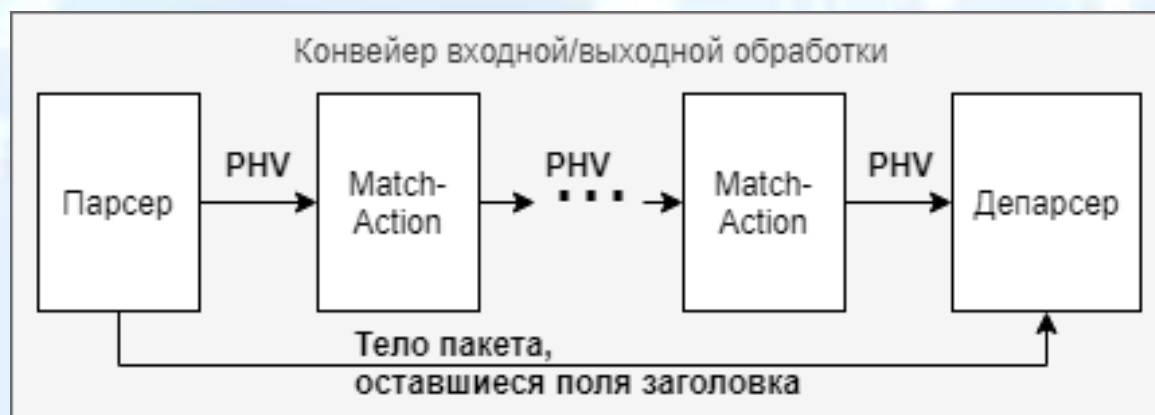


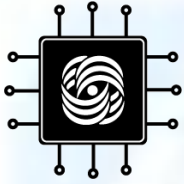
Сравнение ключевых особенностей архитектур конвейеров СПУ

СПУ	Состав конвейера	Типы ядер СПУ
Mellanox NP-5	Конвейер из 5 функционально специализированных стадий	Специализированные векторные процессоры
Mellanox SwitchX-2	Нет данных	Нет данных
Huawei ENP	Явной структуры конвейера нет, процессоры объединены в группы, которые могут параллельно выполнять разные задачи	Процессоры со специализированными инструкциями для обработки заголовков Ethernet, IP
Nokia FP4	Нет данных	Нет данных
Barefoot Tofino	Конвейеры входной и выходной обработки, разделенные коммутационной матрицей. Функционально специализированные стадии трех типов	Специализированные процессоры для каждого из типов стадий

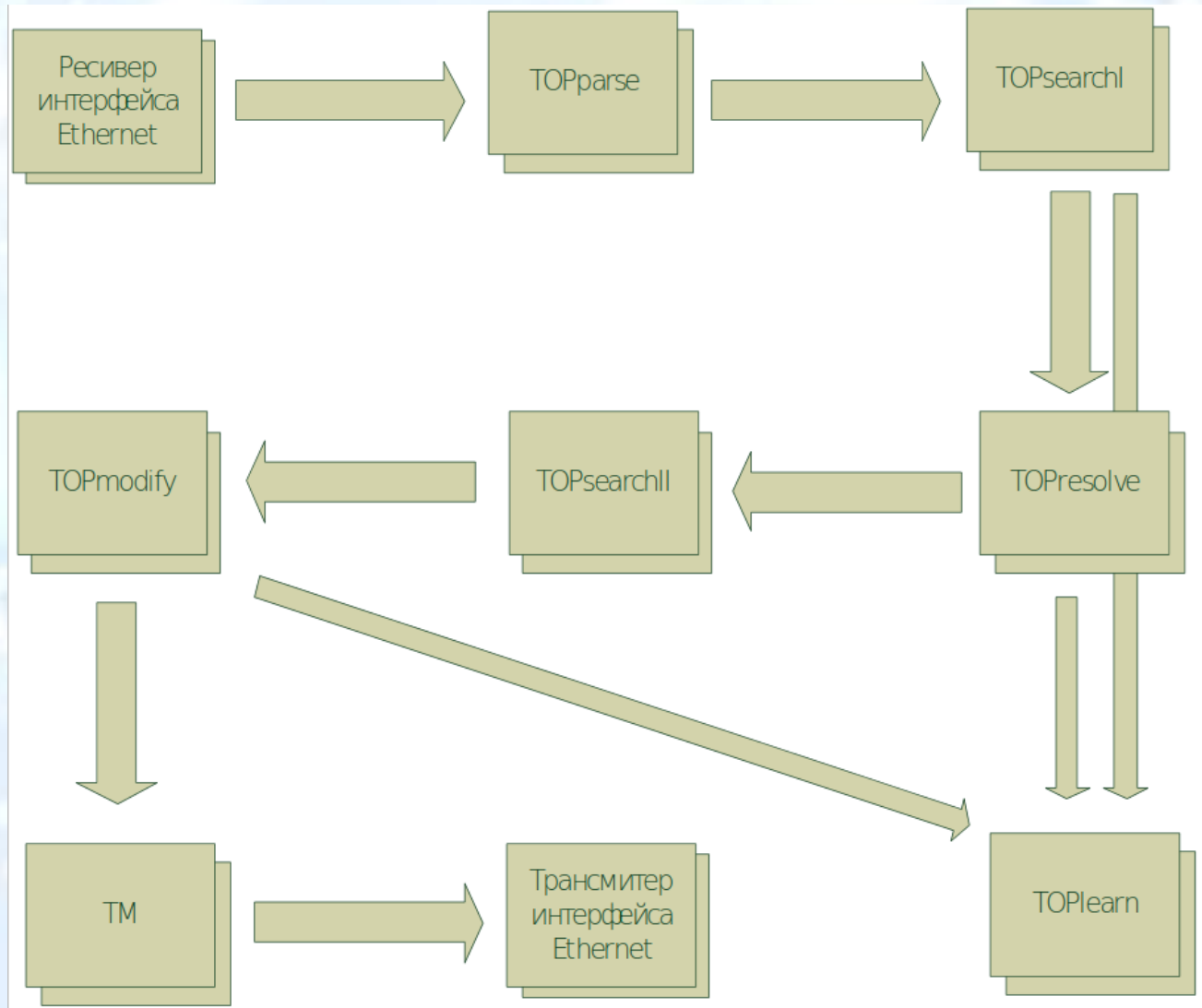


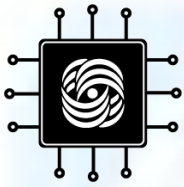
Barefoot Tofino



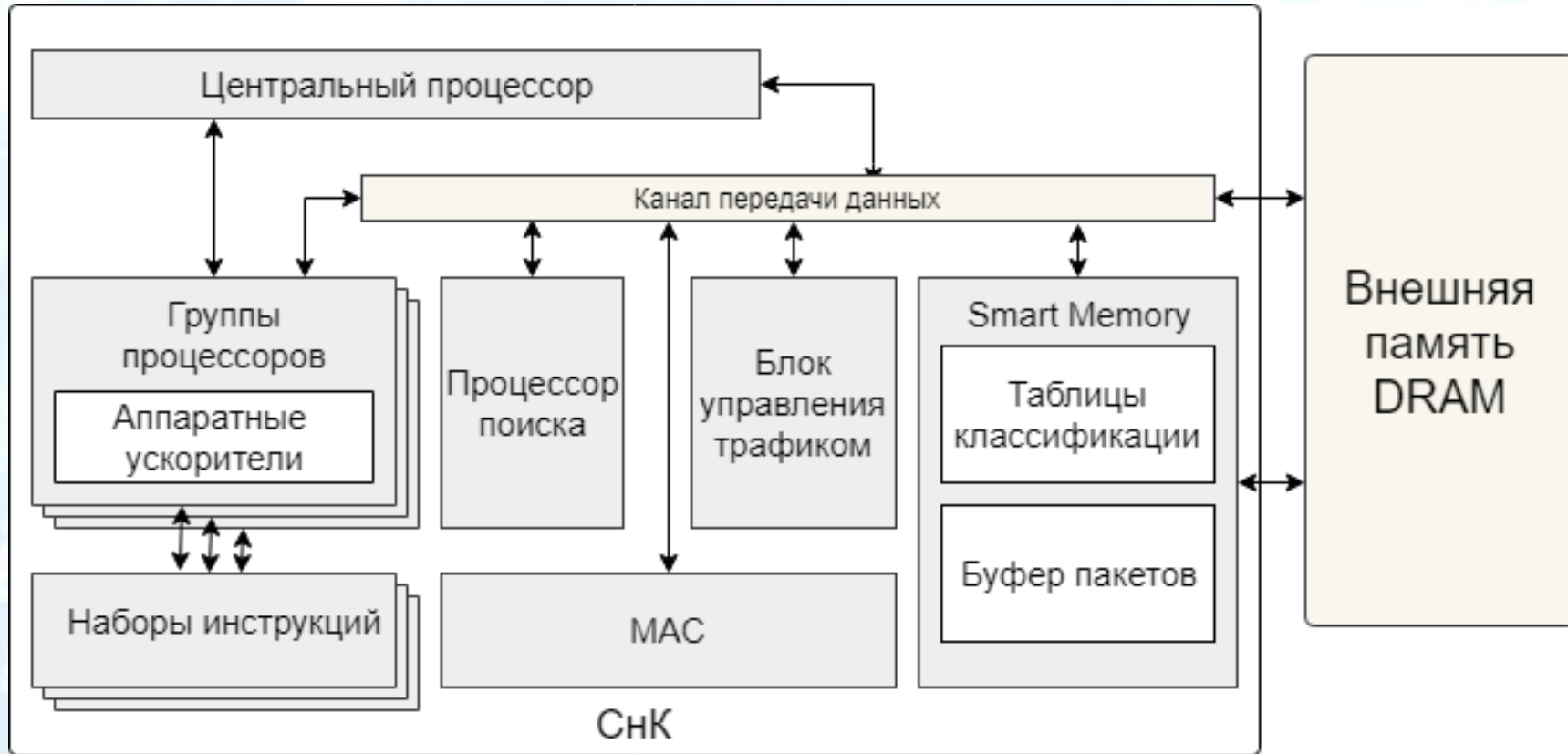


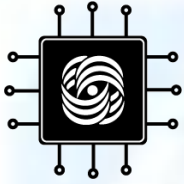
Mellanox NP-5



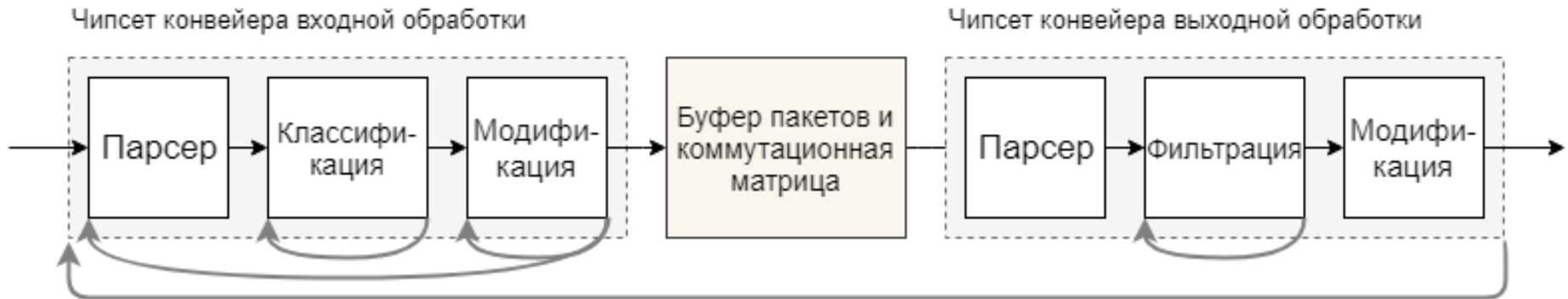


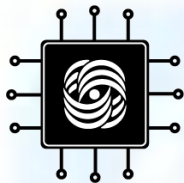
Huawei ENP



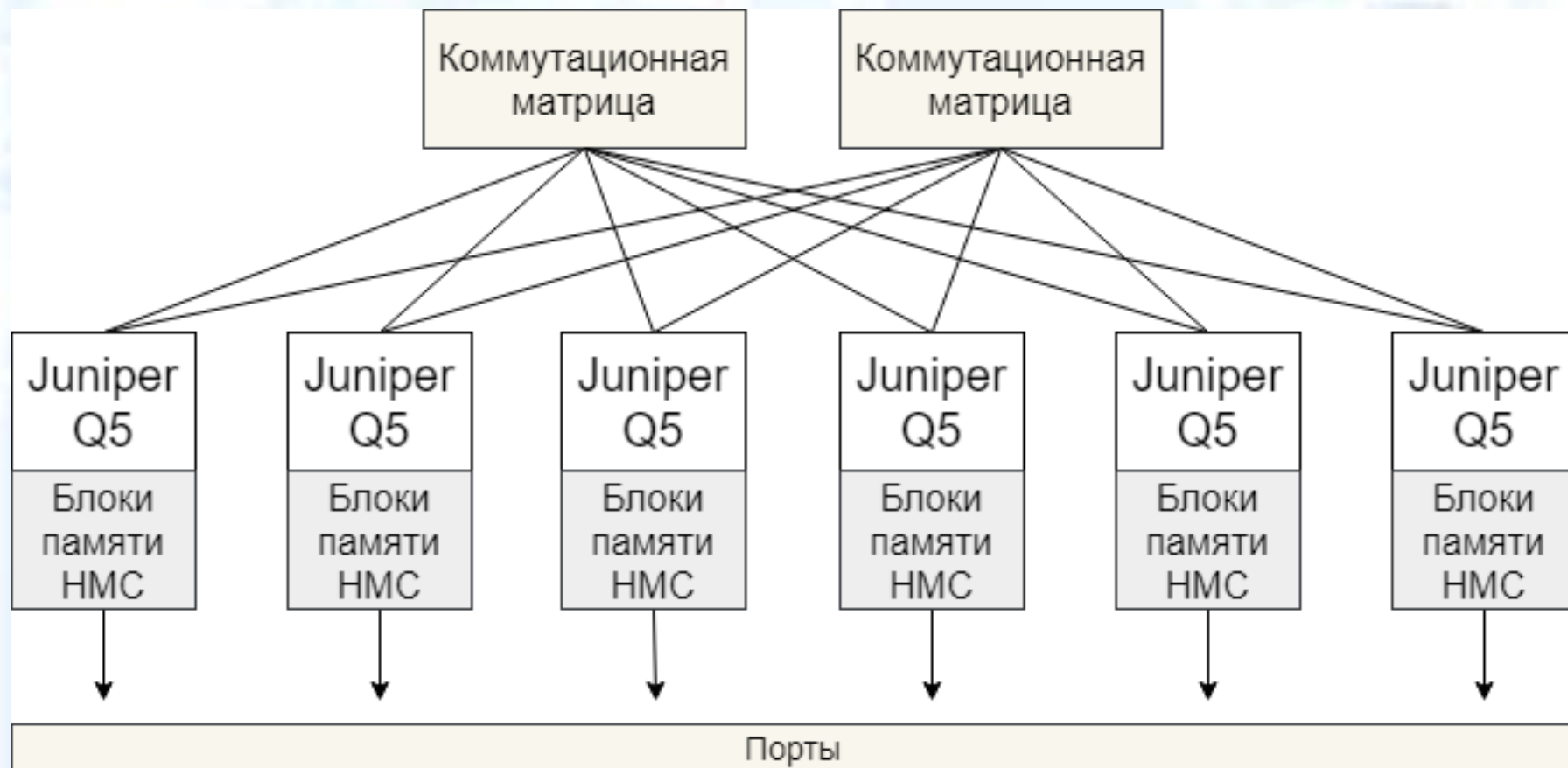


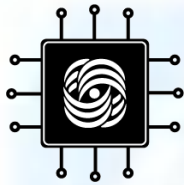
Juniper Q5 (1)





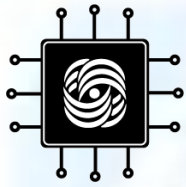
Juniper Q5 (2)



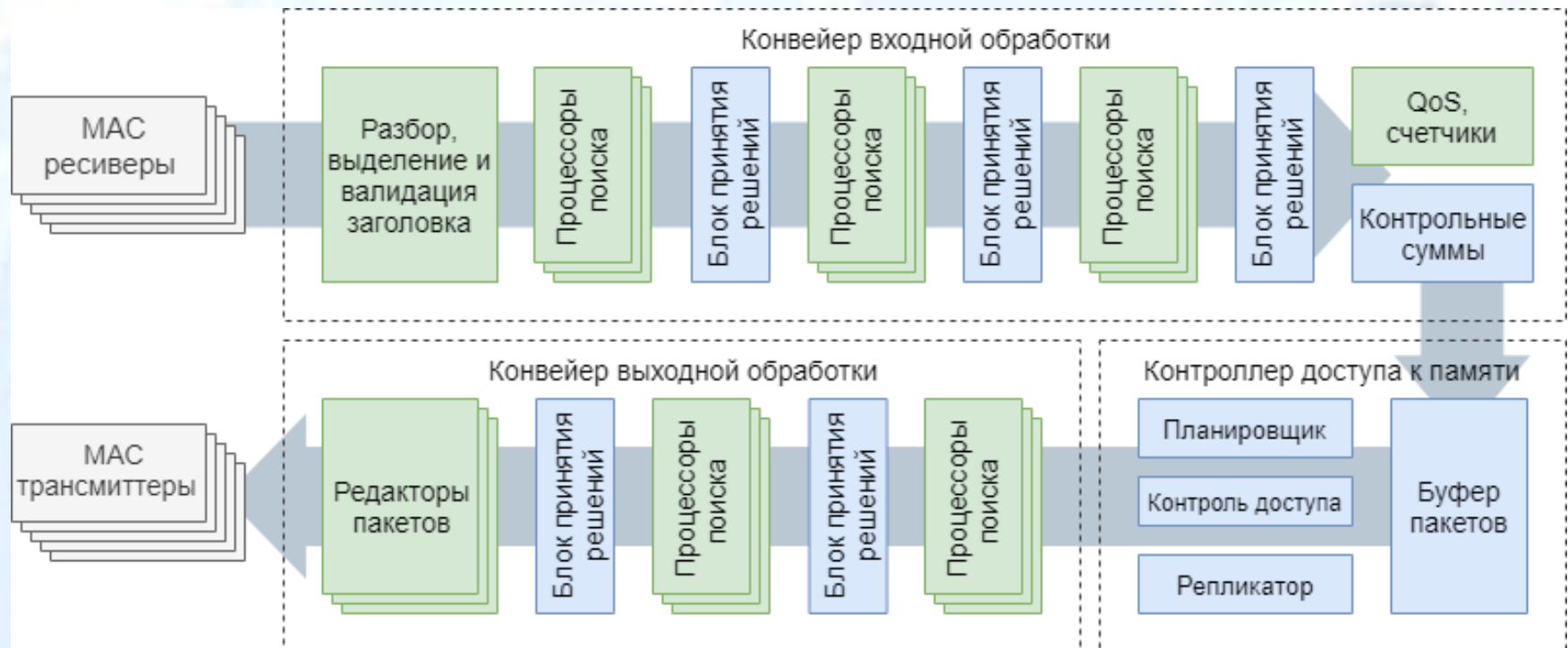


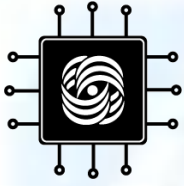
Broadcom Tomahawk 3





Broadcom Trident 3





Спасибо за внимание!