

Skoltech

Skolkovo Institute of Science and Technology



Lomonosov Moscow
State University

Лекция 3: Технология OpenFlow

Василий Пашков

`pashkov@lvk.cs.msu.su`

План лекции



- 1. Основные понятия**
- 2. OpenFlow коммутатор**
 - Архитектура коммутатора
 - Виды таблиц и их назначение
 - Типы OpenFlow коммутаторов
- 3. Протокол OpenFlow**
 - Типы сообщений
 - История развития протокола
- 4. OpenFlow контроллер**
 - Режимы установки правил и маршрутизация
 - Виды организации управления



1. Основные понятия



Внедрения



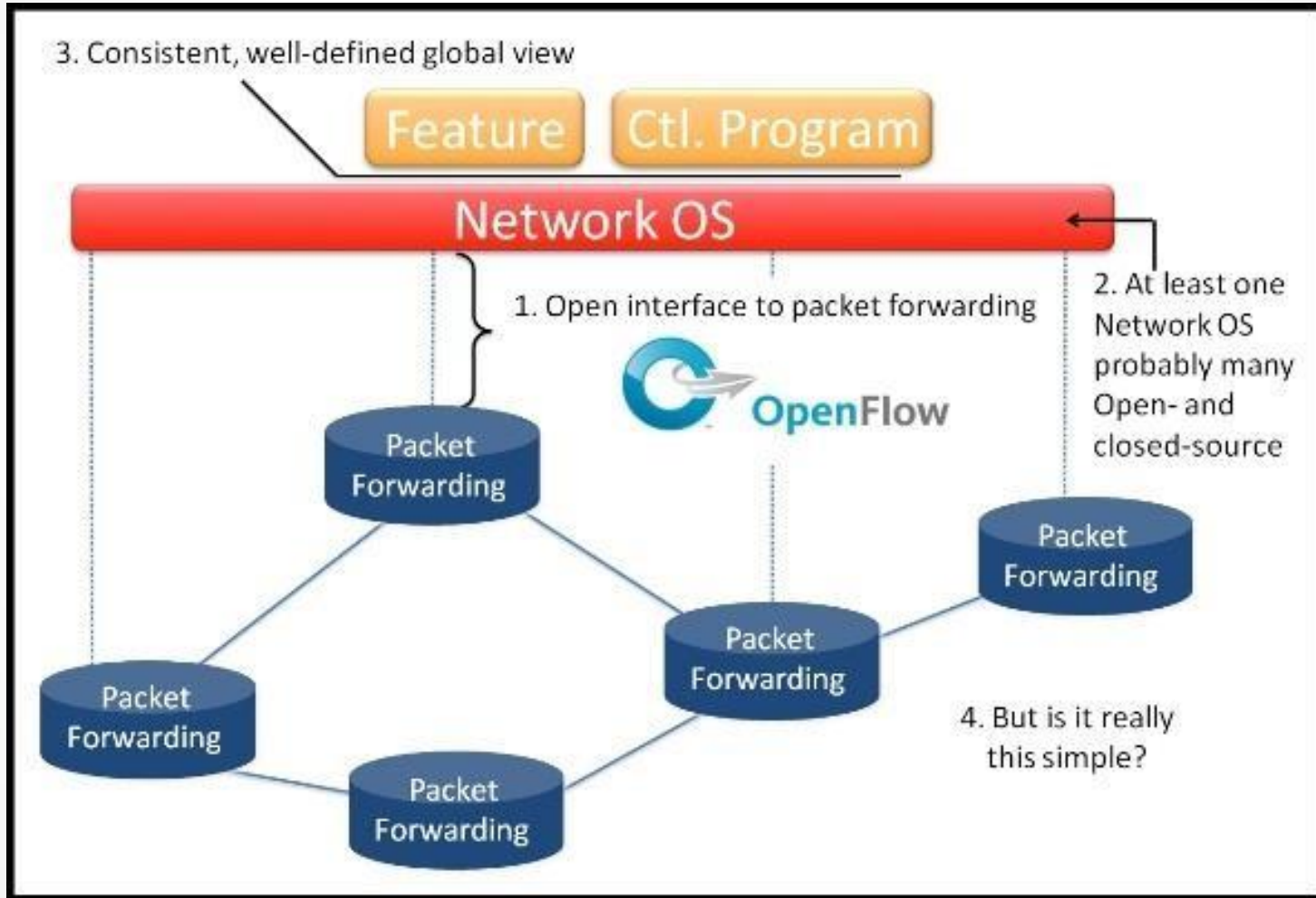
Основные принципы:

- Физическое разделение уровня передачи данных от уровня управления сетевых устройств
- Логически централизованное управление
- Программируемость
- Открытый единый интерфейс управления

Преимущества

- Повышение гибкости и скорости управления
- Сокращение расходов на обслуживание сети (ОРЕХ)
- Удешевление оборудования (CAPEX)
- Разработка ранее недоступных сервисов

SDN



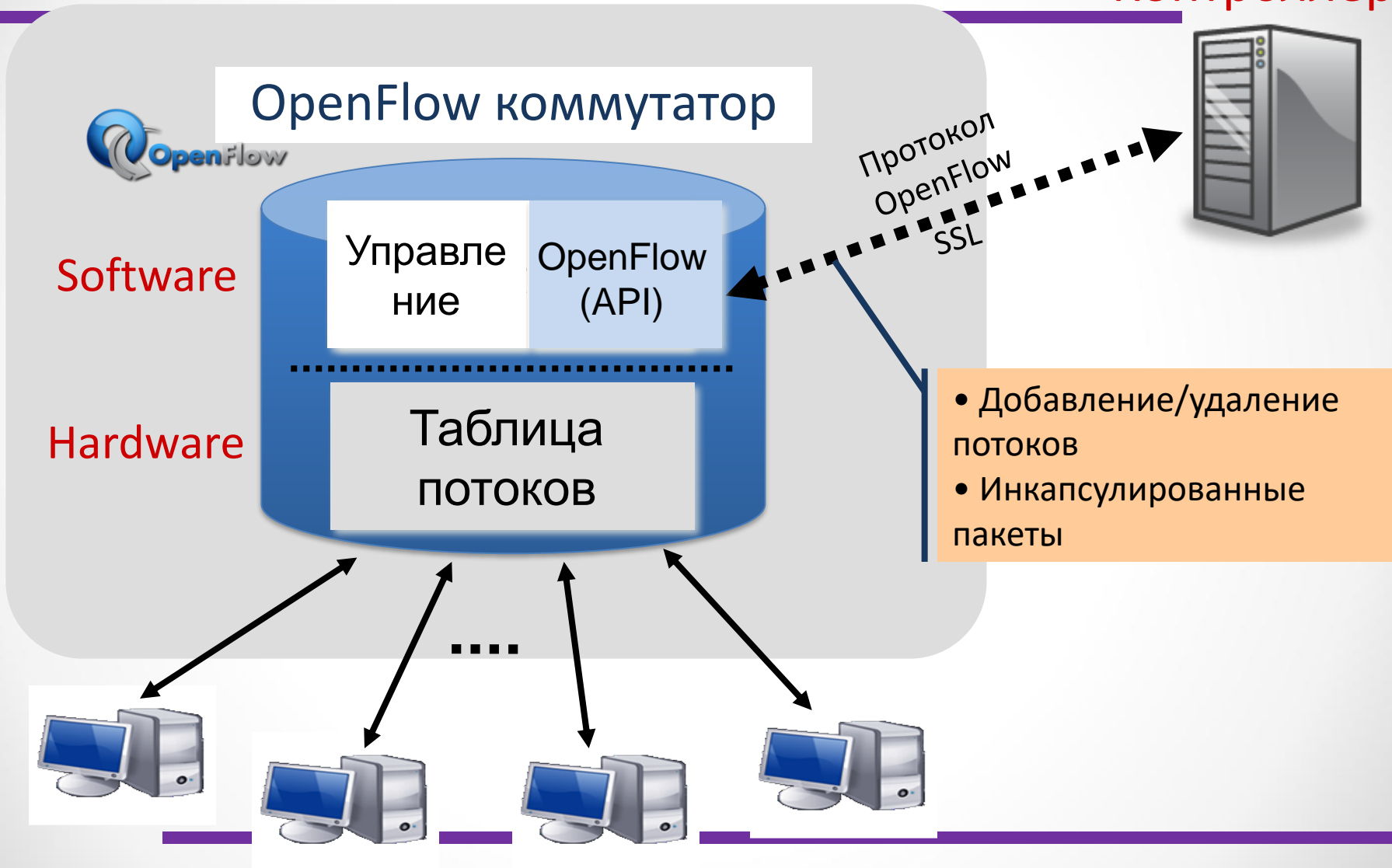
2. OpenFlow коммутатор



OpenFlow



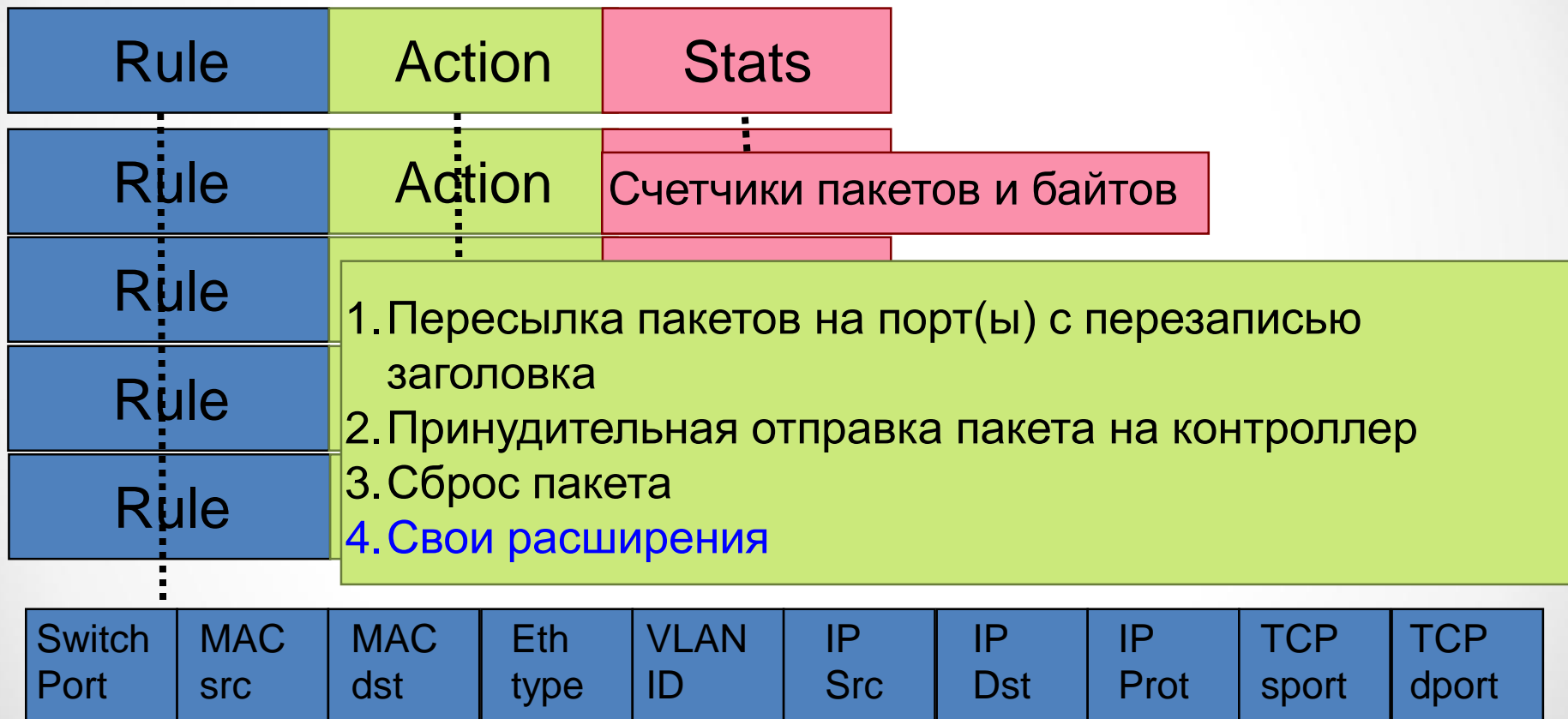
Контроллер



OpenFlow правила



Flow Table



+ маска по полям

Примеры правил OpenFlow



Switching

| Switch Port | MAC src | MAC dst | Eth type | VLAN ID | IP Src | IP Dst | IP Prot | TCP sport | TCP dport | Action |
|-------------|---------|-----------|----------|---------|--------|--------|---------|-----------|-----------|--------|
| * | * | 00:1f:... | * | * | * | * | * | * | * | port6 |

Flow Switching

| Switch Port | MAC src | MAC dst | Eth type | VLAN ID | IP Src | IP Dst | IP Prot | TCP sport | TCP dport | Action |
|-------------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|--------|
| port3 | 00:20.. | 00:1f.. | 0800 | vlan1 | 1.2.3.4 | 5.6.7.8 | 4 | 17264 | 80 | port6 |

Firewall

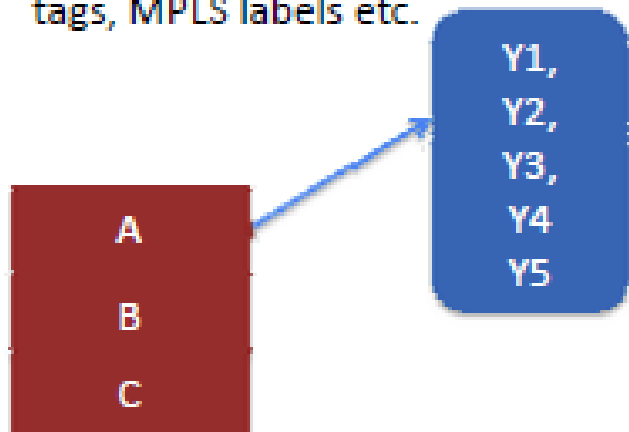
| Switch Port | MAC src | MAC dst | Eth type | VLAN ID | IP Src | IP Dst | IP Prot | TCP sport | TCP dport | Action |
|-------------|---------|---------|----------|---------|--------|--------|---------|-----------|-----------|--------|
| * | * | * | * | * | * | * | * | * | 22 | drop |

Чем плохо одна таблица?



- Table space explosion**

A, B, C, Y could be MAC or IP addresses, VLAN tags, MPLS labels etc.

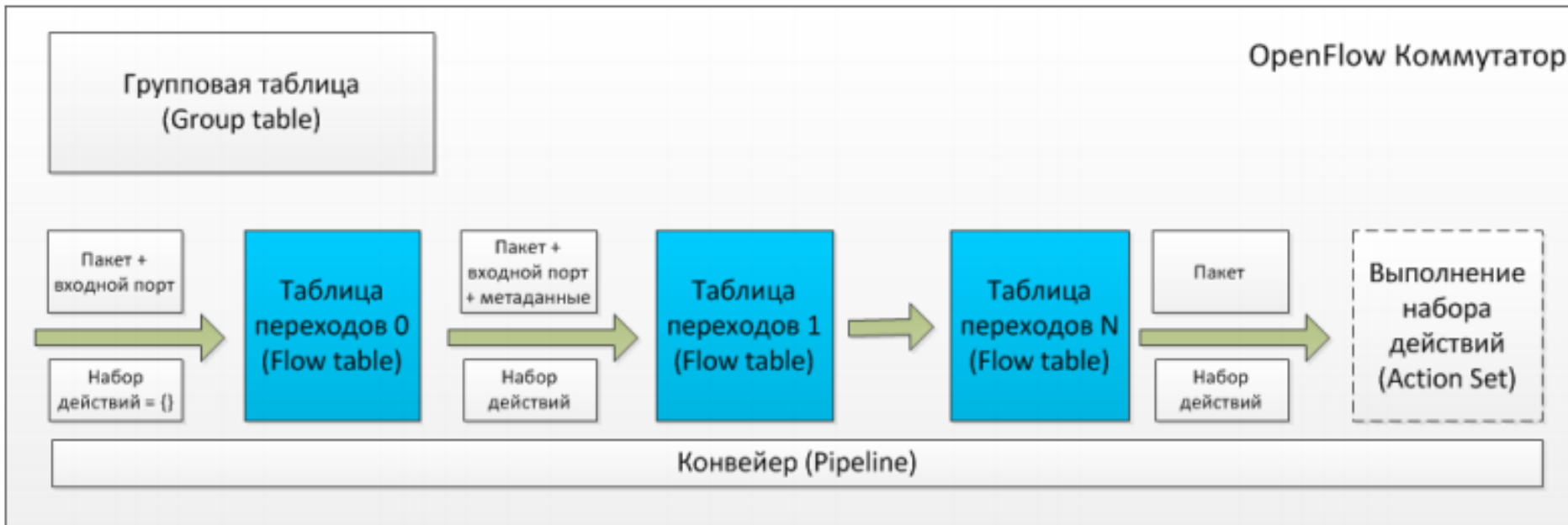


Single-table abstraction may use table space inefficiently compared to multiple tables

OF 1.0 Single Table

| |
|-------|
| A, Y1 |
| A, Y2 |
| A, Y3 |
| A, Y4 |
| A, Y5 |
| B, Y1 |
| B, Y2 |
| B, Y3 |
| B, Y4 |
| B, Y5 |
| C, Y1 |
| C, Y2 |
| C, Y3 |
| C, Y4 |
| C, Y5 |

OpenFlow 1.1



Групповые таблицы



| Идентификатор группы | Тип группы | Счётчики | Контейнеры действий |
|----------------------|------------|----------|---------------------|
|----------------------|------------|----------|---------------------|

Определены следующие типы групп:

All - выполняются все контейнеры действий в группе.

Select - выполняется только один контейнер действий в группе.

Indirect - выполняется один определённый контейнер действий в группе.

Fast failover - выполняется первый существующий (живой) контейнер действий.



3. OpenFlow протокол



- **Сообщения контроллер-коммутатор**
 - Конфигурирование коммутатора
 - Управление и контроль состояния
 - Управление таблицами потоков
 - Features, Configuration, Modify-State (**flow-mod**), Read-State (multipart request), **Packet-out**, Barrier, Role-Request
- **Симметричные сообщения**
 - Отправка в обоих направлениях
 - Обнаружение проблем соединения контроллера с коммутатором
 - **Hello, Echo**
- **Ассиметричные сообщения**
 - Отправка от коммутатора к контроллеру
 - Объявляют об изменении состояния сети, состояния коммутаторов
 - **Packet-in**, flow-removed, port-status, error

Несколько контроллеров

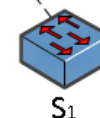


- Протокол OpenFlow 1.2:
 - Множество контроллеров
 - Механизм ролей
 - **Роли:** Master, Slave, Equal
 - **По умолчанию:** контроллер находится в роли Equal для коммутаторов.
 - **Смена ролей:** OFPT_ROLE_REQUEST
 - **Распределение ролей:** возложено на контроллеры.

Контроллер 1



Контроллер 2



OpenFlow 1.0, 1.1

Контроллер 1



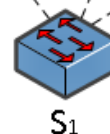
Контроллер 2



Контроллер 3



Master



Slave

Slave

OpenFlow 1.2 – 1.5



4. OpenFlow контроллер

OpenFlow контроллер



- Программа, TCP/IP сервер, ожидающий подключения коммутаторов
- Отвечает за обеспечение взаимодействия приложения-коммутатор.
- Предоставляет важные сервисы (например, построение топологии, мониторинг хостов)
- API сетевой ОС или контроллер предоставляет возможность создавать приложения на основе **централизованной модели программирования.**

Схема работы OpenFlow



Реактивный режим работы

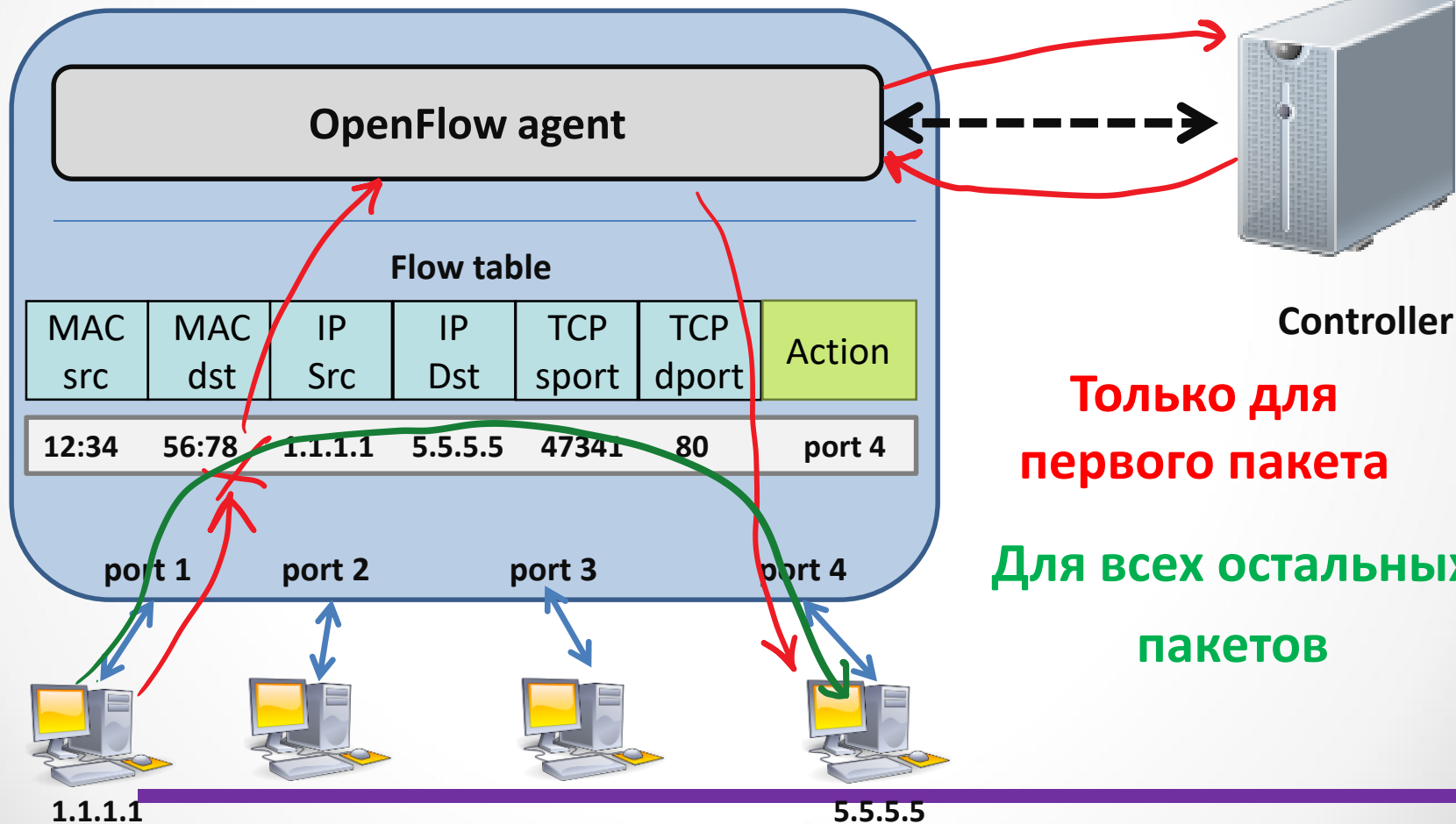
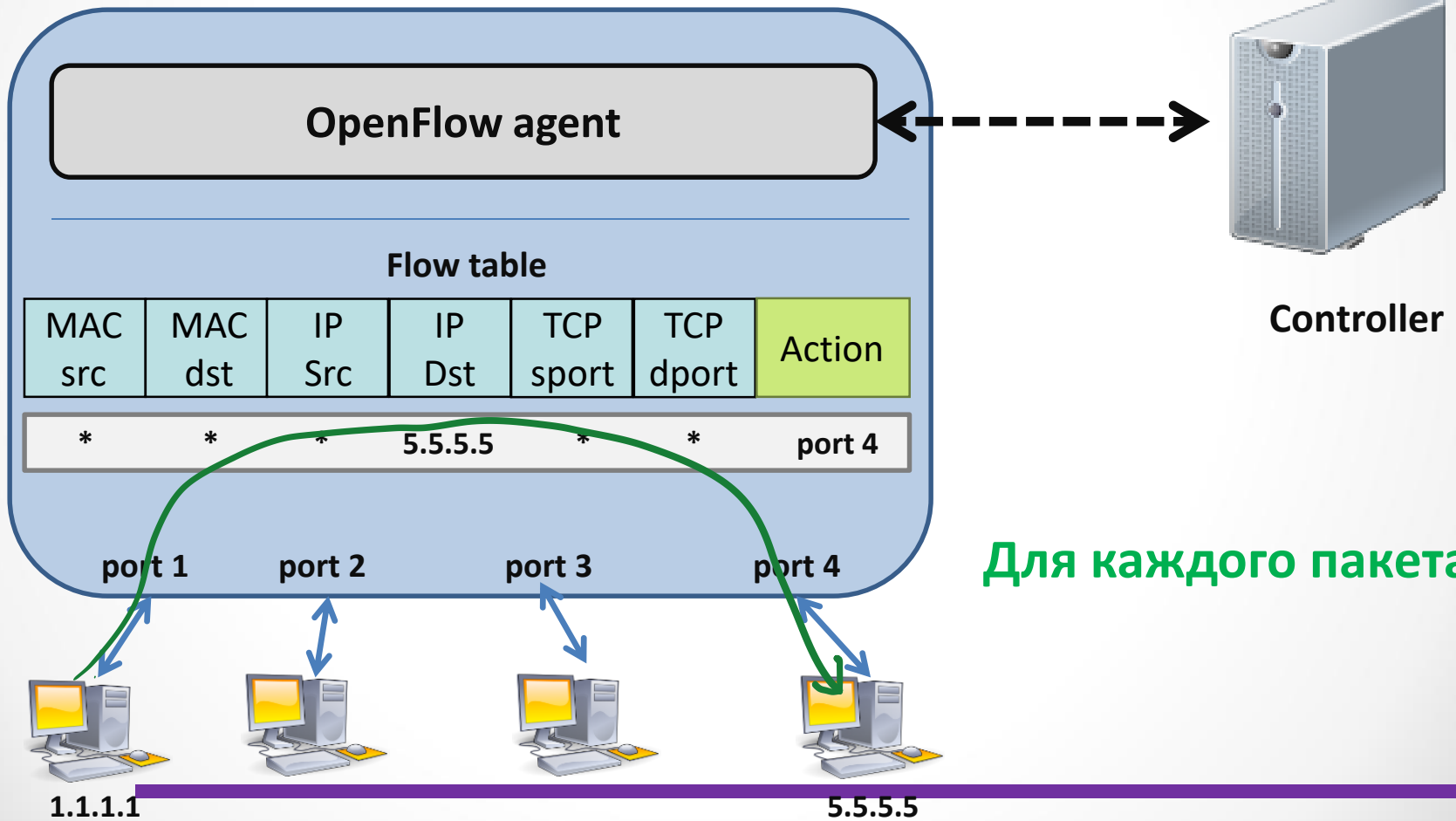


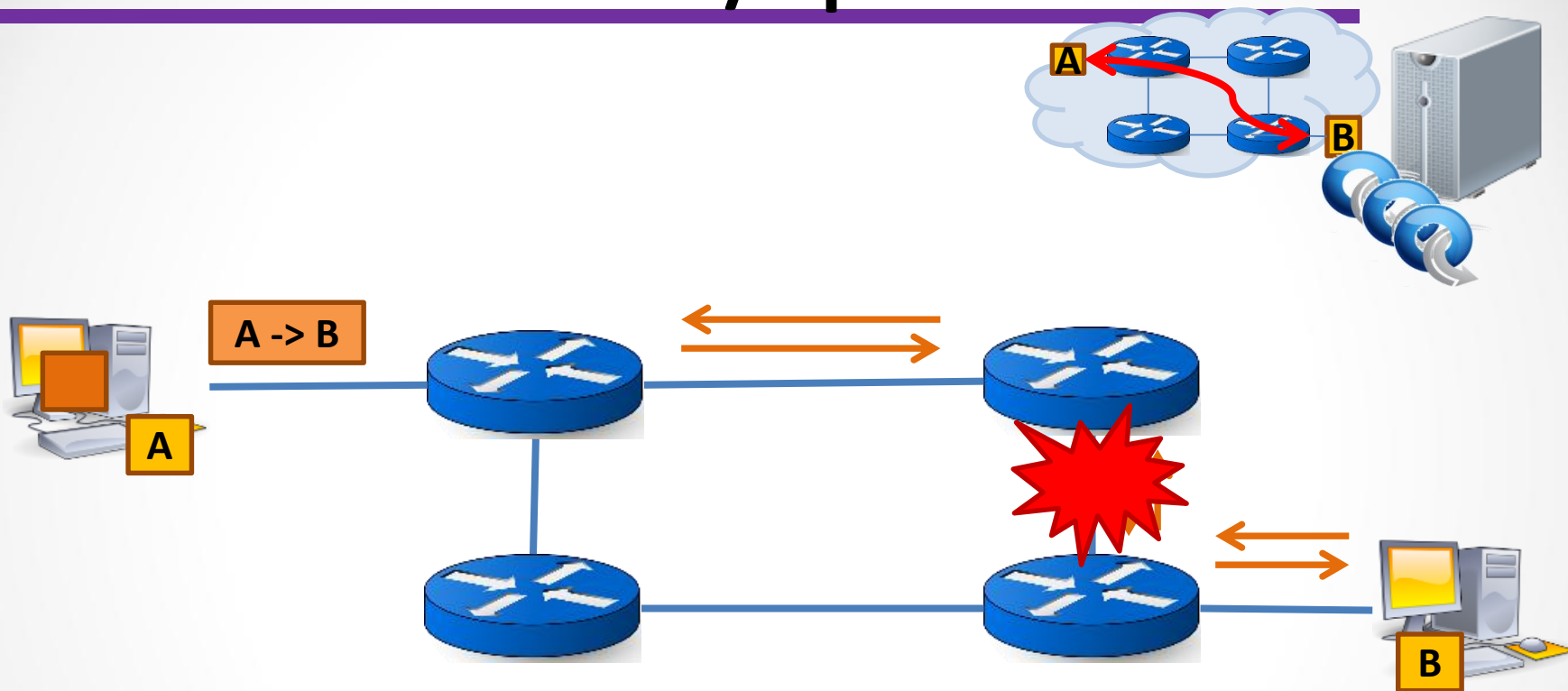
Схема работы OpenFlow



Проактивный режим работы

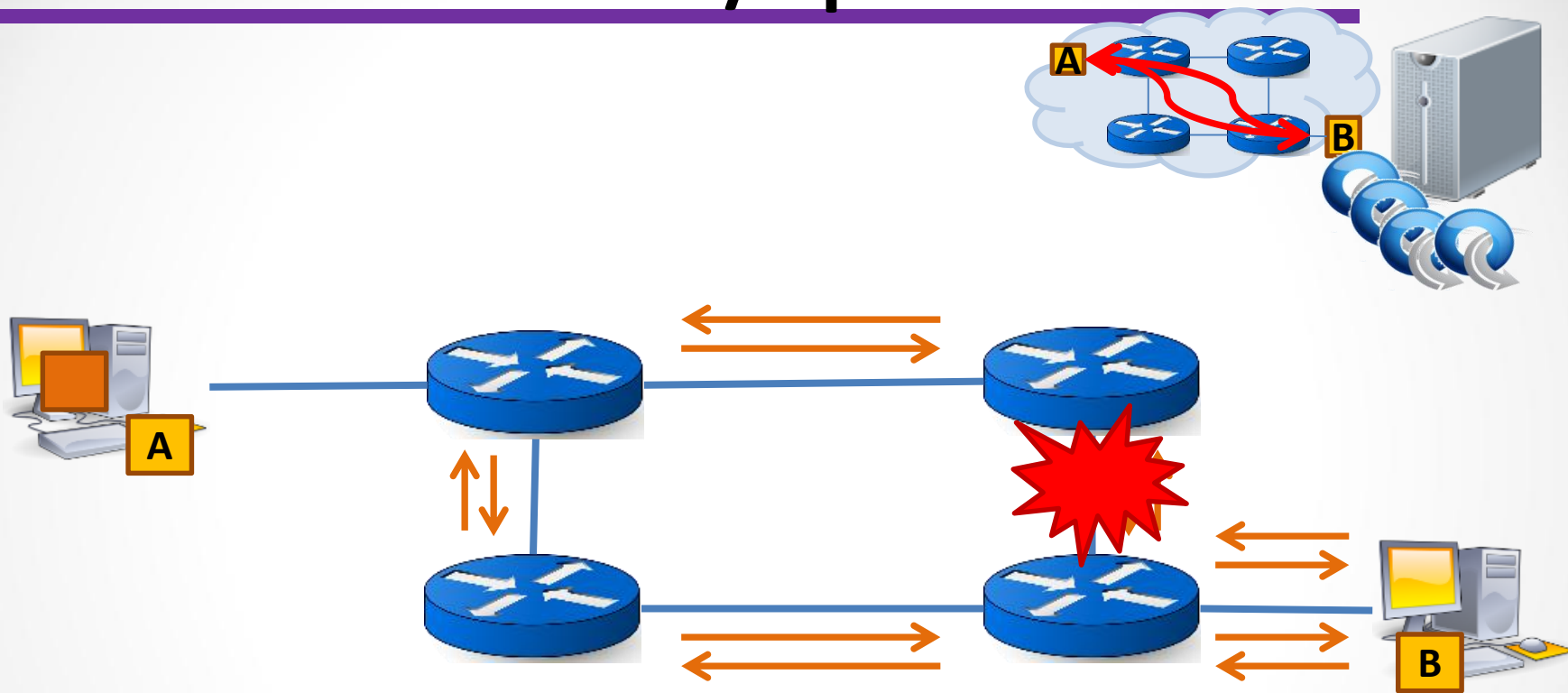


Маршрутизация с SDN/OpenFlow



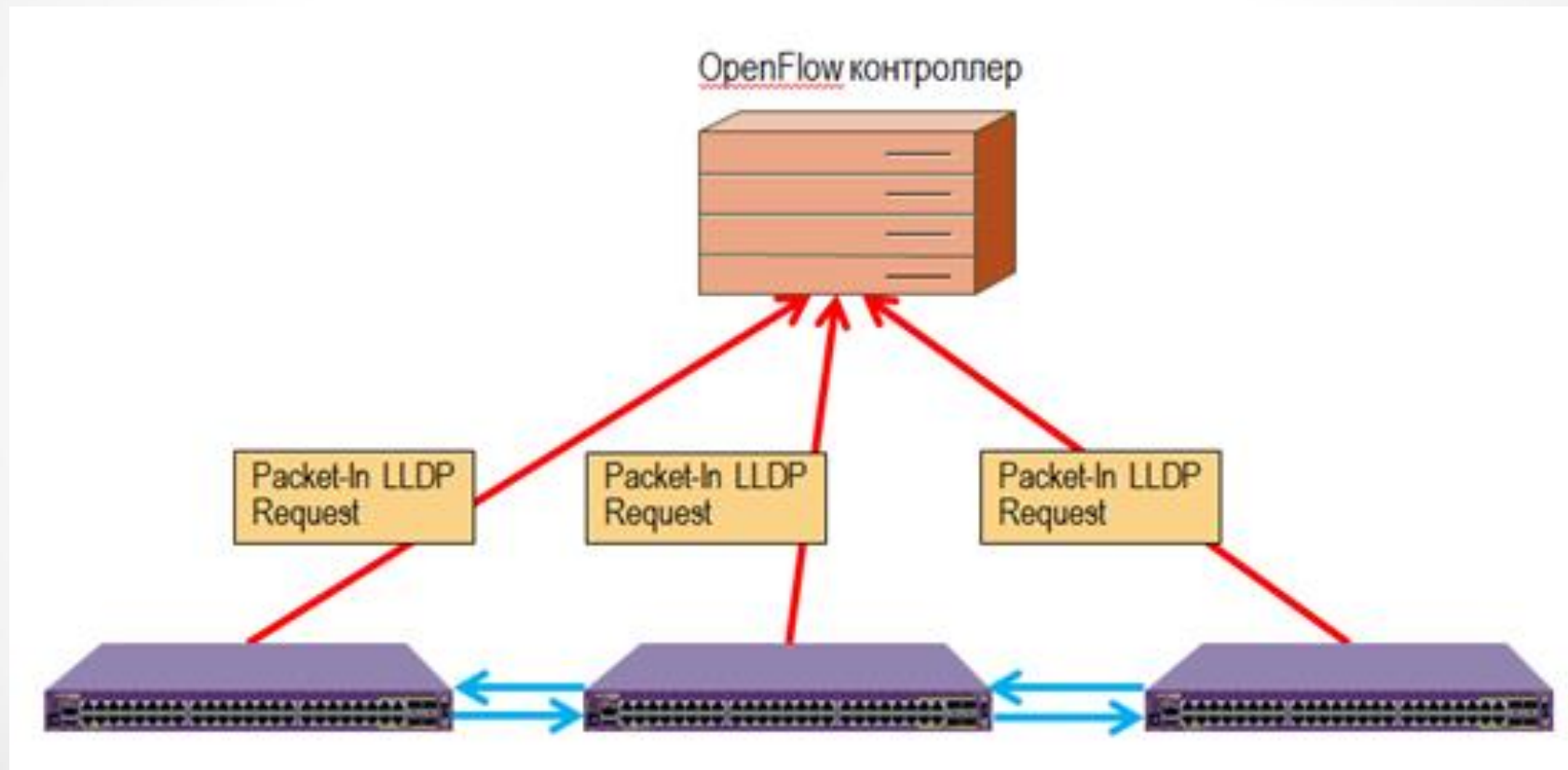
- Неизвестный пакет отправляется на контроллер (OF_PACKET_IN).
- Контроллер вычисляет лучший маршрут через всю сеть (с наименьшей стоимостью и удовлетворяющий политикам маршрутизации).
- Соответствующие правила OpenFlow устанавливаются на коммутаторы + сразу и обратный маршрут (OF_PACKET_OUT/FLOW_MOD).

Маршрутизация с SDN/OpenFlow



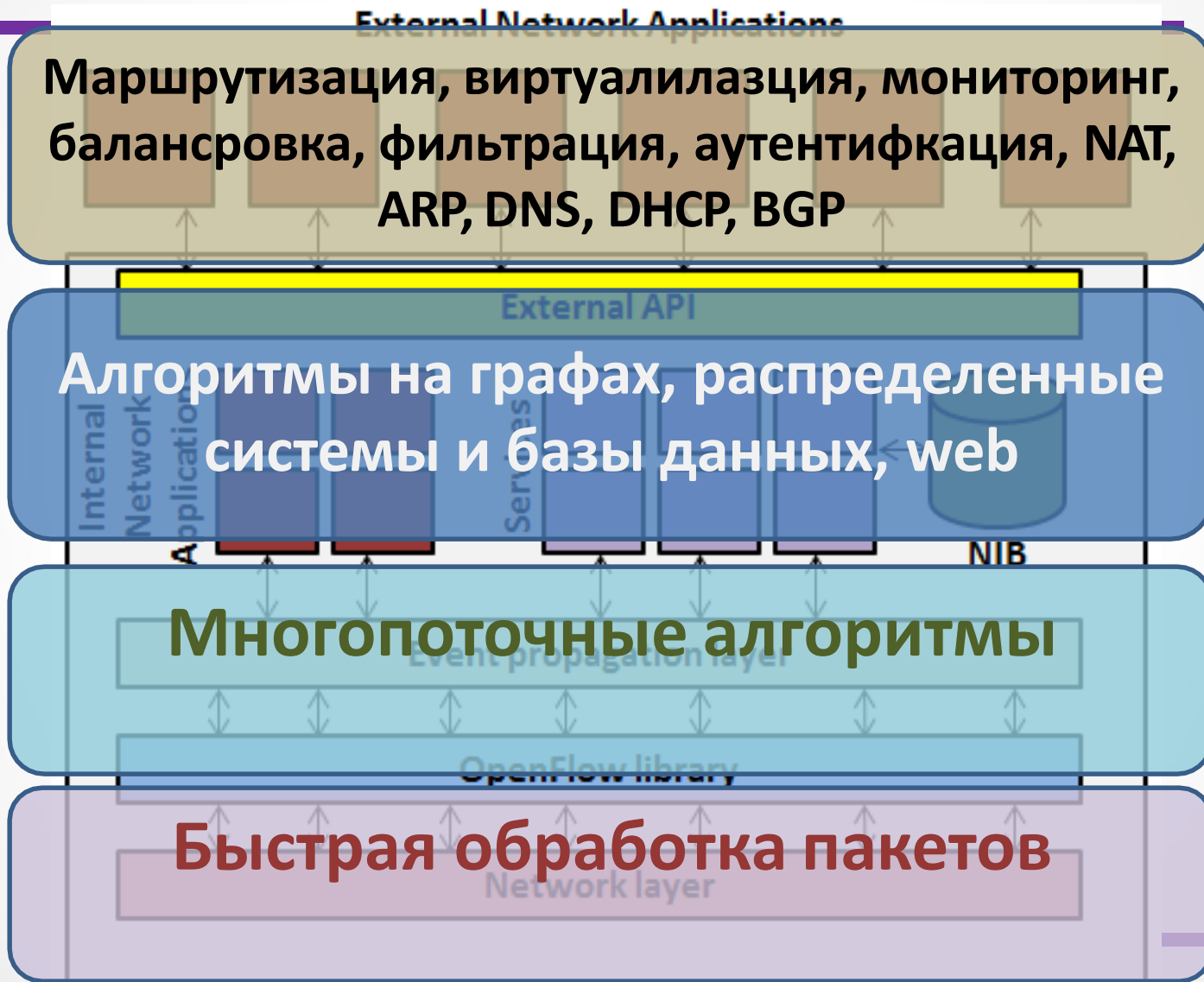
- Неизвестный пакет отправляется на контроллер (OF_PACKET_IN).
- Контроллер вычисляет лучший маршрут через всю сеть (с наименьшей стоимостью и удовлетворяющий политикам маршрутизации).
- Соответствующие правила OpenFlow устанавливаются на коммутаторы + сразу и обратный маршрут (OF_PACKET_OUT/FLOW_MOD).
- **Динамическая переконфигурация в случае ошибки сети.**

Построение топологии?





Архитектура OpenFlow контроллера





Спасибо за внимание!

Василий Пашков
pashkov@lvk.cs.msu.su
