



Виртуальная лаборатория с использованием RouterOS в системе дистанционного обучения QNet+.

Принцип организации и опыт проведения дистанционных лабораторных практикумов на модельном полигоне с routers на базе СПбГУТ

Докладчик: **Есалов Кирилл Эдуардович**
Начальник научно-образовательного центра НОЦ ИКТ
СПб ГУТ им М.А.Бонч-Бруевича
<http://bonch-ikt.ru/qnet> <https://vk.com/nocikt>

Научно-образовательный центр НОЦ ИКТ



2012 год. Открытие НОЦ ИКТ



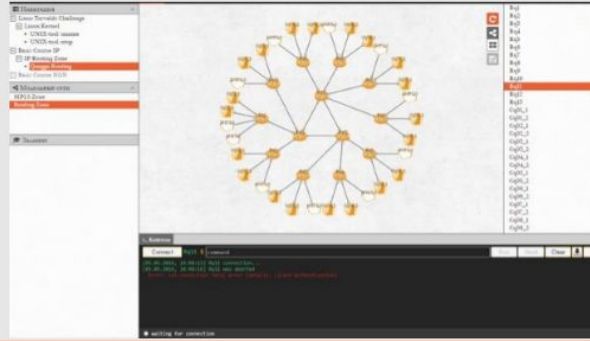
2013-2014 год. БК Ростелеком.



2013 год. Imagine Cup 2013:
тренажер

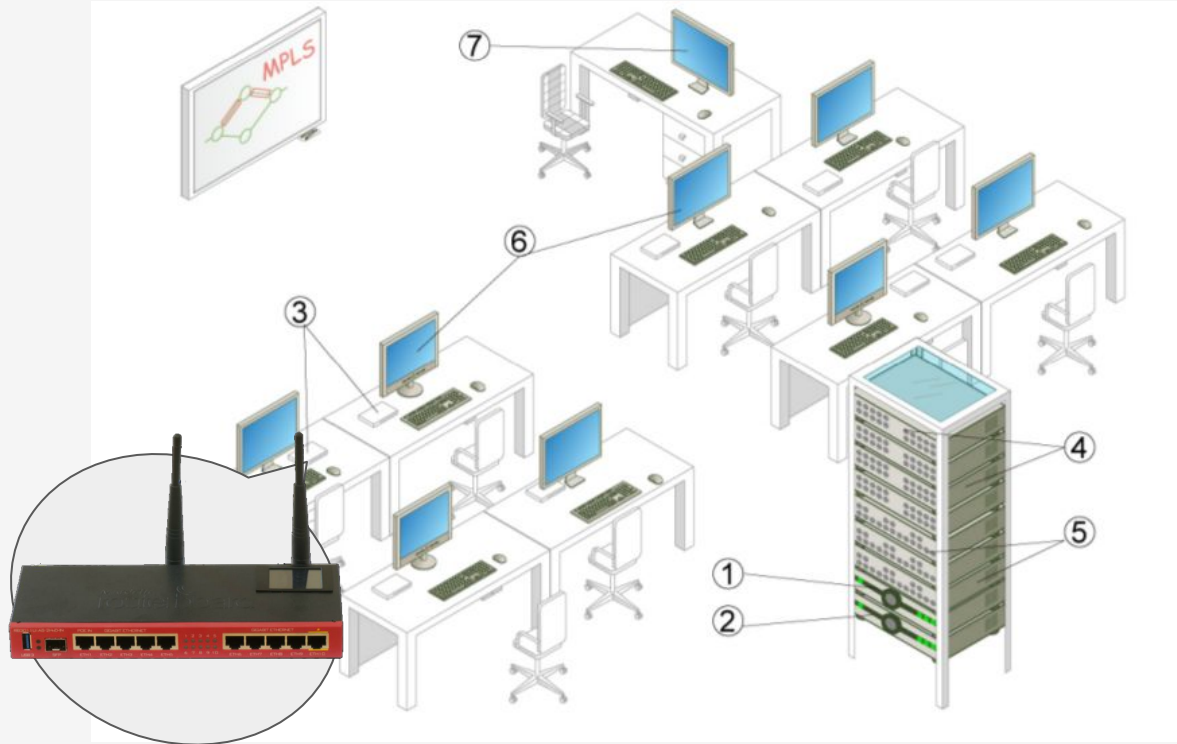


2016 год. Система мониторинга



- 2012 Открытие
- 2013 Прототип учебного комплекса
- 2013-14 БК РТ и Академия Huawei
- 2015 Прототип Инфотелком Портал
- 2016 Система мониторинга
- 2017 СДО и Виртуальные лаборатории

Учебно-лабораторный комплекс по IP технологиям (1)



1. Web-сервер
2. Сервер загрузки
3. Маршрутизатор доступа Mikrotik
- 4,5 Стоечные маршрутизаторы
6. Рабочее место - тонкий клиент
7. Рабочее место преподавателя с интерактивной доской

Учебно-лабораторный комплекс по IP технологиям (2)



Учебно-лабораторный комплекс по IP технологиям (1)



Обучающиеся на
Онлайн-курсах*:

2018 - 1520 тыс.чел

2020 - 6000 тыс.чел

2025 - 11 000 тыс.

Количество Онлайн-
курсов*:

2018 - 1500

2020 - 3500

* по данным проекта цифровая образовательная среда 25.10.16



Развитие дистанционного обучения

МООК платформы:

- "Национальная платформа открытого образования"
- "Универсариум"
- "Лекториум"
- "Российская электронная школа"
- Coursera
- Stepik
-

Онлайн-обучение



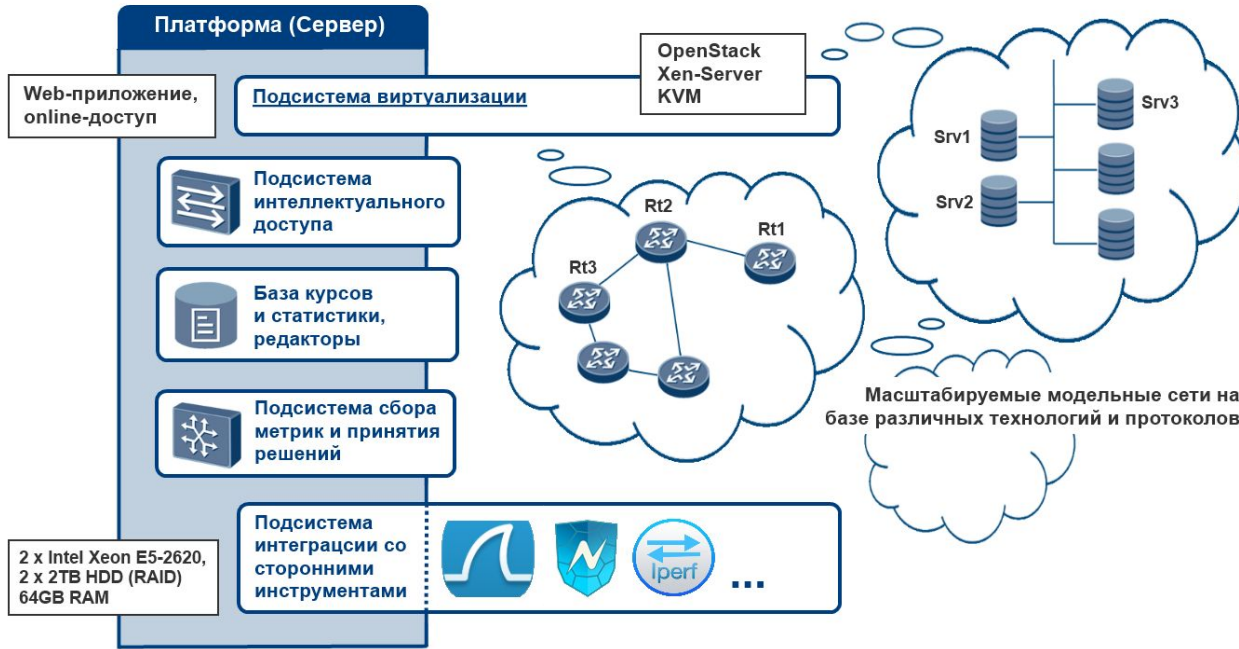
Состав пользовательского интерфейса:

- Навигация
- Медийный материал
- Текстовые тесты
- Прокторинг
- Лабораторный работы
- Дополнительный практикум

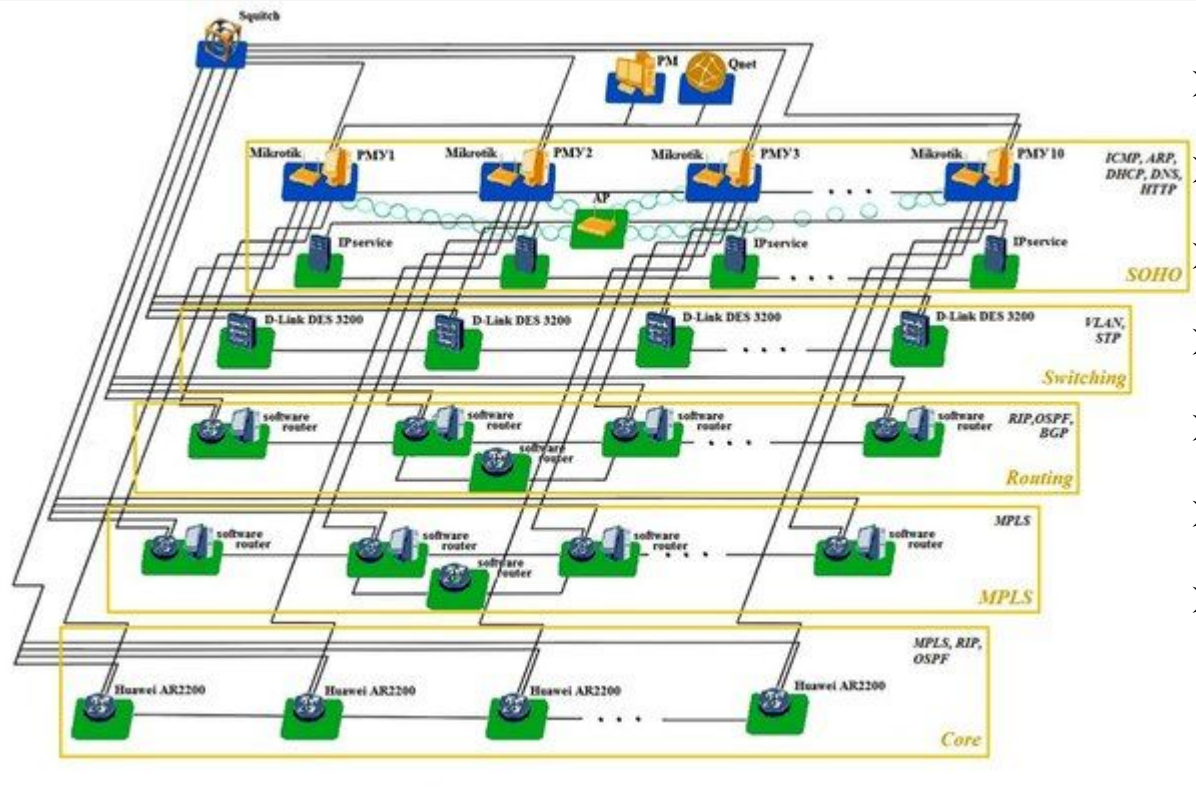
Недостатки/Проблемы:

- Отсутствует лаб. практикум
- Проверка знаний/тестирование
- Мотивированность (7%)

Архитектура СДО QNet+



Виртуальные лаборатории



- SOHO Network
- Core Network
- MPLS Zone
- SDN laboratory
- Access Network
- IoT Laboratory
- Virtual Lab Environment

Пользовательский интерфейс. Подключение к RouterOS



The screenshot displays the Qnet+ 4.7.8 user interface. The top navigation bar includes 'Стена', 'Активность', 'Статистика', and 'Редактор'. The main area shows a network diagram with nodes labeled 'MiTk', 'MiTkGW', and 'Sq'. A terminal window at the bottom shows the command prompt for MikroTik RouterOS. The terminal output includes a ASCII art logo and a list of available commands.

```
Connect MikroTik
MMM   MMM   KKK           TTTTTTTTTT   KKK
MMMM  MMMM  KKK           TTTTTTTTTT   KKK
MMM  MMMM  III  KKK  KKK  RRRRRR   000000   TTT   III  KKK  KKK
MMM  MM  MMM  III  KKKKK  RRR  RRR   000  000   TTT   III  KKKKK
MMM   MMM   III  KKK  KKK  RRRRRR   000  000   TTT   III  KKK  KKK
MMM   MMM   III  KKK  KKK  RRR  RRR   000000   TTT   III  KKK  KKK

MikroTik RouterOS 6.32.3 (c) 1999-2015      http://www.mikrotik.com/

[?]          Gives the list of available commands
command [?]  Gives help on the command and list of arguments

[Tab]       Completes the command/word. If the input is ambiguous,
            a second [Tab] gives possible options

/           Move up to base level
..         Move up one level
./command   Use command at the base level
[admin@MikroTik] >
```

- Навигация по курсам
- Навигация по лабам
- Изучение теории
- Выполнение хода работы. Шаги
- Подключение к VM
- Настройка конфигураций и услуг
- Проверка знаний

Ход работы. Wireshark в браузере.



Qnet+ 4.7.5 Стена Активность Статистика Редактор Администрирование

Навигация

- Основы сетей передачи данных
- Услуги сетей передачи данных
- Протоколы мобильных и конвергентных сетей
- Basic Course NGN
- Технологии виртуализации
- Статическая маршрутизация 16/16
- Протокол RIP 12/12

Задачи

секундах) в качестве параметра **duration**. По истечении этого времени синифер будет установлен. Рекомендуемое время 30 секунда. Нажмите кнопку **Выполнить**.

Дождитесь окончания работы синифера, затем необходимо отправить записанный файл на File-Server. Для этого будет использован протокол FTP. Выберите на своем устройстве **File_Server(FSrv)** при однократном нажатии на иконку данного устройства будут отображены кнопки быстрого доступа. Вам необходимо выбрать кнопку **Get file** и нажать кнопку **Выполнить**.

Для открытия записанного файла воспользуйтесь инструментарием WebShark. Нажмите на **File_Server(FSrv)** кнопку **Open file in WebShark** нажмите кнопку **Выполнить**, чтобы открыть записанный файл с помощью WebShark.

Отформатируйте сценарий, чтобы остались только пакеты, относящиеся к протоколу OSPF, для этого в поле **Start typing a Display Filter** необходимо ввести: **ospf**.

Проанализируйте сообщения.

Найдите первый пакет отправленный с IP-адреса, принимающего интерфейсу ether2, маршрутизатора R1.

Разверните пакет и посмотрите данные в заголовке OSPF.

Выполните

Введите тип аутентификации (в числовом формате)

Проверить

FSrv

CI-2
R2

R1 R4

R3

Open file in WebShark

WebShark: /mnt/trace_ip/gr1.pcap

WebShark: /mnt/trace_ip/gr1.pcap: /mnt/trace_ip/gr1.pcap - Mozilla Firefox

bonch-ik.ru:8209/webshark-dev/main/index.php?

WebShark v1.01

Пакеты SIP Flow Graph

ip.proto == 1 && ip.src == 192.168.102.20

N	time	eth.src	eth.dst	ip.src
3	Aug 17, 2017 15:38:47.721597000 MSK	52:54:00:a4:01:20	3e:d9:de:32:47:66	192.168.102.20
5	Aug 17, 2017 15:38:48.724233000 MSK	52:54:00:a4:01:20	3e:d9:de:32:47:66	192.168.102.20
7	Aug 17, 2017 15:38:49.721426000 MSK	52:54:00:a4:01:20	3e:d9:de:32:47:66	192.168.102.20
9	Aug 17, 2017 15:38:50.720763000 MSK	52:54:00:a4:01:20	3e:d9:de:32:47:66	192.168.102.20

Capture Filename: /mnt/trace_ip/gr1.pcap PDML created: Tue Aug 22 12:19:48 2017

Frame 3: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface 0

- Ethernet II, Src: RealtekU_a4:01:20 (52:54:00:a4:01:20), Dst: 3e:d9:de:32:47:66 (3e:d9:de:32:47:66)
- Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.102.20 (192.168.102.20), Dst: 192.168.102.1 (192.168.102.1)
- Internet Control Message Protocol
 - Type: 8 (Echo (ping) request)
 - Code: 0
 - Checksum: 0x31e5 [correct]
 - Bad Checksum: False
 - Identifier (BE): 1375 (0x055f)
 - Identifier (LE): 24325 (0x5f05)
 - Sequence number (BE): 1 (0x0001)
 - Sequence number (LE): 256 (0x0100)
 - Timestamp from icmp data: Aug 17, 2017 15:38:47.000000000 MSK
 - Timestamp from icmp data (relative): 0.721597000 seconds

0000 3e d9 de 32 47 66 52 54 00 a4 01 20 08 00 45 00 >..26fRT...E.
0010 00 54 07 a8 40 00 40 01 05 9a c0 a8 66 14 c0 a8 .T..@.f...
0020 66 01 08 00 31 e5 05 5f 00 01 57 8e 95 59 00 80 f...l...W.Y..

Ход работы. Оценка знаний



Qnet+ 475

Стена Активность Статистика Редактор Администрирование Анастасия Киструта RU ?

Навигация

- 8. Путь коммутации по меткам
- 9. Захват пакетов
- 10. Построение VPLS туннеля**
- 11. Настройка интерфейсов на рабочих местах CI-1 и CI-2
- 12. Связь клиентского и туннельного интерфейсов

Задание

идентифицирует туннель в VPLS и должен быть уникальным для каждого туннеля, между двух узлов. Однако в рамках всей сети vpls-id может повторяться, при условии, что он будет использован для двух (или более) туннелей, у которых и точка входа и remote-рег не будут одинаковыми.

Настройка туннеля VPLS вызывает создание динамического соседа LDP и создание «целевого»(targeted) сеанса LDP. Целевой сеанс LDP - это сеанс, который устанавливается между двумя маршрутизаторами, которые не являются непосредственными соседями.

Ход работы

Для построения туннеля между клиентскими сетями, находящимися за R1 и за R2, использовать loopback интерфейсы. Для сети, находящаяся на loopback интерфейсах. **1**

Выпишите метки, установленные маршрутизаторами для пути коммутации R1 до сети 9.9.9.2/32 **2**

На маршрутизаторе R1

IN-label

OUT-label

Проверить

3

4

Подтвердите действие на qlab.bonch-ikt.ru. Результат выполнено. Ваш счетчик: 100. Получено очков: 20.

FSrv (File_Server) 172.16.117.169

CI-1 (IPRouteCI01c1) 172.16.117.121

CI-2 (IPRouteCI01c2) 172.16.117.122

R1 (RouteROS01r1) 172.16.117.123

R3 (RouteROS01r3) 172.16.117.125

R5 (RouteROS01r5) 172.16.117.127

R4 (RouteROS01r4) 172.16.117.126

R2 (RouteROS01r2) 172.16.117.124

Терминал #1 Терминал #2 Библиотека История

```
Disconnect RouteROS01r2
CLItoCLI do file interval numbers
(adminR2) > int vpls mon C
  remote-label: 42
  local-label: 51
  remote-status:
    transport: 9.9.9.1/32
  transport-next-hop: 10.3.12.2
  imposed-labels: 36,42
(adminR2) > []
```

[session: 02:18] RouteROS01r2 ready

1) Выполнение задания, настройка стенда, вывод результатов в поля ввода;

2) Передача данных на сервер системы QNet+;

3) Инициация на сервере скриптов проверки;

4) Вывод результата проверки.

- Ход работы
- Ввод проверочных ответов
- Передача данных на сервер QNet+
- Инициализации на хост системе скриптов проверки
- Проверка в БД
- Оценка знаний
- Индивидуальная траектория



Примеры ввода ответов

- Без ввода данных
- Поле ввода произвольной текстовой информации;
- Несколько полей ввода произвольной текстовой информации;

Проверка правильности настроенного интерфейса

Проверить

Определите краткий синтаксис выполнения второй команды из списка истории

Проверить

Определите полное (абсолютное) имя созданного файла

Определите записанную в файл информацию.

Проверить

- Выбор одного ответа из списка предоставленных;

Вызываемый пользователь отклонил входящий вызов

Сетевое оборудование перегружено

Проверить

- Выбор множественного выбора из предоставленных вариантов ответа

Вызываемый пользователь временно недоступен

Вызываемый пользователь отклонил входящий вызов

Сетевое оборудование перегружено

Проверить

Вариативность модуля системы оценки знаний



- I. Сравнение данных с предустановленным ответом;
- II. Обращение к реальному оборудованию и считывание его конфигурации (необходимо писать код программы);
- III. Универсальный скрипт, управляемый с помощью «config»

```
command=traceroute -n %dstip
username=%1
password=%1
host=%1

        configType=text
        recordSplit=LF
        skipLine=1
regular=dstIP=(\d+\.\d+\.\d+\.\d+)
regular=hoplist=(\d+\.\d+\.\d+\.\d+)
type=list
regular=rt=(\d+)

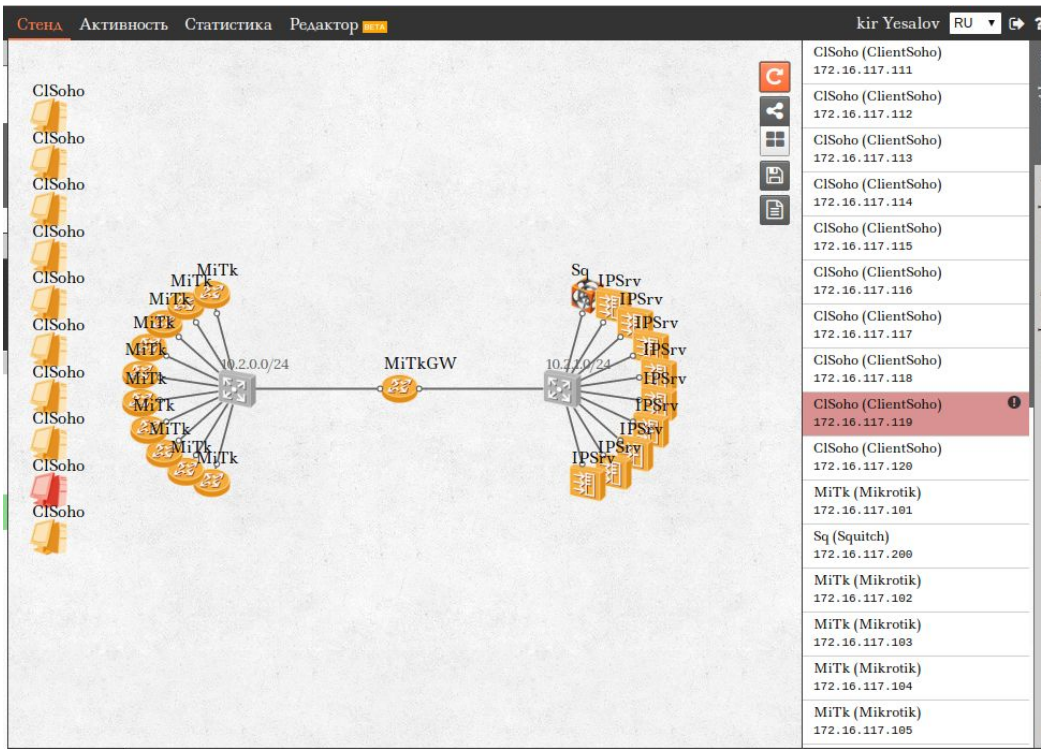
inspection=10
select=dstIP=%dstip
        rt=%ttl
inspection=90
        hoplist=%iplist
```



Блок-схема работы универсального скрипта



Виртуальная лаборатория на 10PM SOHO Network



- 10 PM Linux
- 10 Точек доступа Router OS
- 1 общий шлюз Router OS
- 10 серверов Debian
- 1 web-приложение ИПИП Squitch
- 1 web-wireshark
- 1 файловый сервер
- 1 kvm debian

Состав виртуальных лабораторий



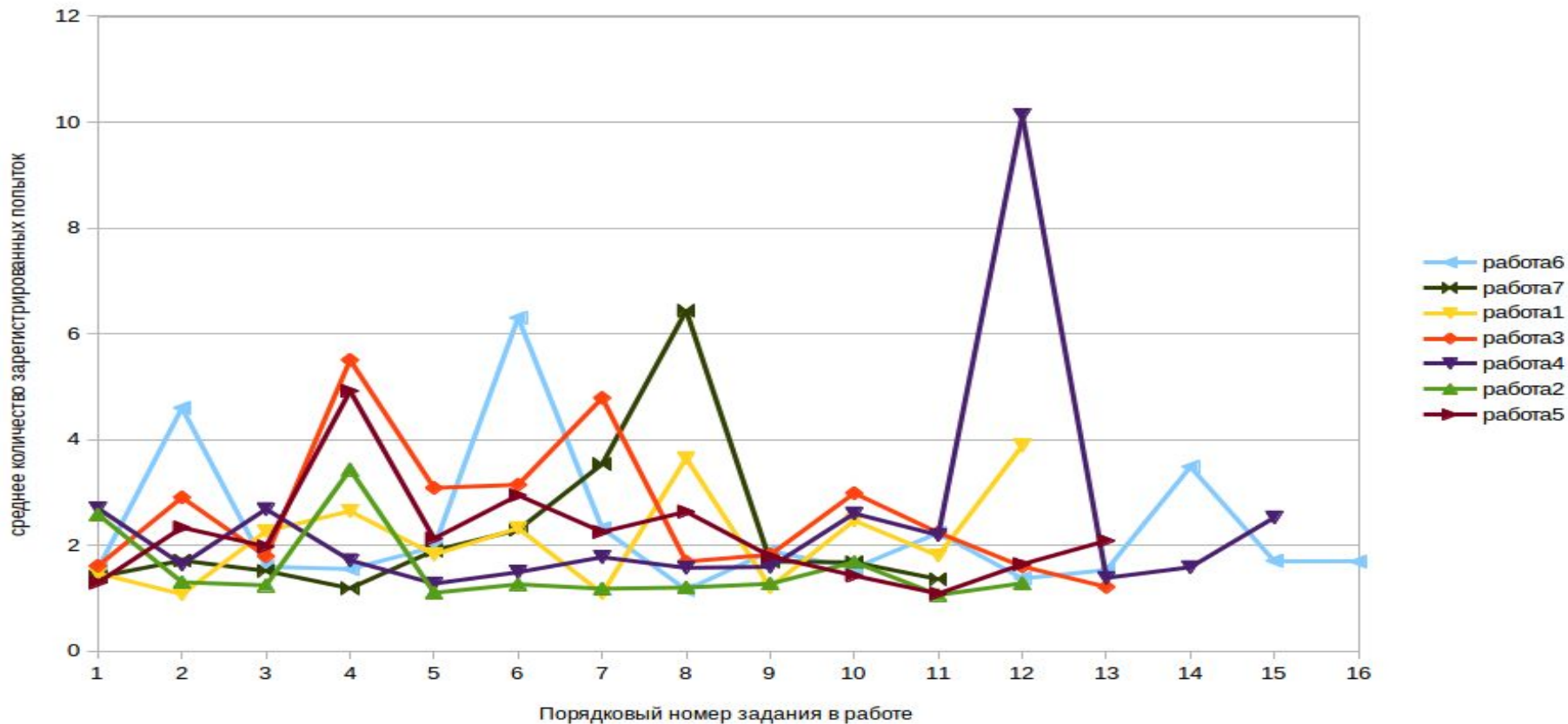
- SOHO Network. Основы и услуги сетей передачи данных
 - 11 RouterOS + 23 VM Linux
- Core Network. Статическая и динамическая маршрутизация
 - 40 RouterOS + 23 VM Linux
- MPLS Zone. Коммутация по меткам. VPN
 - 50 RouterOS + 23 VM Linux
- SDN laboratory. Протокол OpenFlow
- Access Network. AAA. Радиус, диаметр, учет стоимость
 - 14 RouterOS + 12 VM Linux
- IoT Laboratory. Raspberry pi3
- Virtual Lab Environment. Контейнеризация, виртуальные ОС, системы управления конфигурациями.

Особенности использования RouterOS



- Учебный класс.
 - USB wifi в версии 5.26
- Виртуальные лаборатории. Трассировки.
 - дампы с RouterOS содержат нечитаемые ASCII символы.
используется binary режим для ftp.
- Виртуальные лаборатории. MPLS
 - поддержка только с версии 6.32
- Виртуальные лаборатории. Сетевые интерфейсы
 - ether1. ether1 занимается для ssh, ether 3 для подключения к шлюзу
 - wifi.
- Web-эмулятор терминала
 - вызов справочной системы по ?

Пример статистических данных



Проблемы взаимодействия с оборудованием



Подготовка модельной сети

- Оборудование различных вендоров и ОС должно быть представлено на схеме сети единообразно
- Удаленный доступ к оборудованию может осуществляться с помощью разных протоколов
- Оборудование может быть виртуальным

Процесс выполнения практической работы обучающимся

- Необходимость в лишней работе с консолью (или браузером)
- Размытие предмета обучения в рамках текущей работы
- Побочные эффекты при оценке результата проделанной работы
- Доступ к технической реализации некоторых механизмов
- Повышенный риск привести модельную сеть в нерабочее состояние
- Безопасность

```
Disconnect 161
161 connection...
161 successful connection
administrator@debBlade:~$
```

[session: 0:10] 161 ready

Концепция интеллектуального доступа к оборудованию



Абстрактный программный **интерфейс взаимодействия** с оборудованием модельных сетей как со стороны пользователя (обучающийся, модератор курсов или администратор), так и со стороны прочих программных компонентов

комплекса.

I

Соккрытие механизма удаленного доступа и управления сеансом связи

SSH?



Linux Server?

Telnet?



Mikrotik Router?

Controller ?



Virtual Switch?

II

Использование гибких команд управления через систему псевдонимов и шаблонов поведения

ifconfig или ipconfig?
ip address print terse?
JSON или CSV?

III

Интеллектуальный веб-терминал как настраиваемая под нужды отдельных работ оболочка

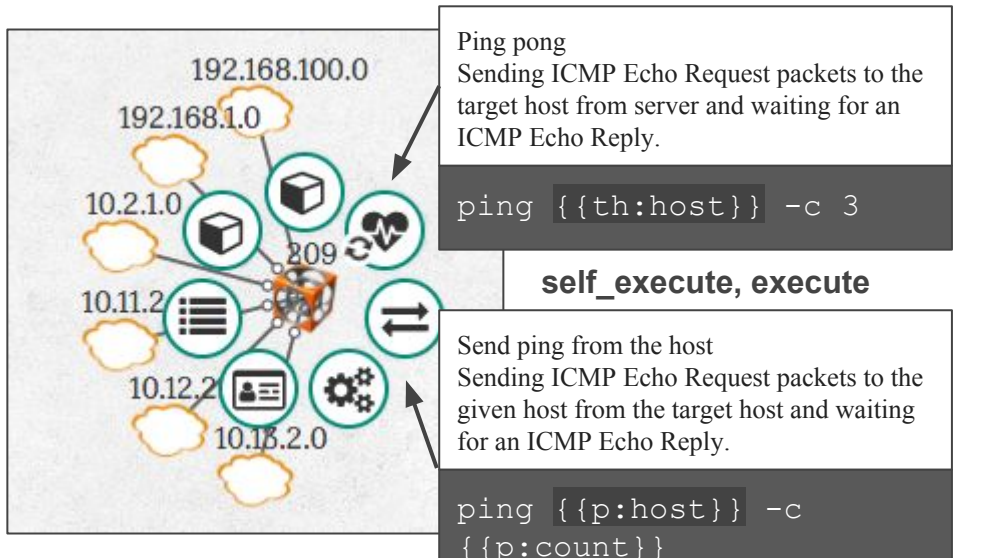
Использование псевдонимов команд и шаблонов



Псевдоним команды - короткое имя, характеризующее действие команды. Один псевдоним может быть использован для неограниченного числа команд, так как он отражает **ЧТО** нужно сделать, а не **КАК**. Если логика работы команды не зависит от **параметров**, то команда определяется **шаблоном**.

- Возможность использования пользовательских параметров, атрибутов целевого хоста и устройств модельной сети, данных варианта текущей работы, прочей мета-информации о задании или работе
 - Сохранение промежуточных результатов для использования в других командах в рамках сессии
 - Ограничение доступа к команде по профилю и по времени
 - Группировка команд по различным критериям использования, контекст доступности
 - Вариативная обработка результата выполненной команды
- Выполняемые на оборудовании модельной сети (ifconfig, uname, reboot и тд)
- Выполняемые на самом сервере, как правило по отношению к целевому хосту (ping)
 - Переход по внешней ссылке (стороннее приложение или ресурс)

Пример. Отправка ICMP Echo Request



```
Ping target host

PING 172.16.117.209 (172.16.117.209) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 172.16.117.209: icmp_req=1 ttl=64 time=0.067 ms
64 bytes from 172.16.117.209: icmp_req=2 ttl=64 time=0.045 ms
64 bytes from 172.16.117.209: icmp_req=3 ttl=64 time=0.050 ms

--- 172.16.117.209 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 1998ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.045/0.054/0.067/0.009 ms
```

209
172.16.117.209

Access to the host denied by the network settings.

- General
 - Ping pong
 - Send ping from the host**
 - Traceroute
- Linux Debian
 - Get interface configuration
 - Get system name
 - Get list directory contents
 - Echo known system name
- Squitch server **i**
 - Open squitch on this server
 - Start SIP INVITE scenario
- Scenario OSPF **i**
 - Start scenario

Send ping from the host

72. Sending ICMP Echo Request packets to the given host from the target host and waiting for an ICMP Echo Reply.

Target host:
localhost

Packets amount:
5

Execute

192.168.13.0



Особенности СДО QNet+:

- Работа с реальным или виртуализованным оборудованием, не имитатор
- Автоматизированная проверка выполнения задания
- Мониторинг прохождения заданий студентами
- Разработка уникальных курсов
- Возможность дистанционного слежения , при работе в классах достаточно лаб
- Методическая поддержка
- Возможность подключения оборудования различных вендоров:

Cisco, Huawei, Mikrotik, Juniper, OS Linux

- Доступ к системе через браузер в любое время суток