

---

# **Python для сетевых инженеров**

***Выпуск 3.0***

**нояб. 21, 2019**



# Оглавление

<b>1 Введение</b>	<b>3</b>
О книге . . . . .	3
Для кого эта книга . . . . .	3
Зачем Вам учиться программировать? . . . . .	3
Требуемые версии ОС и Python . . . . .	4
Примеры . . . . .	4
Задания . . . . .	4
Вопросы . . . . .	5
Презентации . . . . .	5
Форматы файлов книги . . . . .	6
Обсуждение . . . . .	6
Ресурсы для обучения по книге . . . . .	6
Часто задаваемые вопросы (FAQ) . . . . .	6
Чем это отличается от обычного вводного курса по Python? . . . . .	6
Я сетевик. Для чего мне нужна эта книга? . . . . .	7
Почему книга именно для сетевых инженеров? . . . . .	7
Почему именно Python? . . . . .	8
Нужный мне модуль не поддерживает Python 3 . . . . .	8
Я не знаю, нужно ли мне это. . . . .	9
Зачем сетевому инженеру программирование? . . . . .	9
Книга будет когда-то платной? . . . . .	10
Благодарности . . . . .	10
<b>2 I. Основы Python</b>	<b>11</b>
1. Подготовка к работе . . . . .	12
ОС и редактор . . . . .	12
Система управления пакетами pip . . . . .	13
Виртуальные окружения . . . . .	14
Интерпретатор Python . . . . .	18
Дополнительные материалы . . . . .	19

Задания . . . . .	20
<b>2. Использование Git и GitHub . . . . .</b>	<b>21</b>
Основы Git . . . . .	21
Отображение статуса репозитория в приглашении . . . . .	22
Работа с Git . . . . .	23
Дополнительные возможности . . . . .	27
Аутентификация на GitHub . . . . .	31
Работа со своим репозиторием . . . . .	32
Работа с репозиторием заданий и примеров . . . . .	36
Дополнительные материалы . . . . .	38
Задания . . . . .	40
<b>3. Начало работы с Python . . . . .</b>	<b>41</b>
Синтаксис Python . . . . .	41
Интерпретатор Python. IPython . . . . .	43
Специальные команды ipython . . . . .	48
Переменные . . . . .	51
Задания . . . . .	54
<b>4. Типы данных в Python . . . . .</b>	<b>55</b>
Числа . . . . .	55
Строки (Strings) . . . . .	58
Список (List) . . . . .	71
Словарь (Dictionary) . . . . .	77
Кортеж (Tuple) . . . . .	86
Множество (Set) . . . . .	87
Булевые значения . . . . .	90
Преобразование типов . . . . .	91
Проверка типов . . . . .	93
Дополнительные материалы . . . . .	95
Задания . . . . .	96
<b>5. Создание базовых скриптов . . . . .</b>	<b>99</b>
Исполняемый файл . . . . .	99
Передача аргументов скрипту (argv) . . . . .	100
Ввод информации пользователем . . . . .	101
Задания . . . . .	103
<b>6. Контроль хода программы . . . . .</b>	<b>112</b>
if/elif/else . . . . .	112
for . . . . .	118
while . . . . .	125
break, continue, pass . . . . .	127
for/else, while/else . . . . .	130
Работа с исключениями try/except/else/finally . . . . .	132
Дополнительные материалы . . . . .	138
Задания . . . . .	140
<b>7. Работа с файлами . . . . .</b>	<b>143</b>
Открытие файлов . . . . .	143

Чтение файлов . . . . .	144
Запись файлов . . . . .	149
Закрытие файлов . . . . .	152
Конструкция <code>with</code> . . . . .	155
Дополнительные материалы . . . . .	157
Задания . . . . .	158
<b>8. Примеры использования основ . . . . .</b>	<b>161</b>
Форматирование строк с помощью f-строк . . . . .	161
Распаковка переменных . . . . .	166
List, dict, set comprehensions . . . . .	173
Работа со словарями . . . . .	181
Дополнительные материалы . . . . .	187
<b>3 II. Повторное использование кода . . . . .</b>	<b>189</b>
<b>9. Функции . . . . .</b>	<b>190</b>
Создание функций . . . . .	190
Пространства имен. Области видимости . . . . .	195
Параметры и аргументы функций . . . . .	196
Пример использования ключевых аргументов переменной длины и распаковки аргументов . . . . .	208
Дополнительные материалы . . . . .	211
Задания . . . . .	212
<b>10. Полезные функции . . . . .</b>	<b>218</b>
Функция <code>print</code> . . . . .	218
Функция <code>range</code> . . . . .	221
Функция <code>sorted</code> . . . . .	224
<code>enumerate</code> . . . . .	227
Функция <code>zip</code> . . . . .	229
Функция <code>all</code> . . . . .	232
Функция <code>any</code> . . . . .	233
Анонимная функция (лямбда-выражение) . . . . .	234
Функция <code>map</code> . . . . .	235
Функция <code>filter</code> . . . . .	236
<b>11. Модули . . . . .</b>	<b>239</b>
Импорт модуля . . . . .	239
Создание своих модулей . . . . .	242
<code>if __name__ == "__main__"</code> . . . . .	244
Задания . . . . .	247
<b>12. Полезные модули . . . . .</b>	<b>250</b>
Модуль <code>subprocess</code> . . . . .	250
Модуль <code>os</code> . . . . .	255
Модуль <code>ipaddress</code> . . . . .	257
Модуль <code>tabulate</code> . . . . .	262
Модуль <code>pprint</code> . . . . .	267
Модуль <code>argparse</code> . . . . .	271

Задания . . . . .	284
13. Итераторы, итерируемые объекты и генераторы . . . . .	286
Итерируемый объект . . . . .	286
Итераторы . . . . .	287
Генератор (generator) . . . . .	289
Дополнительные материалы . . . . .	291
<b>4 III. Регулярные выражения</b>	<b>293</b>
14. Синтаксис регулярных выражений . . . . .	294
Синтаксис регулярных выражений . . . . .	294
Наборы символов . . . . .	296
Символы повторения . . . . .	297
Специальные символы . . . . .	302
Жадность символов повторения . . . . .	306
Группировка выражений . . . . .	307
Разбор вывода команды show ip dhcp snooping с помощью именованных групп	310
Группа без захвата . . . . .	312
Повторение захваченного результата . . . . .	313
15. Модуль re . . . . .	316
Объект Match . . . . .	316
Функция search . . . . .	323
Функция match . . . . .	328
Функция finditer . . . . .	330
Функция findall . . . . .	334
Функция compile . . . . .	336
Флаги . . . . .	340
Функция re.split . . . . .	344
Функция re.sub . . . . .	345
Дополнительные материалы . . . . .	347
Задания . . . . .	348
<b>5 IV. Запись и передача данных</b>	<b>353</b>
16. Unicode . . . . .	355
Стандарт Юникод . . . . .	355
Юникод в Python 3 . . . . .	356
Конвертация между байтами и строками . . . . .	359
Примеры конвертации между байтами и строками . . . . .	360
Ошибки при конвертации . . . . .	364
Дополнительные материалы . . . . .	367
17. Работа с файлами в формате CSV, JSON, YAML . . . . .	368
Работа с файлами в формате CSV . . . . .	368
Работа с файлами в формате JSON . . . . .	375
Работа с файлами в формате YAML . . . . .	382
Дополнительные материалы . . . . .	386
Задания . . . . .	388

18. Работа с базами данных . . . . .	392
SQL . . . . .	392
SQLite . . . . .	393
Основы SQL (в sqlite3 CLI) . . . . .	395
Модуль sqlite3 . . . . .	415
Дополнительные материалы . . . . .	441
Задания . . . . .	442
<b>6 V. Работа с сетевым оборудованием</b>	<b>457</b>
19. Подключение к оборудованию . . . . .	458
Ввод пароля . . . . .	459
Модуль rephrest . . . . .	460
Пример использования rephrest . . . . .	465
Модуль telnetlib . . . . .	468
Модуль paramiko . . . . .	475
Модуль netmiko . . . . .	479
Дополнительные материалы . . . . .	486
Задания . . . . .	488
20. Одновременное подключение к нескольким устройствам . . . . .	496
Измерение времени выполнения скрипта . . . . .	496
Процессы и потоки в Python (CPython) . . . . .	497
Количество потоков . . . . .	499
Потоковая безопасность . . . . .	500
Модуль logging . . . . .	502
Модуль concurrent.futures . . . . .	504
Дополнительные материалы . . . . .	520
Задания . . . . .	522
21. Шаблоны конфигураций с Jinja2 . . . . .	528
Начало работы с Jinja2 . . . . .	528
Пример использования Jinja2 . . . . .	530
Пример использования Jinja с корректным использованием программного интерфейса . . . . .	534
Синтаксис шаблонов Jinja2 . . . . .	536
Наследование шаблонов . . . . .	561
Дополнительные материалы . . . . .	566
Задания . . . . .	567
22. Обработка вывода команд TextFSM . . . . .	572
Начало работы с TextFSM . . . . .	572
Синтаксис шаблонов TextFSM . . . . .	574
Правила состояний . . . . .	577
Примеры использования TextFSM . . . . .	579
TextFSM CLI Table . . . . .	596
Дополнительные материалы . . . . .	601
Задания . . . . .	602

<b>7 VI. Ansible</b>	<b>605</b>
23. Основы Ansible . . . . .	606
Терминология . . . . .	606
Quick start . . . . .	606
24. Сетевые модули . . . . .	639
Особенности подключения к сетевому оборудованию . . . . .	640
Подготовка к работе с сетевыми модулями . . . . .	641
Модуль ios_command . . . . .	642
Модуль ios_facts . . . . .	650
Модуль ios_config . . . . .	658
ntc-ansible . . . . .	693
Подробнее об Ansible . . . . .	700
Дополнительные материалы . . . . .	701
Задания . . . . .	703
<b>8 VII. Основы объектно-ориентированного программирования</b>	<b>707</b>
25. Основы ООП . . . . .	708
Основы ООП . . . . .	708
Создание класса . . . . .	710
Создание метода . . . . .	711
Параметр self . . . . .	713
Метод __init__ . . . . .	715
Область видимости . . . . .	717
Переменные класса . . . . .	717
Задания . . . . .	720
26. Специальные методы . . . . .	730
Подчеркивание в именах . . . . .	730
Методы __str__, __repr__ . . . . .	734
Поддержка арифметических операторов . . . . .	736
Протоколы . . . . .	739
Задания . . . . .	753
27. Наследование . . . . .	758
Основы наследования . . . . .	758
Задания . . . . .	763
<b>9 VIII. Дополнительная информация</b>	<b>769</b>
Форматирование строк с оператором % . . . . .	769
Соглашение об именах . . . . .	770
Имена переменных . . . . .	770
Имена модулей и пакетов . . . . .	770
Имена функций . . . . .	771
Имена классов . . . . .	771
Подчеркивание в именах . . . . .	771
Подчеркивание как имя . . . . .	771
Два подчеркивания . . . . .	774

Два подчёркивания перед именем . . . . .	774
Два подчёркивания перед и после имени . . . . .	775
Отличия Python 2.7 и Python 3.6 . . . . .	776
Unicode . . . . .	776
Функция print . . . . .	777
input вместо raw_input . . . . .	777
range вместо xrange . . . . .	778
Методы словарей . . . . .	778
Распаковка переменных . . . . .	779
Итератор вместо списка . . . . .	780
subprocess.run . . . . .	780
Jinja2 . . . . .	780
Модули reexpect, telnetlib, paramiko . . . . .	781
Мелочи . . . . .	781
Дополнительная информация . . . . .	781
Проверка заданий с помощью тестов . . . . .	782
Основы pytest . . . . .	782
Особенности использования pytest для проверки заданий . . . . .	787
<b>10 Продолжение обучения</b> . . . . .	<b>793</b>
Написание скриптов для автоматизации рабочих процессов . . . . .	793
Python для автоматизации работы с сетевым оборудованием . . . . .	794
Python без привязки к сетевому оборудованию . . . . .	795
Книги . . . . .	795
Курсы . . . . .	796
Сайты с задачами . . . . .	796
Подкасты . . . . .	796
Документация . . . . .	797
<b>11 Отзывы читателей книги и слушателей курса</b> . . . . .	<b>799</b>
Ян Коробов . . . . .	799
Сергей Забабурин . . . . .	800
Александр Романов . . . . .	801
Денис Карпушин . . . . .	801
Евгений Овчинников . . . . .	801
Олег Востриков . . . . .	803
Эмиль Гарипов . . . . .	803
Илья про книгу . . . . .	804
Алексей Кириллов про онлайн курс . . . . .	804
Слава Скороход про онлайн курс . . . . .	805
Марат Сибгатулин про онлайн курс . . . . .	806
Кирилл Плетнёв про книгу . . . . .	806
Алексей про книгу . . . . .	807



В книге рассматриваются основы Python с примерами и заданиями построенными на сетевой тематике.

С одной стороны, книга достаточно базовая, чтобы её мог одолеть любой желающий, а с другой стороны, в книге рассматриваются все основные темы, которые позволят дальше расти самостоятельно. Книга не ставит своей целью глубокое рассмотрение Python. Задача книги – объяснить понятным языком основы Python и дать понимание необходимых инструментов для его практического использования. Всё, что рассматривается в книге, ориентировано на сетевое оборудование и работу с ним. Это даёт возможность сразу использовать в работе сетевого инженера то, что было изучено на курсе. Все примеры показываются на примере оборудования Cisco, но, конечно же, они применимы и для любого другого оборудования.

---

**Примечание:** В книге используется Python 3.7.

---

При желании, вы можете [сказать «спасибо» автору книги](#).



# 1

## Введение

### О книге

Если «в двух словах», то это такой CCNA по Python. С одной стороны, книга достаточно базовая, чтобы её мог одолеть любой желающий, а с другой стороны, в книге рассматриваются все основные темы, которые позволяют дальше расти самостоятельно. Книга не ставит своей целью глубокое рассмотрение Python. Задача книги – объяснить понятным языком основы Python и дать понимание необходимых инструментов для его практического использования. Всё, что рассматривается в книге, ориентировано на сетевое оборудование и работу с ним. Это даёт возможность сразу использовать в работе сетевого инженера то, что было изучено на курсе. Все примеры показываются на примере оборудования Cisco, но, конечно же, они применимы и для любого другого оборудования.

### Для кого эта книга

Для сетевых инженеров с опытом программирования и без. Все примеры и домашние задания будут построены с уклоном на сетевое оборудование. Эта книга будет полезна сетевым инженерам, которые хотят автоматизировать задачи, с которыми сталкиваются каждый день и хотели заняться программированием, но не знали, с какой стороны подойти.

Ещё не решили, нужно ли читать книгу? Почитайте [отзывы](#).

### Зачем Вам учиться программировать?

Знание программирования для сетевого инженера сравнимо со знанием английского. Если вы знаете английский хотя бы на уровне, который позволяет читать техническую документацию, вы сразу же расширяете свои возможности:

- доступно в несколько раз больше литературы, форумов и блогов;

- практически для любого вопроса или проблемы достаточно быстро находится решение, если вы ввели запрос в Google.

Знание программирования в этом очень похоже. Если вы знаете, например, Python хотя бы на базовом уровне, вы уже открываете массу новых возможностей для себя. Аналогия с английским подходит ещё и потому, что можно работать сетевым инженером и быть хорошим специалистом без знания английского. Английский просто даёт возможности, но он не является обязательным требованием.

## Требуемые версии ОС и Python

Все примеры и выводы терминала в книге показываются на Debian Linux. В книге используется Python 3.7, но для большинства примеров подойдет и Python 3.x. Только в некоторых примерах требуется версия 3.6 или выше чем 3.5. Это всегда явно указано и, как правило, касается дополнительных возможностей.

## Примеры

Все примеры, которые используются в книге, располагаются в [репозитории](#). Примеры, которые рассматриваются в разделах книги, являются обучающими. Это значит, что они не обязательно показывают лучший вариант решения задачи, так как они основаны только на той информации, которая рассматривалась в предыдущих главах книги. Кроме того, довольно часто примеры, которые давались в разделах, развиваются в заданиях. То есть, в заданиях вам нужно будет сделать лучшую, более универсальную, и, в целом, более правильную версию кода. Если есть возможность, лучше набирать код, который используется в книге, самостоятельно, или, как минимум, скачать примеры и попробовать что-то в них изменить – так информация будет лучше запоминаться. Если такой возможности нет, например, когда вы читаете книгу в дороге, лучше повторить примеры самостоятельно позже. В любом случае, обязательно нужно делать задания вручную.

## Задания

Все задания и вспомогательные файлы можно скачать в [репозитории](#), том же, где располагаются примеры кода. Если в заданиях раздела есть задания с буквами (например, 5.2а), то нужно выполнить сначала задания без букв, а затем с буквами. Задания с буквами, как правило, немного сложнее заданий без букв и развивают идею в соответствующем задании без буквы. Если получается, лучше делать задания по порядку. В книге специально не приведены ответы на задания, так как, к сожалению, когда есть ответы, очень часто вместо того, чтобы попытаться решить сложное задание самостоятельно, подглядывают в них. Конечно, иногда возникает ситуация, когда никак не получается решить задание – попробуйте отложить его, задать вопрос в [Slack](#) и сделать какое-либо другое.

---

**Примечание:** На [Stack Overflow](#) есть ответы практически на любые вопросы. Так что, если Google отправил Вас на него, это, с большой вероятностью значит, что ответ найден. Запросы, конечно же, лучше писать на английском – по Python очень много материалов и, как правило, подсказку найти легко

---

Ответы могли бы показать, как ещё можно выполнить задание или же как лучше это сделать. Но на этот счёт не следует переживать, так как, скорее всего, в следующих разделах встретится пример, в котором будет показано, как писать такой код.

## Вопросы

Для части тем книги созданы вопросы:

- Типы данных. Часть 1
- Типы данных. Часть 2
- Контроль хода программы. Часть 1
- Контроль хода программы. Часть 2
- Функции и модули. Часть 1
- Функции и модули. Часть 2
- Регулярные выражения. Часть 1
- Регулярные выражения. Часть 2
- Базы данных

Эти вопросы можно использовать как для проверки знаний, так и в роли заданий. Очень полезно отвечать на вопросы после прочтения соответствующей темы. Они позволят вам вспомнить материал темы, а также увидеть на практике разные аспекты работы с Python. Постарайтесь сначала ответить самостоятельно, а затем подсмотреть ответы в IPython по тем вопросам, в которых вы сомневаетесь.

## Презентации

Для всех тем книги есть презентации в [репозитории](#). По ним удобно быстро просматривать информацию и повторять. Если вы знаете основы Python, то стоит их пролистать.

Скачать все презентации в формате PDF можно в специальном [репозитории](#)

## Форматы файлов книги

Книгу можно скачать в двух форматах: PDF, Epub. Они автоматически обновляются, поэтому всегда содержат одинаковую информацию.

## Обсуждение

Для обсуждения книги, заданий, а также связанных вопросов используется [Slack](#). Все вопросы, предложения и замечания по книге также пишите в [Slack](#).

## Ресурсы для обучения по книге

Здесь собраны ссылки на все ресурсы, которые пригодятся в процессе обучения:

- варианты виртуальной машины для курса;
- репозиторий с примерами и заданиями
- вопросы;
- чат PyNEng в Slack;

Почти в каждой части книги есть глава «Дополнительные материалы», в которой находятся полезные материалы и ссылки по теме, а также ссылки на документацию. Кроме того, я сделала [подборку](#) ресурсов по Python для сетевых инженеров, где можно найти много полезных статей, книг, видео курсов и подкастов.

## Часто задаваемые вопросы (FAQ)

Здесь собраны вопросы, которые наиболее часто возникают при чтении книги.

## Чем это отличается от обычного вводного курса по Python?

Основных отличий три:

- основы даются достаточно коротко;
- подразумевается определённая предметная область знаний (сетевое оборудование);
- все примеры, по возможности, ориентированы на сетевое оборудование.

## Я сетевик. Для чего мне нужна эта книга?

В первую очередь – для автоматизации рутинных задач. Автоматизация даёт несколько преимуществ:

- высокоуровневое мышление – проще подняться над всем, когда вы свободны от рутинной работы. У Вас появится время и возможность думать об улучшениях;
- доверие – вы не будете бояться делать изменения, которые, как правило, сопряжены с риском, так как сеть это основа работы всех приложений и цена ошибки высока;
- консистентная конфигурация – вы сможете автоматизированно создавать файлы настроек сетевого оборудования, от пользователей и подписей интерфейсов до функционала безопасности, и будете меньше переживать о том, забыли ли вы нечто.

Конечно, не будет такого, что после прочтения книги, вы «всё автоматизируете и наступит счастье», но это шаг в данном направлении. Я ни в коем случае не агитирую за то, чтобы автоматизация выполнялась кучей самописных скриптов. Если есть софт, который решает нужные Вам задачи, это отлично, используйте его. Но если его нет, или если вы просто ещё о таком не думали, попробуйте начать с простого – Ansible, например, позволит выполнять многие задачи практически «из коробки».

Зачем тогда учить Python? Дело в том, что тот же Ansible не решит все вопросы. И, возможно, вам понадобится добавить какой-то функционал самостоятельно. Кроме непосредственной настройки оборудования, есть ежедневные рутинные задачи, которые можно автоматизировать с помощью Python. Скажем так, если вы не хотите разбираться с Python, но хотите автоматизировать процесс настройки и работы с оборудованием, обратите своё внимание на Ansible. Даже «из коробки» он будет очень полезен. Если же вы потом войдете во вкус и захотите добавить своё, чего нет в Ansible, возвращайтесь :-)

И ещё, этот курс не только о том, как использовать Python для подключения к оборудованию и его настройке. Он и о том, как решать задачи, которые не касаются подключения к оборудованию, например, изменить что-то в нескольких файлах конфигурации, или обработать log-файл – Python поможет вам решать в том числе и подобные задачи.

## Почему книга именно для сетевых инженеров?

Есть несколько причин:

- сетевые инженеры уже обладают опытом работы в ИТ, и часть концепций им знакома, и, скорее всего, какие-то основы программирования большинству уже будут знакомы. Это означает, что будет гораздо проще разобраться с Python;
- работа в командной строке и написание скриптов вряд ли испугает их;
- у сетевых инженеров есть знакомая им предметная область, на которую можно опираться при составлении примеров и заданий.

Если рассказывать на абстрактных примерах «о котиках и зайчиках», это одно. Но когда в примерах есть возможность использовать идеи из предметной области, всё становится проще, рождаются конкретные идеи, как улучшить какую-либо программу, скрипт. А когда человек пытается её улучшить, он начинает разбираться с новым - это очень сильно помогает продвигаться вперёд.

## **Почему именно Python?**

Причины следующие:

- в контексте работы с сетевым оборудованием, сейчас часто используется именно Python;
- на некотором оборудовании Python встроен или есть API, который поддерживает Python;
- Python достаточно прост для изучения (конечно, это относительно, и более простым может казаться другой язык, но, скорее, это будет из-за имеющегося опыта работы с языком, а не потому, что Python сложный);
- с Python вы вряд ли быстро дойдете до границ возможностей языка;
- Python может использоваться не только для написания скриптов, но и для разработки приложений. Разумеется, это не является задачей этой книги, но, по крайней мере, вы потратите время на язык, который позволит вам легко шагнуть дальше, чем написание простых скриптов;
- из программ, связанных с сетями, на Python написан, например, [GNS3](#).

И еще один момент – в контексте книги, Python нужно рассматривать не как единственно правильный вариант, и не как «правильный» язык. Нет, Python это просто инструмент, как отвёртка например, и мы учимся им пользоваться для конкретных задач. То есть, никакой идеологической подоплеки здесь нет, никакого «только Python» и никакого поклонения тем более. Странно поклоняться отвертке :-) Всё просто - есть хороший и удобный инструмент, который подойдет к разным задачам. Он не лучший во всём и далеко не единственный язык в принципе. Начните с него, и потом вы сможете самостоятельно выбрать нечто другое, если захотите – эти знания всё равно не пропадут.

## **Нужный мне модуль не поддерживает Python 3**

Есть несколько вариантов решения:

- попробуйте найти альтернативный модуль, который поддерживает Python 3 (не обязательно последней версии языка);
- попробуйте найти community-версию этого модуля для Python 3. Возможно, официальной версии нет, но сообщество могло перевести его самостоятельно на версию 3, особенно если этот модуль популярен;

- используйте Python 2.7, ничего страшного не произойдет. Если вы не собираетесь писать огромное приложение, а просто используете Python для автоматизации своих задач, Python 2.7 совершенно точно подойдет.

## Я не знаю, нужно ли мне это.

Я, конечно же, считаю, что нужно :-) Иначе я бы не писала эту книгу. Совсем не факт, что вам захочется погружаться во всё это, поэтому для начала попробуйте разобраться с [Ansible](#). Возможно, вам хватит надолго его возможностей. Начните с простых команд `show`, попробуйте подключиться сначала к тестовому оборудованию (виртуальным машинам), затем попробуйте выполнить команду `show` на реальной сети, на 2-3 устройствах, потом на большем количестве. Если вам этого будет достаточно, можно остановиться на этом. Следующим шагом я бы попробовала использование Ansible для генерации шаблонов конфигурации.

## Зачем сетевому инженеру программирование?

На мой взгляд, для сетевого инженера умение программировать очень важно, и не потому, что сейчас все об этом говорят, или пугают SDN, потерей работы или чем-то подобным, а потому, что сетевой инженер постоянно сталкивается с:

- рутинными задачами;
- проблемами и решениями, которые надо протестировать;
- большим объёмом однотипных и повторяющихся задач;
- большим количеством оборудования;

На текущий момент большое количество оборудования по-прежнему предлагает нам только интерфейс командной строки и неструктурированный вывод команд. Управляющий софт часто ограничен вендором, дорого стоит и имеет урезанные возможности – в итоге мы вручную снова и снова делаем одно и то же. Даже такие банальные вещи, как отправить одну и ту же команду `show` на 20 устройств, не всегда просто сделать. Допустим, ваш SSH-клиент поддерживает эту возможность. А если вам теперь надо проанализировать вывод? Мы ограничены теми средствами, которые нам дали, а знание программирования, даже самое базовое, позволяет нам расширить наши средства и даже создавать новые. Я не считаю, что всем надо торопиться учиться программировать, но для инженера это очень важный навык. Именно для инженера, а не для всех на свете.

Сейчас явно наблюдается тенденция, которую можно описать фразой «все учимся программировать», и это, в целом, хорошо. Но программирование это не что-то элементарное, это сложно, в это нужно вкладывать много времени, особенно если вы никогда не имели отношения к техническому миру. Может сложиться впечатление, что достаточно пройти «вот эти вот курсы» и через 3 месяца вы крутой программист с высокой зарплатой. Нет, этот книга не об этом :-) Мы не говорим в ней о программировании как профессии и не ставим такую цель,

мы говорим о программировании как инструменте, таком как, например, знание CLI Linux. Дело не в том, что инженеры какие-то особенные, просто, как правило:

- они уже имеют техническое образование;
- многие работают, так или иначе, с командной строкой;
- они сталкивались, как минимум, с одним языком программирования;
- у них «инженерный склад ума».

Это не значит, что всем остальным «не дано». Просто инженерам это будет проще.

## **Книга будет когда-то платной?**

Нет, эта книга всегда будет бесплатной. Я читаю платно [онлайн курс «Python для сетевых инженеров»](#), но это не будет влиять на эту книгу - она всегда будет бесплатной.

## **Благодарности**

Спасибо всем, кто проявил интерес к первому анонсу курса – ваш интерес подтвердил, что это будет кому-то нужно.

Павел Пасынок, спасибо тебе за то, что согласился на курс. С вами было интересно работать, и это добавило мне мотивации завершить курс, и я особенно рада, что знания, которые вы получили на курсе, нашли практическое применение.

Алексей Кириллов, самое большое спасибо тебе :-) Я всегда могла обсудить с тобой любой вопрос по курсу. Ты помогал мне поддерживать мотивацию и не уходить в дебри. Общение с тобой вдохновляло меня продолжать, особенно в сложные моменты. Спасибо тебе за вдохновение, положительные эмоции и поддержку!

Спасибо всем, кто писал комментарии к книге – благодаря вам в книге не только стало меньше опечаток и ошибок, но и содержание книги стало лучше.

Спасибо всем слушателям онлайн-курса – благодаря вашим вопросам книга стала намного лучше.

Слава Скороход, спасибо тебе огромное, что вызвался быть редактором – количество ошибок теперь стремится к нулю :-)

# 2

## I. Основы Python

Первая часть книги посвящена основам Python. В ней рассматриваются:

- типы данных Python;
- как создавать базовые скрипты;
- контроль хода программы;
- работа с файлами.

## 1. Подготовка к работе

### ОС и редактор

Можно выбрать любую ОС и любой редактор, но желательно использовать Python версии 3.7, так как в книге используется именно эта версия.

Все примеры в книге выполнялись на Debian, на других ОС вывод может незначительно отличаться. Для выполнения заданий из книги можно использовать Linux, macOS или Windows. Однако, стоит учитывать, что, например, Ansible можно установить только на Linux/macOS.

Для работы с Python можно выбрать любой текстовый редактор или IDE, который поддерживает Python. Как правило, для работы с Python требуется минимум настройки редактора и часто редактор по умолчанию распознает Python.

#### Редактор Mu

Отдельно стоит упомянуть [редактор Mu](#): это редактор для начинающих изучать Python (он поддерживает только Python).

С одной стороны, в нём нет ничего лишнего, что поначалу может сильно отвлекать и путать. В то же время, в нём есть такие важные функции как проверка кода на соблюдение PEP 8 и debugger. Плюс, Mu работает на разных ОС (macOS, Windows, Linux).

---

**Примечание:** Записи лекций по редактору Mu: [Основы работы с Mu](#), [Использование debugger в Mu](#)

---

#### IDE PyCharm

[PyCharm](#) — интегрированная среда разработки для Python. Для начинающих изучать язык может оказаться сложным вариантом из-за обилия настроек, но это зависит от личных предпочтений. В PyCharm поддерживается огромное количество возможностей, даже в бесплатной версии.

PyCharm прекрасный IDE, но, на мой взгляд, он сложноват для начинающих. Я бы не советовала использовать его, если вы с ним не знакомы и только начинаете учить Python. Вы всегда сможете перейти на него после книги, но пока что лучше попробовать что-то другое.

#### Geany

[Geany](#) - текстовый редактор, который поддерживает разные языки программирования, среди них Python. Также является кроссплатформенным редактором и поддерживает ОС Linux,

macOS, Windows.

---

**Примечание:** Варианты редакторов выше приведены для примера, вместо них можно использовать любой текстовый редактор, который поддерживает Python.

---

## Система управления пакетами pip

Для установки пакетов Python будет использоваться pip. Это система управления пакетами, которая используется для установки пакетов из Python Package Index (PyPI). Скорее всего, если у вас уже установлен Python, то установлен и pip.

Проверка версии pip:

```
$ pip --version  
pip 19.1.1 from /home/vagrant/venv/pyneng-py3-7/lib/python3.7/site-packages/pip  
  ↳(python 3.7)
```

Если команда выдала ошибку, значит, pip не установлен. Установка pip описана в [документации](#)

### Установка модулей

Для установки модулей используется команда pip install:

```
$ pip install tabulate
```

Удаление пакета выполняется таким образом:

```
$ pip uninstall tabulate
```

Кроме того, иногда необходимо обновить пакет:

```
$ pip install --upgrade tabulate
```

### pip или pip3

В зависимости от того, как установлен и настроен Python в системе, может потребоваться использовать pip3 вместо pip. Чтобы проверить, какой вариант используется, надо выполнить команду pip --version.

Вариант, когда pip соответствует Python 2.7:

```
$ pip --version  
pip 9.0.1 from /usr/local/lib/python2.7/dist-packages (python 2.7)
```

Вариант, когда pip3 соответствует Python 3.7:

```
$ pip3 --version  
pip 19.1.1 from /home/vagrant/venv/pyneng-py3-7/lib/python3.7/site-packages/pip  
→(python 3.7)
```

Если в системе используется pip3, то каждый раз, когда в книге устанавливается модуль Python, нужно будет заменить pip на pip3.

Также можно использовать альтернативный вариант вызова pip:

```
$ python3.7 -m pip install tabulate
```

Таким образом, всегда понятно для какой именно версии Python устанавливается пакет.

## Виртуальные окружения

Виртуальные окружения:

- позволяют изолировать различные проекты друг от друга;
- пакеты, которые нужны разным проектам, находятся в разных местах – если, например, в одном проекте требуется пакет версии 1.0, а в другом проекте требуется тот же пакет, но версии 3.1, то они не будут мешать друг другу;
- пакеты, которые установлены в виртуальных окружениях, не перебивают глобальные пакеты.

---

**Примечание:** В Python есть несколько вариантов для создания виртуальных окружений. Использовать можно любой из них. Для начала можно использовать virtualenvwrapper, а затем со временем уже разбираться с тем, какие еще есть варианты.

---

## virtualenvwrapper

Виртуальные окружения создаются с помощью virtualenvwrapper.

Установка virtualenvwrapper с помощью pip:

```
$ sudo pip3.7 install virtualenvwrapper
```

После установки, в файле .bashrc, находящимся в домашней папке текущего пользователя, нужно добавить несколько строк:

```
export VIRTUALENVWRAPPER_PYTHON=/usr/local/bin/python3.7
export WORKON_HOME=~/venv
. /usr/local/bin/virtualenvwrapper.sh
```

Если вы используете командный интерпретатор, отличный от bash, посмотрите, поддерживается ли он в [документации virtualenvwrapper](#). Переменная окружения VIRTUALENVWRAPPER\_PYTHON указывает на бинарный файл командной строки Python, WORKON\_HOME – на расположение виртуальных окружений. Третья строка указывает, где находится скрипт, установленный с пакетом virtualenvwrapper. Для того, чтобы скрипт virtualenvwrapper.sh выполнился и можно было работать с виртуальными окружениями, надо перезапустить bash.

Перезапуск командного интерпретатора:

```
$ exec bash
```

Такой вариант может быть не всегда правильным. Подробнее на [Stack Overflow](#).

## Работа с виртуальными окружениями

Создание нового виртуального окружения, в котором Python 3.7 используется по умолчанию:

```
$ mkvirtualenv --python=/usr/local/bin/python3.7 pyneng
New python executable in PyNEng/bin/python
Installing distribute.....done.
Installing pip.....done.
(pyneng)$
```

В скобках перед стандартным приглашением отображается имя виртуального окружения. Это означает, что вы находитесь в нём. В virtualenvwrapper по Tab работает автодополнение имени виртуального окружения. Это особенно удобно в тех случаях, когда виртуальных окружений много. Теперь в том каталоге, который был указан в переменной окружения WORKON\_HOME, создан каталог pyneng:

```
(pyneng)$ ls -ls venv
total 52
...
4 -rwxr-xr-x 1 nata nata 99 Sep 30 16:41 preactivate
4 -rw-r--r-- 1 nata nata 76 Sep 30 16:41 predeactivate
4 -rwxr-xr-x 1 nata nata 91 Sep 30 16:41 premkproject
4 -rwxr-xr-x 1 nata nata 130 Sep 30 16:41 premkvirtualenv
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
4 -rwxr-xr-x 1 nata nata 111 Sep 30 16:41 prermvirtualenv  
4 drwxr-xr-x 6 nata nata 4096 Sep 30 16:42 pyneng
```

Выход из виртуального окружения:

```
(pyneng)$ deactivate  
$
```

Для перехода в созданное виртуальное окружение надо выполнить команду workon:

```
$ workon pyneng  
(pyneng)$
```

Если необходимо перейти из одного виртуального окружения в другое, то необязательно делать deactivate, можно перейти сразу через workon:

```
$ workon Test  
(Test)$ workon pyneng  
(pyneng)$
```

Если виртуальное окружение нужно удалить, то надо использовать команду rmvirtualenv:

```
$ rmvirtualenv Test  
Removing Test...  
$
```

Посмотреть, какие пакеты установлены в виртуальном окружении можно командой lssitepackages:

```
(pyneng)$ lssitepackages  
ANSI.py  
ANSI.pyc  
decorator-4.0.4-py2.7.egg-info  
decorator.py  
decorator.pyc  
distribute-0.6.24-py2.7.egg  
easy-install.pth  
fdpexpect.py  
fdpexpect.pyc  
FSM.py  
FSM.pyc  
IPython  
ipython-4.0.0-py2.7.egg-info  
ipython_genutils  
pexpect-3.3-py2.7.egg-info  
pickleshare-0.5-py2.7.egg-info  
pickleshare.py  
pickleshare.pyc  
pip-1.1-py2.7.egg  
pxssh.py  
pxssh.pyc  
requests  
requests-2.7.0-py2.7.egg-info  
screen.py  
screen.pyc  
setuptools.pth  
simplegeneric-0.8.1-py2.7.egg-info  
simplegeneric.py
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

ipython_genutils-0.1.0-py2.7.egg-info	simplegeneric.py
path.py	test_path.py
path.py-8.1.1-py2.7.egg-info	test_path.py
path.py	traitlets
pexpect	traitlets-4.0.0-py2.7.egg-info

## Встроенный модуль venv

Начиная с версии 3.5, в Python рекомендуется использовать модуль `venv` для создания виртуальных окружений:

```
$ python3.7 -m venv new/pyneng
```

Вместо `python3.7` может использоваться `python` или `python3`, в зависимости от того, как установлен Python 3.7. Эта команда создаёт указанный каталог и все необходимые каталоги внутри него, если они не были созданы.

Команда создаёт следующую структуру каталогов:

```
$ ls -ls new/pyneng
total 16
4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Aug 21 14:50 bin
4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Aug 21 14:50 include
4 drwxr-xr-x 3 vagrant vagrant 4096 Aug 21 14:50 lib
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant    75 Aug 21 14:50 pyvenv.cfg
```

Для перехода в виртуальное окружение надо выполнить команду:

```
$ source new/pyneng/bin/activate
```

Для выхода из виртуального окружения используется команда `deactivate`:

```
$ deactivate
```

Подробнее о модуле `venv` в [документации](#).

## Установка пакетов

Например, установим в виртуальном окружении пакет `simplejson`.

```
(pyneng)$ pip install simplejson
...
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
Successfully installed simplejson
Cleaning up...
```

Если перейти в интерпретатор Python и импортировать simplejson, то он доступен и никаких ошибок нет:

```
(pyneng)$ python
>>> import simplejson
>>> simplejson
<module 'simplejson' from '/home/vagrant/venv/pyneng-py3-7/lib/python3.7/site-
    ↲packages/simplejson/__init__.py'>
>>>
```

Но если выйти из виртуального окружения и попытаться сделать то же самое, то такого модуля нет:

```
(pyneng)$ deactivate

$ python
>>> import simplejson
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ModuleNotFoundError: No module named 'simplejson'
>>>
```

## Интерпретатор Python

Перед началом работы надо проверить, что при вызове интерпретатора Python вывод будет таким:

```
$ python
Python 3.7.3 (default, May 13 2019, 15:44:23)
[GCC 4.9.2] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
```

Вывод показывает, что установлен Python 3.7. Приглашение >>>, это стандартное приглашение интерпретатора Python. Вызов интерпретатора выполняется командой python, а чтобы выйти, нужно набрать quit(), либо нажать Ctrl+D.

---

**Примечание:** В книге, вместо стандартного интерпретатора Python, будет использоваться ipython

---

## Дополнительные материалы

Документация:

- [Python Setup and Usage](#)
- [pip](#)
- [venv](#)
- [virtualenvwrapper](#)

Редакторы и IDE:

- [PythonEditors](#)
- [IntegratedDevelopmentEnvironments](#)
- [VIM and Python - a Match Made in Heaven](#)

## **Задания**

### **Задание 1.1**

Единственное задание в этом разделе: подготовка к работе.

Для этого нужно:

- определиться с ОС, которую вы будете использовать:
- так как все примеры в книге ориентированы на Linux (Debian), желательно использовать его
- желательно использовать новую виртуальную машину, чтобы было спокойнее экспериментировать
- установить Python 3.7. Проверить, что Python и pip установлены
- создать виртуальное окружение
- определиться с редактором

## 2. Использование Git и GitHub

В книге достаточно много заданий и нужно где-то их хранить. Один из вариантов – использование для этого Git и GitHub. Конечно, можно использовать для этого и другие средства, но используя GitHub, можно постепенно разобраться с ним и затем использовать его для других задач. Задания и примеры из книги находятся в отдельном [репозитории](#) на GitHub. Их можно скачать как zip-архив, но лучше работать с репозиторием с помощью Git, тогда можно будет посмотреть внесённые изменения и легко обновить репозиторий. Если изучать Git с нуля и, особенно, если это первая система контроля версий, с которой Вы работаете, информации может быть очень много, поэтому в этой главе всё нацелено на практическую сторону вопроса, и рассказывается:

- как начать использовать Git и GitHub;
- как выполнить базовые настройки;
- как посмотреть информацию и/или изменения.

Теории в этом подразделе будет мало, но будут даны ссылки на полезные ресурсы. Попробуйте сначала провести все базовые настройки для выполнения заданий, а потом продолжайте читать книгу. И в конце, когда базовая работа с Git и GitHub будет уже привычным делом, почитайте о них подробнее. Для чего может пригодиться Git:

- для хранения конфигураций и всех изменений в них;
- для хранения документации и всех её версий;
- для хранения схем и всех их версий;
- для хранения кода и его версий.

GitHub позволяет централизованно хранить все перечисленные выше вещи, но следует учитывать, что эти ресурсы будут доступны и другим. У GitHub есть и приватные репозитории (платные), но даже в них, пожалуй, не стоит выкладывать такую информацию, как пароли. Конечно, основное использование GitHub — размещение кода различных проектов. Кроме этого, GitHub ещё и:

- хостинг для вашего сайта ([GitHub Pages](#));
- хостинг для онлайн-презентаций и инструмент для их создания ([GitPitch](#));
- вместе с [GitBook](#), это ещё и платформа для публикации книг, документации или подобного тому.

### Основы Git

Git — это распределённая система контроля версий (Version Control System, VCS), которая широко используется и выпущена под лицензией GNU GPL v2. Она может:

- отслеживать изменения в файлах;

- хранить несколько версий одного файла;
- отменять внесённые изменения;
- регистрировать, кто и когда сделал изменения.

Git хранит изменения как снимок (snapshot) всего репозитория. Этот снимок выполняется после каждого коммита (commit).

Установка Git:

```
$ sudo apt-get install git
```

## Первичная настройка Git

Для начала работы с Git, необходимо указать имя и e-mail пользователя, которые будут использоваться для синхронизации локального репозитория с репозиторием на GitHub:

```
$ git config --global user.name "username"  
$ git config --global user.email "username.user@example.com"
```

Посмотреть настройки Git можно таким образом:

```
$ git config --list
```

## Инициализация репозитория

Инициализация репозитория выполняется с помощью команды `git init`:

```
[~/tools/first_repo]  
$ git init  
Initialized empty Git repository in /home/vagrant/tools/first_repo/.git/
```

После выполнения этой команды, в текущем каталоге создаётся папка `.git`, в которой содержатся служебные файлы, необходимые для Git.

## Отображение статуса репозитория в приглашении

Это дополнительный функционал, который не требуется для работы с Git, но очень помогает в этом. При работе с Git очень удобно, когда можно сразу определить, находитесь вы в обычном каталоге или в репозитории Git. Кроме того, было бы хорошо понимать статус текущего репозитория. Для этого нужно установить специальную [утилиту](#), которая будет показывать статус репозитория. Для установки утилиты надо скопировать её репозиторий в домашний каталог пользователя, под которым вы работаете:

```
cd ~  
git clone https://github.com/magicmonty/bash-git-prompt.git .bash-git-prompt --  
depth=1
```

А затем добавить в конец файла .bashrc такие строки:

```
GIT_PROMPT_ONLY_IN_REPO=1  
source ~/.bash-git-prompt/gitprompt.sh
```

Для того, чтобы изменения применились, перезапустить bash:

```
exec bash
```

В моей конфигурации приглашение командной строки разнесено на несколько строк, поэтому у вас оно будет отличаться. Главное, обратите внимание на то, что появляется дополнительная информация при переходе в репозиторий.

Теперь, если вы находитесь в обычном каталоге, приглашение выглядит так:

```
[~]  
vagrant@jessie-i386:  
$
```

Если же перейти в репозиторий Git:

```
[~]  
vagrant@jessie-i386:  
$ cd tools/first_repo/  
  
[~/tools/first_repo]  
vagrant@jessie-i386: [master L|✓]  
12:01 $
```

## Работа с Git

Для управления Git используются различные команды, смысл которых поясняется далее.

### git status

При работе с Git, важно понимать текущий статус репозитория. Для этого в Git есть команда git status

```
[~/tools/first_repo]  
vagrant@jessie-i386: [master L|✓]  
13:02 $ git status  
On branch master  
  
Initial commit  
  
nothing to commit (create/copy files and use "git add" to track)
```

Git сообщает, что мы находимся в ветке master (эта ветка создаётся сама и используется по умолчанию), и что ему нечего добавлять в коммит. Кроме этого, Git предлагает создать или скопировать файлы и после этого воспользоваться командой `git add`, чтобы Git начал за ними следить.

Создание файла README и добавление в него строки «test»

```
$ vi README  
$ echo "test" >> README
```

После этого приглашение выглядит таким образом

```
[~/tools/first_repo]  
vagrant@jessie-i386: [master L|...2]
```

В приглашении показано, что есть два файла, за которыми Git ещё не следит

```
[~/tools/first_repo]  
vagrant@jessie-i386: [master L|...2]  
13:14 $ git status  
On branch master  
  
Initial commit  
  
Untracked files:  
(use "git add <file>..." to include in what will be committed)  
  
.README.un~  
README  
  
nothing added to commit but untracked files present (use "git add" to track)
```

Два файла получилось из-за того, что у меня настроены undo-файлы для Vim. Это специальные файлы, благодаря которым можно отменять изменения не только в текущей сессии файла, но и прошлые. Обратите внимание, что Git сообщает, что есть файлы, за которыми он не следит и подсказывает, какой командой это сделать.

## Файл .gitignore

Undo-файл .README.un~ – служебный файл, который не нужно добавлять в репозиторий. В Git есть возможность указать, какие файлы или каталоги нужно игнорировать. Для этого нужно создать соответствующие шаблоны в файле .gitignore в каталоге репозитория.

Для того, чтобы Git игнорировал undo-файлы Vim, можно добавить, например, такую строку в файл .gitignore

```
*.un~
```

Это значит, что Git должен игнорировать все файлы, которые заканчиваются на «.un~».

После этого, git status показывает

```
[~/tools/first_repo]
vagrant@jessie-i386: [master L1...2]
13:33 $ git status
On branch master

Initial commit

Untracked files:
  (use "git add <file>..." to include in what will be committed)

    .gitignore
    README

nothing added to commit but untracked files present (use "git add" to track)
```

Обратите внимание, что теперь в выводе нет файла .README.un~. Как только в репозиторий был добавлен файл .gitignore, файлы, которые указаны в нём, стали игнорироваться.

## git add

Для того, чтобы Git начал следить за файлами, используется команда git add.

Можно указать что надо следить за конкретным файлом

```
[~/tools/first_repo]
vagrant@jessie-i386: [master L1...2]
13:33 $ git add README
```

Или за всеми файлами

```
[~/tools/first_repo]  
vagrant@jessie-i386: [master L|●1...1]  
13:36 $ git add .
```

Вывод git status

```
[~/tools/first_repo]  
vagrant@jessie-i386: [master L|●2]  
13:36 $ git status  
On branch master  
  
Initial commit  
  
Changes to be committed:  
(use "git rm --cached <file>..." to unstage)  
  
    new file:   .gitignore  
    new file:   README
```

Теперь файлы находятся в секции под названием «Changes to be committed».

## git commit

После того, как все нужные файлы были добавлены в staging, можно закоммитить изменения. Staging — это совокупность файлов, которые будут добавлены в следующий коммит. У команды git commit есть только один обязательный параметр – флаг «-m». Он позволяет указать сообщение для этого коммита.

```
[~/tools/first_repo]  
vagrant@jessie-i386: [master L|●2]  
13:37 $ git commit -m "First commit. Add .gitignore and README files"  
[master (root-commit) ef84733] First commit. Add .gitignore and README files  
2 files changed, 3 insertions(+)  
create mode 100644 .gitignore  
create mode 100644 README
```

После этого git status отображает

```
[~/tools/first_repo]  
vagrant@jessie-i386: [master L|✓]  
13:47 $ git status  
On branch master  
nothing to commit, working directory clean
```

Фраза «nothing to commit, working directory clean» обозначает, что нет изменений, которые нужно добавить в Git или закоммитить.

## Дополнительные возможности

### git diff

Команда git diff позволяет посмотреть разницу между различными состояниями. Например, на данный момент, в репозитории внесены изменения в файл README и .gitignore.

Команда git status показывает, что оба файла изменены

```
[~/tools/first_repo]
vagrant@jessie-i386: [master L1+ 2]
13:53 $ git status
On branch master
Changes not staged for commit:
  (use "git add <file>..." to update what will be committed)
  (use "git checkout -- <file>..." to discard changes in working directory)

    modified:   .gitignore
    modified:   README

no changes added to commit (use "git add" and/or "git commit -a")
```

Команда git diff показывает, какие изменения были внесены с момента последнего коммита

```
[~/tools/first_repo]
vagrant@jessie-i386: [master L1+ 2]
13:53 $ git diff
diff --git a/.gitignore b/.gitignore
index 8eee101..07aab05 100644
--- a/.gitignore
+++ b/.gitignore
@@ -1,2 +1,2 @@
 *.un~
-
+*.pyc
diff --git a/README b/README
index 2e7479e..79a508e 100644
--- a/README
+++ b/README
@@ -1 +1,3 @@
 First try
+
+Additional comment
```

Если добавить изменения, внесённые в файлы, в staging командой git add и ещё раз выполнить команду git diff, то она ничего не покажет

```
[~/tools/first_repo]  
vagrant@jessie-i386: [master L1+ 2]  
13:54 $ git add .  
  
[~/tools/first_repo]  
vagrant@jessie-i386: [master L1● 2]  
13:57 $ git diff
```

Чтобы показать отличия между staging и последним коммитом, надо добавить параметр --staged

```
[~/tools/first_repo]  
vagrant@jessie-i386: [master L1● 2]  
13:57 $ git diff --staged  
diff --git a/.gitignore b/.gitignore  
index 8eee101..07aab05 100644  
--- a/.gitignore  
+++ b/.gitignore  
@@ -1,2 +1,2 @@  
 *.un~  
-  
+*.pyc  
diff --git a/README b/README  
index 2e7479e..79a508e 100644  
--- a/README  
+++ b/README  
@@ -1 +1,3 @@  
 First try  
+  
+Additional comment
```

Закоммитим изменения

```
[~/tools/first_repo]  
vagrant@jessie-i386: [master L1● 2]  
13:59 $ git commit -m "Update .gitignore and README"  
[master 58bb8ce] Update .gitignore and README  
 2 files changed, 3 insertions(+), 1 deletion(-)
```

## git log

Команда git log показывает, когда были выполнены последние изменения

```
[~/tools/first_repo]  
vagrant@jessie-i386: [master L1✓]  
14:00 $ git log  
commit 58bb8cecbe08a8be76288e96b06d6a875f91a9b1  
Author: pyneng <pyneng.course@gmail.com>  
Date:   Fri May 26 14:00:53 2017 +0000  
  
        Update .gitignore and README  
  
commit ef8473307e0a119496ef154e0bcaff703b1f8a71  
Author: pyneng <pyneng.course@gmail.com>  
Date:   Fri May 26 13:47:30 2017 +0000  
  
First commit. Add .gitignore and README files
```

По умолчанию команда показывает все коммиты, начиная с ближайшего по времени. С помощью дополнительных параметров можно не только посмотреть информацию о коммитах, но и то, какие именно изменения были внесены.

Флаг `-p` позволяет отобразить отличия, которые были внесены каждым коммитом

```
[~/tools/first_repo]
vagrant@jessie-i386: [master L1✓]
14:02 $ git log -p
commit 58bb8cecbe08a8be76288e96b06d6a875f91a9b1
Author: pyneng <pyneng.course@gmail.com>
Date:   Fri May 26 14:00:53 2017 +0000

    Update .gitignore and README

diff --git a/.gitignore b/.gitignore
index 8eee101..07aab05 100644
--- a/.gitignore
+++ b/.gitignore
@@ -1,2 +1,2 @@
 *.un~
-
+*.pyc
diff --git a/README b/README
index 2e7479e..79a508e 100644
--- a/README
+++ b/README
@@ -1 +1,3 @@
 First try
+
+Additional comment

commit ef8473307e0a119496ef154e0bcaff703b1f8a71
Author: pyneng <pyneng.course@gmail.com>
Date:   Fri May 26 13:47:30 2017 +0000

    First commit. Add .gitignore and README files

diff --git a/.gitignore b/.gitignore
new file mode 100644
index 0000000..8eee101
--- /dev/null
+++ b/.gitignore
@@ -0,0 +1,2 @@
+.un~
+
diff --git a/README b/README
new file mode 100644
```

Более короткий вариант вывода можно вывести с флагом `--stat`

```
[~/tools/first_repo]
vagrant@jessie-i386: [master L|✓]
14:05 $ git log --stat
commit 58bb8cecbc08a8be76288e96b06d6a875f91a9b1
Author: pyneng <pyneng.course@gmail.com>
Date:   Fri May 26 14:00:53 2017 +0000

    Update .gitignore and README

.gitignore | 2 +-
README      | 2 ++
2 files changed, 3 insertions(+), 1 deletion(-)

commit ef8473307e0a119496ef154e0bcaff703b1f8a71
Author: pyneng <pyneng.course@gmail.com>
Date:   Fri May 26 13:47:30 2017 +0000

First commit. Add .gitignore and README files

.gitignore | 2 ++
README     | 1 +
2 files changed, 3 insertions(+)
```

## Аутентификация на GitHub

Для того, чтобы начать работать с GitHub, надо на нём зарегистрироваться. Для безопасной работы с GitHub лучше использовать аутентификацию по ключам SSH.

Генерация нового SSH-ключа (используйте e-mail, который привязан к GitHub):

```
$ ssh-keygen -t rsa -b 4096 -C "github_email@gmail.com"
```

На всех вопросах достаточно нажать Enter (более безопасно использовать ключ с passphrase, но можно и без, если нажать Enter при вопросе, тогда passphrase не будет запрашиваться у вас постоянно при операциях с репозиторием).

Запуск SSH-агента:

```
$ eval "$(ssh-agent -s)"
```

Добавить ключ в SSH-агента:

```
$ ssh-add ~/.ssh/id_rsa
```

## Добавление SSH-ключа на GitHub

Для добавления ключа надо его скопировать.

Например, таким образом можно отобразить ключ для копирования:

```
$ cat ~/.ssh/id_rsa.pub
```

После копирования надо перейти на GitHub. Находясь на любой странице GitHub, в правом верхнем углу нажмите на картинку вашего профиля и в выпадающем списке выберите «Settings». В списке слева надо выбрать поле «SSH and GPG keys». После этого надо нажать «New SSH key» и в поле «Title» написать название ключа (например «Home»), а в поле «Key» вставить содержимое, которое было скопировано из файла `~/.ssh/id_rsa.pub`.

---

**Примечание:** Если GitHub запросит пароль, введите пароль своего аккаунта на GitHub.

---

Чтобы проверить, всё ли прошло успешно, попробуйте выполнить команду `ssh -T git@github.com`.

Вывод должен быть таким:

```
$ ssh -T git@github.com
Hi username! You've successfully authenticated, but GitHub does not provide shell
access.
```

Теперь вы готовы работать с Git и GitHub.

## Работа со своим репозиторием

В данной главе описывается, как работать с репозиторием, находящемся на Вашей локальной машине.

### Создание репозитория на GitHub

Для создания репозитория на GitHub нужно:

- залогиниться на [GitHub](#);
- в правом верхнем углу нажать плюс и выбрать «New repository», чтобы создать новый репозиторий;
- в открывшемся окне надо ввести название репозитория;

Можно поставить галку «Initialize this repository with a README». Это создаст файл `README.md`, в котором будет находиться только название репозитория.

## Create a new repository

A repository contains all the files for your project, including the revision history.

Owner
Repository name

natenka /

Great repository names are short and memorable. Need inspiration? How about [crispy-barnacle](#).

Description (optional)

**Public**  
Anyone can see this repository. You choose who can commit.

**Private**  
You choose who can see and commit to this repository.

**Initialize this repository with a README**  
This will let you immediately clone the repository to your computer. Skip this step if you're importing an existing repository.

Add .gitignore: **None**
Add a license: **None**

[Create repository](#)

## Клонирование репозитория с GitHub

Для локальной работы с репозиторием его нужно клонировать.

Для этого используется команда `git clone`:

```
$ git clone ssh://git@github.com/pyneng/online-2-natasha-samoylenko.git
Cloning into 'online-2-natasha-samoylenko'...
remote: Counting objects: 241, done.
remote: Compressing objects: 100% (191/191), done.
remote: Total 241 (delta 43), reused 239 (delta 41), pack-reused 0
Receiving objects: 100% (241/241), 119.60 KiB | 0 bytes/s, done.
Resolving deltas: 100% (43/43), done.
Checking connectivity... done.
```

По сравнению с приведённой в этом листинге командой, вам нужно изменить:

- имя пользователя `pyneng` на имя своего пользователя на GitHub;

- имя репозитория online-2-natasha-samoylenko на имя своего репозитория на GitHub.

В итоге, в текущем каталоге, в котором была выполнена команда `git clone`, появится каталог с именем репозитория, в моём случае – «online-2-natasha-samoylenko». В этом каталоге теперь находится содержимое репозитория на GitHub.

## Работа с репозиторием

Предыдущая команда не просто скопировала репозиторий чтобы использовать его локально, но и настроила соответствующим образом Git:

- создан каталог `.git`
- скачаны все данные репозитория
- скачаны все изменения, которые были в репозитории
- репозиторий на GitHub настроен как `remote` для локального репозитория

Теперь готов полноценный локальный репозиторий Git, в котором вы можете работать. Обычно последовательность работы будет такой:

- перед началом работы, синхронизация локального содержимого с GitHub командой `git pull`
- изменение файлов репозитория
- добавление изменённых файлов в `staging` командой `git add`
- фиксация изменений через коммит командой `git commit`
- передача локальных изменений в репозитории на GitHub командой `git push`

При работе с заданиями на работе и дома, надо обратить особое внимание на первый и последний шаг:

- первый шаг – обновление локального репозитория
- последний шаг – загрузка изменений на GitHub

## Синхронизация локального репозитория с удалённым

Все команды выполняются внутри каталога репозитория (в примере выше - `online-2-natasha-samoylenko`).

Если содержимое локального репозитория одинаково с удалённым, вывод будет таким:

```
$ git pull  
Already up-to-date.
```

Если были изменения, вывод будет примерно таким:

```
$ git pull
remote: Counting objects: 5, done.
remote: Compressing objects: 100% (1/1), done.
remote: Total 5 (delta 4), reused 5 (delta 4), pack-reused 0
Unpacking objects: 100% (5/5), done.
From ssh://github.com/pyneng/online-2-natasha-samoylenko
  89c04b6..fc4c721  master      -> origin/master
Updating 89c04b6..fc4c721
Fast-forward
 exercises/03_data_structures/task_3_3.py | 2 ++
 1 file changed, 2 insertions(+)
```

## Добавление новых файлов или изменений в существующих

Если необходимо добавить конкретный файл (в данном случае – README.md), нужно дать команду `git add README.md`. Добавление всех файлов текущей директории производится командой `git add ..`

## Коммит

При выполнении коммита обязательно надо указать сообщение. Лучше, если сообщение будет со смыслом, а не просто «update» или подобное. Коммит делается командой, подобной `git commit -m "Сделаны задания 4.1-4.3"`.

## Push на GitHub

Для загрузки всех локальных изменений на GitHub используется команда `git push`:

```
$ git push origin master
Counting objects: 5, done.
Compressing objects: 100% (5/5), done.
Writing objects: 100% (5/5), 426 bytes | 0 bytes/s, done.
Total 5 (delta 4), reused 0 (delta 0)
remote: Resolving deltas: 100% (4/4), completed with 4 local objects.
To ssh://git@github.com/pyneng/online-2-natasha-samoylenko.git
  fc4c721..edcf417  master -> master
```

Перед выполнением `git push` можно выполнить команду `git log -p origin/master..` – она покажет, какие изменения вы собираетесь добавлять в свой репозиторий на GitHub.

## Работа с репозиторием заданий и примеров

Все примеры и задания книги выложены в отдельном [репозитории](#).

### Копирование репозитория с GitHub

Примеры и задания иногда обновляются, поэтому будет удобнее клонировать этот репозиторий на свою машину и периодически обновлять его.

Для копирования репозитория с GitHub выполните команду `git clone`:

```
$ git clone https://github.com/natenka/pyneng-examples-exercises
Cloning into 'pyneng-examples-exercises'...
remote: Counting objects: 1263, done.
remote: Compressing objects: 100% (504/504), done.
remote: Total 1263 (delta 735), reused 1263 (delta 735), pack-reused 0
Receiving objects: 100% (1263/1263), 267.10 KiB | 444.00 KiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (735/735), done.
Checking connectivity... done.
```

### Обновление локальной копии репозитория

При необходимости обновить локальный репозиторий, чтобы синхронизировать его с версией на GitHub, надо выполнить `git pull`, находясь внутри созданного каталога `pyneng-examples-exercises`.

Если обновлений не было, вывод будет таким:

```
$ git pull
Already up-to-date.
```

Если обновления были, вывод будет примерно таким:

```
$ git pull
remote: Counting objects: 3, done.
remote: Compressing objects: 100% (1/1), done.
remote: Total 3 (delta 2), reused 3 (delta 2), pack-reused 0
Unpacking objects: 100% (3/3), done.
From https://github.com/natenka/pyneng-examples-exercises
  49e9f1b..1eb82ad  master      -> origin/master
Updating 49e9f1b..1eb82ad
Fast-forward
 README.md | 2 ++
 1 file changed, 1 insertion(+), 1 deletion(-)
```

Обратите внимание на информацию о том, что изменился только файл README.md.

## Просмотр изменений

Если вы хотите посмотреть, какие именно изменения были внесены, можно воспользоваться командой git log:

```
$ git log -p -1
commit 98e393c27e7aae4b41878d9d979c7587bfeb24b4
Author: Наташа Самойленко <nataliya.samoylenko@gmail.com>
Date:   Fri Aug 18 17:32:07 2017 +0300

    Update task_24_4.md

diff --git a/exercises/24_ansible_for_network/task_24_4.md b/exercises/24_ansible_
→for_network/task_24_4.md
index c4307fa..137a221 100644
--- a/exercises/24_ansible_for_network/task_24_4.md
+++ b/exercises/24_ansible_for_network/task_24_4.md
@@ -13,11 +13,12 @@
 * применить ACL к интерфейсу

ACL должен быть таким:
+
ip access-list extended INET-to-LAN
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
permit icmp any any
-
+
Проверьте работу playbook на маршрутизаторе R1.
```

В этой команде флаг -p указывает, что надо отобразить вывод утилиты Linux diff для внесённых изменений, а не только сообщение коммита. В свою очередь, -1 указывает, что надо показать только один самый свежий коммит.

## Просмотр изменений, которые будут синхронизированы

Прошлый вариант git log опирается на количество коммитов, но это не всегда удобно. До выполнения команды git pull можно посмотреть, какие изменения были выполнены с момента последней синхронизации.

Для этого используется следующая команда:

```
$ git log -p ..origin/master
commit 4c1821030d20b3682b67caf362fd777d098d9126
Author: Наташа Самойленко <nataliya.samoylenko@gmail.com>
Date:   Mon May 29 07:53:45 2017 +0300

Update README.md

diff --git a/tools/README.md b/tools/README.md
index 2b6f380..4f8d4af 100644
--- a/tools/README.md
+++ b/tools/README.md
@@ -1 +1,4 @@
+
+Тут находятся PDF версии руководств по настройке инструментов, которые
→используются на курсе.
```

В данном случае изменения были только в одном файле. Эта команда будет очень полезна для того, чтобы посмотреть, какие изменения были внесены в формулировку заданий и каких именно заданий. Так будет легче ориентироваться, и понимать, касается ли это заданий, которые вы уже сделали, и если касается, то надо ли их изменять.

---

**Примечание:** «..origin/master» в команде `git log -p ..origin/master` означает показать все коммиты, которые есть в origin/master (в данном случае, это GitHub), но которых нет в локальной копии репозитория

---

Если изменения были в тех заданиях, которые вы ещё не делали, этот вывод подскажет, какие файлы нужно скопировать с репозитория курса в ваш личный репозиторий (а может быть и весь раздел, если вы ещё не делали задания из этого раздела).

## Дополнительные материалы

Документация:

- [Informative git prompt for bash and fish](#);
- [Authenticating to GitHub](#);
- [Connecting to GitHub with SSH](#).

Про Git/GitHub:

- [GitHowTo](#) - интерактивный howto на русском;
- [git/github guide. a minimal tutorial](#) - минимально необходимые знания для работы с Git и GitHub;

- Pro Git book. Эта же книга на русском;
- Системы контроля версий (GIT) (курс на Hexlet).

## Задания

Все задания и вспомогательные файлы можно скачать в [репозитории](#). Если в заданиях раздела есть задания с буквами (например, 5.2a), то лучше выполнить сначала задания без букв, а затем с буквами. Задания с буквами, как правило, немного сложнее заданий без букв и развивают или усложняют идею в соответствующем задании без буквы.

---

**Примечание:** Например, в разделе есть задания 5.1, 5.2, 5.2a, 5.2b, 5.3, 5.3a. Сначала лучше выполнить задания 5.1, 5.2, 5.3, а затем 5.2a, 5.2b, 5.3a

---

Если задания с буквами получается сделать сразу, лучше делать их по порядку.

### Задание 2.1

Создайте клон [репозитория](#) с заданиями и примерами, а затем обновите его с помощью команды `git pull` – должно отобразиться сообщение «Already up-to-date». В этом репозитории вы не можете вносить изменения, поэтому он будет использоваться только для получения заданий и примеров. Для работы с заданиями необходимо создать собственный репозиторий и скопировать задания в него.

### Задание 2.2

В этом задании необходимо:

- создать свой репозиторий на GitHub для выполнения заданий;
- создать его клон на своей виртуальной машине.

В своём репозитории можно создать любую структуру каталогов. Так как задания иногда обновляются, лучше выбрать следующий подход к работе:

- обновляете [репозиторий](#) с заданиями и примерами;
- копируете задания одного раздела из репозитория `pyeng-examples-exercises` в свой репозиторий;
- выполняете задания;
- при переходе к следующему разделу, повторяете всё с начала.

## 3. Начало работы с Python

В этом разделе рассматриваются:

- синтаксис Python
- работа в интерактивном режиме
- переменные в Python

### Синтаксис Python

Первое, что, как правило, бросается в глаза, если говорить о синтаксисе в Python, это то, что отступы имеют значение:

- они определяют, какой код попадает в блок;
- когда блок кода начинается и заканчивается.

Пример кода Python:

```
a = 10
b = 5

if a > b:
    print("A больше B")
    print(a - b)
else:
    print("B больше или равно A")
    print(b - a)

print("Конец")

def open_file(filename):
    print("Чтение файла", filename)
    with open(filename) as f:
        return f.read()
    print("Готово")
```

---

**Примечание:** Этот код показан для демонстрации синтаксиса. И, несмотря на то, что ещё не рассматривалась конструкция if/else, скорее всего, суть кода будет понятной.

---

Python понимает, какие строки относятся к if на основе отступов. Выполнение блока if a > b заканчивается, когда встречается строка с тем же отступом, что и сама строка if a > b.

Аналогично с блоком `else`. Вторая особенность Python: после некоторых выражений должно идти двоеточие (например, после `if a > b` и после `else`).

Несколько правил и рекомендаций по отступам:

- В качестве отступов могут использоваться табы или пробелы (лучше использовать пробелы, а точнее, настроить редактор так, чтобы таб был равен 4 пробелам – тогда при использовании клавиши табуляции будут ставиться 4 пробела, вместо 1 знака табуляции).
- Количество пробелов должно быть одинаковым в одном блоке (лучше, чтобы количество пробелов было одинаковым во всём коде – популярный вариант, это использовать 2-4 пробела, так, например, в этой книге используются 4 пробела).

Ещё одна особенность приведённого кода, это пустые строки. С их помощью код форматируется, чтобы его было проще читать. Остальные особенности синтаксиса будут показаны в процессе знакомства со структурами данных в Python.

---

**Примечание:** В Python есть специальный документ, в котором описано как лучше писать код Python [PEP 8 - the Style Guide for Python Code](#).

---

## Комментарии

При написании кода часто нужно оставить комментарий, например, чтобы описать особенности работы кода.

Комментарии в Python могут быть односторонними:

```
# Очень важный комментарий
a = 10
b = 5 # Очень нужный комментарий
```

Односторонние комментарии начинаются со знака решётки. Обратите внимание, что комментарий может быть как в строке, где находится сам код, так и в отдельной строке.

При необходимости написать несколько строк с комментариями, чтобы не ставить перед каждой решётку, можно сделать многострочный комментарий:

```
"""
Очень важный
и длинный комментарий
"""

a = 10
b = 5
```

Для многострочного комментария можно использовать три двойные или три одинарные кавычки. Комментарии могут использоваться как для того, чтобы комментировать, что происходит в коде, так и для того, чтобы исключить выполнение определённой строки или блока кода (то есть закомментировать их).

## Интерпретатор Python. IPython

Интерпретатор позволяет получать моментальный отклик на выполненные действия. Можно сказать, что интерпретатор работает как CLI (Command Line Interface) сетевых устройств: каждая команда будет выполняться сразу же после нажатия Enter. Однако есть исключение – более сложные объекты (например циклы или функции) выполняются только после двухкратного нажатия Enter.

В предыдущем разделе, для проверки установки Python вызывался стандартный интерпретатор. Кроме него, есть и усовершенствованный интерпретатор [IPython](#). IPython позволяет намного больше, чем стандартный интерпретатор, который вызывается по команде `python`. Несколько примеров (возможности IPython намного шире):

- автодополнение команд по Tab или подсказка, если вариантов команд несколько;
- более структурированный и понятный вывод команд;
- автоматические отступы в циклах и других объектах;
- можно передвигаться по истории выполнения команд, или же посмотреть её «волшебной» командой `%history`.

Установить IPython можно с помощью `pip` (установка будет производиться в виртуальном окружении, если оно настроено):

```
pip install ipython
```

После этого, перейти в IPython можно следующим образом:

```
$ ipython
Python 3.7.3 (default, May 13 2019, 15:44:23)
Type 'copyright', 'credits' or 'license' for more information
IPython 7.5.0 -- An enhanced Interactive Python. Type '?' for help.
```

In [1]:

Для выхода используется команда `quit`. Далее описывается, как будет использоваться IPython.

Для знакомства с интерпретатором можно попробовать использовать его как калькулятор:

```
In [1]: 1 + 2
Out[1]: 3
```

```
In [2]: 22*45
Out[2]: 990
```

```
In [3]: 2**3
Out[3]: 8
```

В IPython ввод и вывод помечены:

- In – входные данные пользователя
- Out – результат, который возвращает команда (если он есть)
- числа после In или Out – это порядковые номера выполненных команд в текущей сессии IPython

Пример вывода строки функцией print():

```
In [4]: print('Hello!')
Hello!
```

Когда в интерпретаторе создаётся, например, цикл, то внутри цикла приглашение меняется на многоточие. Для выполнения цикла и выхода из этого подрежима необходимо дважды нажать Enter:

```
In [5]: for i in range(5):
    ...:     print(i)
    ...:
0
1
2
3
4
```

## help()

В IPython есть возможность посмотреть справку по произвольному объекту, функции или методу с помощью help():

```
In [1]: help(str)
Help on class str in module builtins:

class str(object)
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
| str(object='') -> str
| str(bytes_or_buffer[, encoding[, errors]]) -> str
|
| Create a new string object from the given object. If encoding or
| errors is specified, then the object must expose a data buffer
| that will be decoded using the given encoding and error handler.
...
In [2]: help(str.strip)
Help on method_descriptor:

strip(...)
    S.strip([chars]) -> str

    Return a copy of the string S with leading and trailing
    whitespace removed.
    If chars is given and not None, remove characters in chars instead.
```

Второй вариант:

```
In [3]: ?str
Init signature: str(self, /, *args, **kwargs)
Docstring:
str(object='') -> str
str(bytes_or_buffer[, encoding[, errors]]) -> str

Create a new string object from the given object. If encoding or
errors is specified, then the object must expose a data buffer
that will be decoded using the given encoding and error handler.
Otherwise, returns the result of object.__str__() (if defined)
or repr(object).
encoding defaults to sys.getdefaultencoding().
errors defaults to 'strict'.
Type:           type

In [4]: ?str.strip
Docstring:
S.strip([chars]) -> str

Return a copy of the string S with leading and trailing
whitespace removed.
If chars is given and not None, remove characters in chars instead.
Type:           method_descriptor
```

## print()

Функция `print()` позволяет вывести информацию на стандартный поток вывода (текущий экран терминала). Если необходимо вывести строку, то её нужно обязательно заключить в кавычки (двойные или одинарные). Если же нужно вывести, например, результат вычисления или просто число, то кавычки не нужны:

```
In [6]: print('Hello!')  
Hello!
```

```
In [7]: print(5*5)  
25
```

Если нужно вывести подряд несколько значений через пробел, то нужно перечислить их через запятую:

```
In [8]: print(1*5, 2*5, 3*5, 4*5)  
5 10 15 20
```

```
In [9]: print('one', 'two', 'three')  
one two three
```

По умолчанию в конце каждого выражения, переданного в `print()`, будет перевод строки. Если необходимо, чтобы после вывода каждого выражения не было бы перевода строки, надо в качестве последнего выражения в `print()` указать дополнительный аргумент `end`.

### См.также:

Дополнительные параметры функции `print` [Функция print](#)

## dir()

Функция `dir()` может использоваться для того, чтобы посмотреть, какие имеются атрибуты (переменные, привязанные к объекту) и методы (функции, привязанные к объекту).

Например, для числа вывод будет таким (обратите внимание на различные методы, которые позволяют делать арифметические операции):

```
In [10]: dir(5)  
Out[10]:  
['__abs__',  
 '__add__',  
 '__and__',  
 ...  
 'bit_length',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'conjugate',
'denominator',
'imag',
'numerator',
'real']
```

Аналогично для строки:

```
In [11]: dir('hello')
Out[11]:
['__add__',
 '__class__',
 '__contains__',
 ...
'startswith',
'strip',
'swapcase',
'title',
'translate',
'upper',
'zfill']
```

Если выполнить `dir()` без передачи значения, то она показывает существующие методы, атрибуты и переменные, определённые в текущей сессии интерпретатора:

```
In [12]: dir()
Out[12]:
['__builtin__',
 '__builtins__',
 '__doc__',
 '__name__',
 '__dh',
 ...
'_oh',
'_sh',
'exit',
'get_ipython',
'i',
'quit']
```

Например, после создания переменной `a` и `test()`:

```
In [13]: a = 'hello'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [14]: def test():
....:     print('test')
....:

In [15]: dir()
Out[15]:
...
'a',
'exit',
'get_ipython',
'i',
'quit',
'test']
```

## Специальные команды ipython

В IPython есть специальные команды, которые упрощают работу с интерпретатором. Все они начинаются со знака процента.

### %history

Например, команда `%history` позволяет просмотреть историю введённых пользователем команд в текущей сессии IPython:

```
In [1]: a = 10

In [2]: b = 5

In [3]: if a > b:
....:     print("A is bigger")
....:
A is bigger

In [4]: %history
a = 10
b = 5
if a > b:
    print("A is bigger")
%history
```

С помощью `%history` можно скопировать нужный блок кода.

## %time

Команда `%time` показывает сколько секунд выполнялось выражение:

```
In [5]: import subprocess

In [6]: def ping_ip(ip_address):
...:     reply = subprocess.run(['ping', '-c', '3', '-n', ip_address],
...:                           stdout=subprocess.PIPE,
...:                           stderr=subprocess.PIPE,
...:                           encoding='utf-8')
...:     if reply.returncode == 0:
...:         return True
...:     else:
...:         return False
...:

In [7]: %time ping_ip('8.8.8.8')
CPU times: user 0 ns, sys: 4 ms, total: 4 ms
Wall time: 2.03 s
Out[7]: True

In [8]: %time ping_ip('8.8.8')
CPU times: user 0 ns, sys: 8 ms, total: 8 ms
Wall time: 12 s
Out[8]: False

In [9]: items = [1, 3, 5, 7, 9, 1, 2, 3, 55, 77, 33]

In [10]: %time sorted(items)
CPU times: user 0 ns, sys: 0 ns, total: 0 ns
Wall time: 8.11 µs
Out[10]: [1, 1, 2, 3, 3, 5, 7, 9, 33, 55, 77]
```

Подробнее об IPython можно почитать в [документации](#) IPython.

Коротко информацию можно посмотреть в самом IPython командой `%quickref`:

```
IPython -- An enhanced Interactive Python - Quick Reference Card
=====
obj?, obj??      : Get help, or more help for object (also works as
                     ?obj, ??obj).
?foo.*abc*        : List names in 'foo' containing 'abc' in them.
%magic            : Information about IPython's 'magic' % functions.
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

Magic functions are prefixed by % or %%, and typically take their arguments without parentheses, quotes or even commas for convenience. Line magics take a single % and cell magics are prefixed with two %%.

Example magic function calls:

```
%alias d ls -F : 'd' is now an alias for 'ls -F'
alias d ls -F : Works if 'alias' not a python name
alist = %alias : Get list of aliases to 'alist'
cd /usr/share : Obvious. cd -<tab> to choose from visited dirs.
%cd?? : See help AND source for magic %cd
%timeit x=10 : time the 'x=10' statement with high precision.
%%timeit x=2**100
x**100 : time 'x**100' with a setup of 'x=2**100'; setup code is not
          counted. This is an example of a cell magic.
```

System commands:

```
!cp a.txt b/ : System command escape, calls os.system()
cp a.txt b/ : after %rehashx, most system commands work without !
cp ${f}.txt $bar : Variable expansion in magics and system commands
files = !ls /usr : Capture system command output
files.s, files.l, files.n: "a b c", ['a','b','c'], 'a\nb\nc'
```

History:

```
_i, _ii, _iii : Previous, next previous, next next previous input
_i4, _ih[2:5] : Input history line 4, lines 2-4
exec _i81 : Execute input history line #81 again
%rep 81 : Edit input history line #81
_, __, ___ : previous, next previous, next next previous output
_dh : Directory history
_oh : Output history
%hist : Command history of current session.
%hist -g foo : Search command history of (almost) all sessions for 'foo'.
%hist -g : Command history of (almost) all sessions.
%hist 1/2-8 : Command history containing lines 2-8 of session 1.
%hist 1/ ~2/ : Command history of session 1 and 2 sessions before current.
```

## Переменные

Переменные в Python не требуют объявления типа переменной (так как Python – язык с динамической типизацией) и являются ссылками на область памяти. Правила именования переменных:

- имя переменной может состоять только из букв, цифр и знака подчёркивания;
- имя не может начинаться с цифры;
- имя не может содержать специальных символов @, \$, %.

Пример создания переменных в Python:

```
In [1]: a = 3
In [2]: b = 'Hello'
In [3]: c, d = 9, 'Test'
In [4]: print(a,b,c,d)
3 Hello 9 Test
```

Обратите внимание, что в Python не нужно указывать, что «*a*» это число, а «*b*» это строка.

Переменные являются ссылками на область памяти. Это можно продемонстрировать с помощью `id()`, которая показывает идентификатор объекта:

```
In [5]: a = b = c = 33
In [6]: id(a)
Out[6]: 31671480
In [7]: id(b)
Out[7]: 31671480
In [8]: id(c)
Out[8]: 31671480
```

В этом примере видно, что все три имени ссылаются на один и тот же идентификатор, то есть, это один и тот же объект, на который указывают три ссылки – «*a*», «*b*» и «*c*». С числами у Python есть одна особенность, которая может немного сбить с понимания: числа от -5 до 256 заранее созданы и хранятся в массиве (списке). Поэтому при создании числа из этого диапазона фактически создаётся ссылка на число в созданном массиве.

---

**Примечание:** Эта особенность характерна именно для реализации CPython, которая рас-

сматривается в книге

---

Это можно проверить таким образом:

```
In [9]: a = 3  
  
In [10]: b = 3  
  
In [11]: id(a)  
Out[11]: 4400936168  
  
In [12]: id(b)  
Out[12]: 4400936168  
  
In [13]: id(3)  
Out[13]: 4400936168
```

Обратите внимание, что у a, b и числа 3 имеют одинаковые идентификаторы. Все они являются ссылками на существующее число в списке.

Если сделать то же самое с числом больше 256, идентификаторы у всех будут разные:

```
In [14]: a = 500  
  
In [15]: b = 500  
  
In [16]: id(a)  
Out[16]: 140239990503056  
  
In [17]: id(b)  
Out[17]: 140239990503032  
  
In [18]: id(500)  
Out[18]: 140239990502960
```

При этом, если сделать присваивание переменных друг другу, то идентификаторы будут у всех одинаковые (в таком варианте a, b и c ссылаются на один и тот же объект):

```
In [19]: a = b = c = 500  
  
In [20]: id(a)  
Out[20]: 140239990503080  
  
In [21]: id(b)  
Out[21]: 140239990503080
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [22]: id(c)
Out[22]: 140239990503080
```

## Имена переменных

Имена переменных не должны пересекаться с названиями операторов и модулей или же других зарезервированных слов. В Python есть рекомендации по именованию функций, классов и переменных:

- имена переменных обычно пишутся или полностью большими или полностью маленькими буквами (например DB\_NAME, db\_name);
- имена функций задаются маленькими буквами, с подчёркиваниями между словами (например, get\_names);
- имена классов задаются словами с заглавными буквами без пробелов, это так называемый CamelCase (например, CiscoSwitch).

## Задания

Все задания и вспомогательные файлы можно скачать в [репозитории](#). Если в заданиях раздела есть задания с буквами (например, 5.2a), то лучше выполнить сначала задания без букв, а затем с буквами. Задания с буквами, как правило, немного сложнее заданий без букв и развивают или усложняют идею в соответствующем задании без буквы.

---

**Примечание:** Например, в разделе есть задания 5.1, 5.2, 5.2a, 5.2b, 5.3, 5.3a. Сначала лучше выполнить задания 5.1, 5.2, 5.3, а затем 5.2a, 5.2b, 5.3a

---

Если задания с буквами получается сделать сразу, лучше делать их по порядку.

### Задание 3.1

Выполните установку IPython в виртуальном окружении или глобально в системе, если виртуальные окружения не используются. После установки, по команде ipython должен открываться интерпретатор IPython (вывод может незначительно отличаться):

```
$ ipython
Python 3.7.3 (default, May 13 2019, 15:44:23)
Type 'copyright', 'credits' or 'license' for more information
IPython 7.5.0 -- An enhanced Interactive Python. Type '?' for help.

In [1]:
```

## 4. Типы данных в Python

В Python есть несколько стандартных типов данных:

- Numbers (числа)
- Strings (строки)
- Lists (списки)
- Dictionaries (словари)
- Tuples (кортежи)
- Sets (множества)
- Boolean (логический тип данных)

Эти типы данных можно, в свою очередь, классифицировать по некоторым признакам:

- изменяемые (списки, словари и множества)
- неизменяемые (числа, строки и кортежи)
- упорядоченные (списки, кортежи, строки и словари)
- неупорядоченные (множества)

Содержание раздела:

### Числа

С числами можно выполнять различные математические операции.

```
In [1]: 1 + 2
Out[1]: 3
```

```
In [2]: 1.0 + 2
Out[2]: 3.0
```

```
In [3]: 10 - 4
Out[3]: 6
```

```
In [4]: 2**3
Out[4]: 8
```

Деление int и float:

```
In [5]: 10/3
Out[5]: 3.333333333333335
```

```
In [6]: 10/3.0
Out[6]: 3.333333333333335
```

С помощью функции round можно округлять числа до нужного количества знаков:

```
In [9]: round(10/3.0, 2)
Out[9]: 3.33
```

```
In [10]: round(10/3.0, 4)
Out[10]: 3.3333
```

Остаток от деления:

```
In [11]: 10 % 3
Out[11]: 1
```

Операторы сравнения

```
In [12]: 10 > 3.0
Out[12]: True
```

```
In [13]: 10 < 3
Out[13]: False
```

```
In [14]: 10 == 3
Out[14]: False
```

```
In [15]: 10 == 10
Out[15]: True
```

```
In [16]: 10 <= 10
Out[16]: True
```

```
In [17]: 10.0 == 10
Out[17]: True
```

Функция int() позволяет выполнять конвертацию в тип int. Во втором аргументе можно указывать систему счисления:

```
In [18]: a = '11'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [19]: int(a)
Out[19]: 11
```

Если указать, что строку a надо воспринимать как двоичное число, то результат будет таким:

```
In [20]: int(a, 2)
Out[20]: 3
```

Конвертация в int типа float:

```
In [21]: int(3.333)
Out[21]: 3

In [22]: int(3.9)
Out[22]: 3
```

Функция bin позволяет получить двоичное представление числа (обратите внимание, что результат - строка):

```
In [23]: bin(8)
Out[23]: '0b1000'

In [24]: bin(255)
Out[24]: '0b11111111'
```

Аналогично, функция hex() позволяет получить шестнадцатеричное значение:

```
In [25]: hex(10)
Out[25]: '0xa'
```

И, конечно же, можно делать несколько преобразований одновременно:

```
In [26]: int('ff', 16)
Out[26]: 255

In [27]: bin(int('ff', 16))
Out[27]: '0b11111111'
```

Для более сложных математических функций в Python есть модуль **math**:

```
In [28]: import math

In [29]: math.sqrt(9)
Out[29]: 3.0
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [30]: math.sqrt(10)
Out[30]: 3.1622776601683795
```

```
In [31]: math.factorial(3)
Out[31]: 6
```

```
In [32]: math.pi
Out[32]: 3.141592653589793
```

## Строки (Strings)

Строка в Python это:

- последовательность символов, заключенная в кавычки
- неизменяемый упорядоченный тип данных

Примеры строк:

```
In [9]: 'Hello'
Out[9]: 'Hello'
In [10]: "Hello"
Out[10]: 'Hello'

In [11]: tunnel = """
....: interface Tunnel0
....:   ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
....:   ip mtu 1416
....:   ip ospf hello-interval 5
....:   tunnel source FastEthernet1/0
....:   tunnel protection ipsec profile DMVPN
....: """

In [12]: tunnel
Out[12]: '\ninterface Tunnel0\n ip address 10.10.10.1 255.255.255.0\n ip mtu_
↪1416\n ip ospf hello-interval 5\n tunnel source FastEthernet1/0\n tunnel_
↪protection ipsec profile DMVPN\n'

In [13]: print(tunnel)

interface Tunnel0
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
ip mtu 1416
ip ospf hello-interval 5
tunnel source FastEthernet1/0
tunnel protection ipsec profile DMVPN
```

Строки можно суммировать. Тогда они объединяются в одну строку:

```
In [14]: intf = 'interface'

In [15]: tun = 'Tunnel0'

In [16]: intf + tun
Out[16]: 'interfaceTunnel0'

In [17]: intf + ' ' + tun
Out[17]: 'interface Tunnel0'
```

Строчку можно умножать на число. В этом случае, строка повторяется указанное количество раз:

```
In [18]: intf * 5
Out[18]: 'interfaceinterfaceinterfaceinterfaceinterface'

In [19]: '#' * 40
Out[19]: '#########################################'
```

То, что строки являются упорядоченным типом данных, позволяет обращаться к символам в строке по номеру, начиная с нуля:

```
In [20]: string1 = 'interface FastEthernet1/0'

In [21]: string1[0]
Out[21]: 'i'
```

Нумерация всех символов в строке идет с нуля. Но, если нужно обратиться к какому-то по счету символу, начиная с конца, то можно указывать отрицательные значения (на этот раз с единицами).

```
In [22]: string1[1]
Out[22]: 'n'

In [23]: string1[-1]
Out[23]: '0'
```

Кроме обращения к конкретному символу, можно делать срезы строк, указав диапазон номеров (срез выполняется по второе число, не включая его):

```
In [24]: string1[0:9]
Out[24]: 'interface'

In [25]: string1[10:22]
Out[25]: 'FastEthernet'
```

Если не указывается второе число, то срез будет до конца строки:

```
In [26]: string1[10:]
Out[26]: 'FastEthernet1/0'
```

Срезать три последних символа строки:

```
In [27]: string1[-3:]
Out[27]: '1/0'
```

Также в срезе можно указывать шаг. Так можно получить нечетные числа:

```
In [28]: a = '0123456789'

In [29]: a[1::2]
Out[29]: '13579'
```

А таким образом можно получить все четные числа строки a:

```
In [31]: a[::-2]
Out[31]: '02468'
```

Срезы также можно использовать для получения строки в обратном порядке:

```
In [28]: a = '0123456789'

In [29]: a[::-1]
Out[29]: '9876543210'

In [30]: a[:::-1]
Out[30]: '9876543210'
```

---

**Примечание:** Записи a[::-1] и a[::-2] дают одинаковый результат, но двойное двоеточие позволяет указывать, что надо брать не каждый элемент, а, например, каждый второй.

---

Функция `len` позволяет получить количество символов в строке:

```
In [1]: line = 'interface Gi0/1'
```

```
In [2]: len(line)
```

```
Out[2]: 15
```

---

**Примечание:** Функция и метод отличаются тем, что метод привязан к объекту конкретного типа, а функция, как правило, более универсальная и может применяться к объектам разного типа. Например, функция `len` может применяться к строкам, спискам, словарям и так далее, а метод `startswith` относится только к строкам.

---

## Полезные методы для работы со строками

При автоматизации очень часто надо будет работать со строками, так как конфигурационный файл, вывод команд и отправляемые команды - это строки.

Знание различных методов (действий), которые можно применять к строкам, помогает более эффективно работать с ними.

Строки неизменяемый тип данных, поэтому все методы, которые преобразуют строку возвращают новую строку, а исходная строка остается неизменной.

### Методы `upper`, `lower`, `swapcase`, `capitalize`

Методы `upper()`, `lower()`, `swapcase()`, `capitalize()` выполняют преобразование регистра строки:

```
In [25]: string1 = 'FastEthernet'
```

```
In [26]: string1.upper()
```

```
Out[26]: 'FASTETHERNET'
```

```
In [27]: string1.lower()
```

```
Out[27]: 'fastethernet'
```

```
In [28]: string1.swapcase()
```

```
Out[28]: 'fASLeTHERNET'
```

```
In [29]: string2 = 'tunnel 0'
```

```
In [30]: string2.capitalize()
```

```
Out[30]: 'Tunnel 0'
```

Очень важно обращать внимание на то, что часто методы возвращают преобразованную строку. И, значит, надо не забыть присвоить ее какой-то переменной (можно той же).

```
In [31]: string1 = string1.upper()
```

```
In [32]: print(string1)
```

```
FASTETHERNET
```

## Метод count

Метод `count()` используется для подсчета того, сколько раз символ или подстрока встречаются в строке:

```
In [33]: string1 = 'Hello, hello, hello, hello'
```

```
In [34]: string1.count('hello')
```

```
Out[34]: 3
```

```
In [35]: string1.count('ello')
```

```
Out[35]: 4
```

```
In [36]: string1.count('l')
```

```
Out[36]: 8
```

## Метод find

Методу `find()` можно передать подстроку или символ, и он покажет, на какой позиции находится первый символ подстроки (для первого совпадения):

```
In [37]: string1 = 'interface FastEthernet0/1'
```

```
In [38]: string1.find('Fast')
```

```
Out[38]: 10
```

```
In [39]: string1[string1.find('Fast')::]
```

```
Out[39]: 'FastEthernet0/1'
```

Если совпадение не найдено, метод `find` возвращает -1.

## Методы startswith, endswith

Проверка на то, начинается или заканчивается ли строка на определенные символы (методы `startswith()`, `endswith()`):

```
In [40]: string1 = 'FastEthernet0/1'

In [41]: string1.startswith('Fast')
Out[41]: True

In [42]: string1.startswith('fast')
Out[42]: False

In [43]: string1.endswith('0/1')
Out[43]: True

In [44]: string1.endswith('0/2')
Out[44]: False
```

## Метод replace

Замена последовательности символов в строке на другую последовательность (метод `replace()`):

```
In [45]: string1 = 'FastEthernet0/1'

In [46]: string1.replace('Fast', 'Gigabit')
Out[46]: 'GigabitEthernet0/1'
```

## Метод strip

Часто при обработке файла файл открывается построчно. Но в конце каждой строки, как правило, есть какие-то спецсимволы (а могут быть и в начале). Например, перевод строки.

Для того, чтобы избавиться от них, очень удобно использовать метод `strip()`:

```
In [47]: string1 = '\n\tinterface FastEthernet0/1\n'

In [48]: print(string1)

    interface FastEthernet0/1
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [49]: string1  
Out[49]: '\n\tinterface FastEthernet0/1\n'
```

```
In [50]: string1.strip()  
Out[50]: 'interface FastEthernet0/1'
```

По умолчанию метод `strip()` убирает пробельные символы. В этот набор символов входят: `\t\n\r\f\v`

Методу `strip` можно передать как аргумент любые символы. Тогда в начале и в конце строки будут удалены все символы, которые были указаны в строке:

```
In [51]: ad_metric = '[110/1045]'  
  
In [52]: ad_metric.strip('[]')  
Out[52]: '110/1045'
```

Метод `strip()` убирает спецсимволы и в начале, и в конце строки. Если необходимо убрать символы только слева или только справа, можно использовать, соответственно, методы `lstrip()` и `rstrip()`.

## Метод `split`

Метод `split()` разбивает строку на части, используя как разделитель какой-то символ (или символы) и возвращает список строк:

```
In [53]: string1 = 'switchport trunk allowed vlan 10,20,30,100-200'  
  
In [54]: commands = string1.split()  
  
In [55]: print(commands)  
['switchport', 'trunk', 'allowed', 'vlan', '10,20,30,100-200']
```

В примере выше `string1.split()` разбивает строку по пробельным символам и возвращает список строк. Список записан в переменную `commands`.

По умолчанию в качестве разделителя используются пробельные символы (пробелы, табы, перевод строки), но в скобках можно указать любой разделитель:

```
In [56]: vlans = commands[-1].split(',')  
  
In [57]: print(vlans)  
['10', '20', '30', '100-200']
```

В списке `commands` последний элемент это строка с вланами, поэтому используется индекс `-1`. Затем строка разбивается на части с помощью `split(commands[-1].split(' ', ','))`. Так как, как разделитель указана запятая, получен такой список `['10', '20', '30', '100-200']`.

Полезная особенность метода `split` с разделителем по умолчанию — строка не только разделяется в список строк по пробельным символам, но пробельные символы также удаляются в начале и в конце строки:

```
In [58]: string1 = ' switchport trunk allowed vlan 10,20,30,100-200\n\n'

In [59]: string1.split()
Out[59]: ['switchport', 'trunk', 'allowed', 'vlan', '10 20 30 100-200']
```

У метода `split()` есть ещё одна хорошая особенность: по умолчанию метод разбивает строку не по одному пробельному символу, а по любому количеству. Это будет, например, очень полезным при обработке команд `show`:

```
In [60]: sh_ip_int_br = "FastEthernet0/0      15.0.15.1    YES manual up  
        ↪up"  
  
In [61]: sh_ip_int_br.split()  
Out[61]: ['FastEthernet0/0', '15.0.15.1', 'YES', 'manual', 'up', 'up']
```

А вот так выглядит разделение той же строки, когда один пробел используется как разделитель:

## Форматирование строк

При работе со строками часто возникают ситуации, когда в шаблон строки надо подставить разные данные.

Это можно делать объединяя, части строки и данные, но в Python есть более удобный способ — форматирование строк.

Форматирование строк может помочь, например, в таких ситуациях:

- необходимо подставить значения в строку по определенному шаблону
  - необходимо отформатировать вывод столбцами
  - надо конвертировать числа в двоичный формат

Существует несколько вариантов форматирования строк:

- с оператором % — более старый вариант
- метод format() — относительно новый вариант
- f-строки — новый вариант, который появился в Python 3.6.

Несмотря на то, что рекомендуется использовать метод format, часто можно встретить форматирование строк и через оператор %.

## Форматирование строк с методом format

Пример использования метода format:

```
In [1]: "interface FastEthernet0/{}".format('1')
Out[1]: 'interface FastEthernet0/1'
```

Специальный символ {} указывает, что сюда подставится значение, которое передается методу format. При этом каждая пара фигурных скобок обозначает одно место для подстановки.

Значения, которые подставляются в фигурные скобки, могут быть разного типа. Например, это может быть строка, число или список:

```
In [3]: print('{}'.format('10.1.1.1'))
10.1.1.1

In [4]: print('{}'.format(100))
100

In [5]: print('{}'.format([10, 1, 1]))
[10, 1, 1, 1]
```

С помощью форматирования строк можно выводить результат столбцами. В форматировании строк можно указывать, какое количество символов выделено на данные. Если количество символов в данных меньше, чем выделенное количество символов, недостающие символы заполняются пробелами.

Например, таким образом можно вывести данные столбцами одинаковой ширины по 15 символов с выравниванием по правой стороне:

```
In [3]: vlan, mac, intf = ['100', 'aabb.cc80.7000', 'Gi0/1']

In [4]: print("{:>15} {:>15} {:>15}".format(vlan, mac, intf))
      100    aabb.cc80.7000        Gi0/1
```

Выравнивание по левой стороне:

```
In [5]: print("{:15} {:15} {:15}".format(vlan, mac, intf))
100          aabb.cc80.7000  Gi0/1
```

Шаблон для вывода может быть и многострочным:

```
In [6]: ip_template = '''
...: IP address:
...: {}
...: '''

In [7]: print(ip_template.format('10.1.1.1'))

IP address:
10.1.1.1
```

С помощью форматирования строк можно также влиять на отображение чисел.

Например, можно указать, сколько цифр после запятой выводить:

```
In [9]: print("{:.3f}".format(10.0/3))
3.333
```

С помощью форматирования строк можно конвертировать числа в двоичный формат:

```
In [11]: '{:b} {:b} {:b} {:b}'.format(192, 100, 1, 1)
Out[11]: '11000000 1100100 1 1'
```

При этом по-прежнему можно указывать дополнительные параметры, например, ширину столбца:

```
In [12]: '{:8b} {:8b} {:8b} {:8b}'.format(192, 100, 1, 1)
Out[12]: '11000000 1100100      1      1'
```

А также можно указать, что надо дополнить числа нулями, вместо пробелов:

```
In [13]: '{:08b} {:08b} {:08b} {:08b}'.format(192, 100, 1, 1)
Out[13]: '11000000 01100100 00000001 00000001'
```

В фигурных скобках можно указывать имена. Это позволяет передавать аргументы в любом порядке, а также делает шаблон более понятным:

```
In [15]: '{ip}/{mask}'.format(mask=24, ip='10.1.1.1')
Out[15]: '10.1.1.1/24'
```

Еще одна полезная возможность форматирования строк - указание номера аргумента:

```
In [16]: '{1}/{0}'.format(24, '10.1.1.1')
Out[16]: '10.1.1.1/24'
```

За счет этого, например, можно избавиться от повторной передачи одних и тех же значений:

```
In [19]: ip_template = '''
...: IP address:
...: {:<8} {:<8} {:<8} {:<8}
...: {:08b} {:08b} {:08b} {:08b}
...: '''

In [20]: print(ip_template.format(192, 100, 1, 1, 192, 100, 1, 1))

IP address:
192      100      1      1
11000000 01100100 00000001 00000001
```

В примере выше октеты адреса приходится передавать два раза - один для отображения в десятичном формате, а второй - для двоичного.

Указав индексы значений, которые передаются методу `format`, можно избавиться от дублирования:

```
In [21]: ip_template = '''
...: IP address:
...: {0:<8} {1:<8} {2:<8} {3:<8}
...: {0:08b} {1:08b} {2:08b} {3:08b}
...: '''

In [22]: print(ip_template.format(192, 100, 1, 1))

IP address:
192      100      1      1
11000000 01100100 00000001 00000001
```

## Форматирование строк с помощью f-строк

В Python 3.6 добавился новый вариант форматирования строк - f-строки или интерполяция строк. F-строки позволяют не только подставлять какие-то значения в шаблон, но и позволяют выполнять вызовы функций, методов и т.п.

Во многих ситуациях f-строки удобней и проще использовать, чем `format`, кроме того, f-строки работают быстрее, чем `format` и другие методы форматирования строк.

## Синтаксис

F-строки — это литерал строки с буквой f перед ним. Внутри f-строки в паре фигурных скобок указываются имена переменных, которые надо подставить:

```
In [1]: ip = '10.1.1.1'

In [2]: mask = 24

In [3]: f"IP: {ip}, mask: {mask}"
Out[3]: 'IP: 10.1.1.1, mask: 24'

Аналогичный результат с format можно получить так:
```"IP: {ip}, mask: {mask}" .format(ip=ip, mask=mask)```.
```

Очень важное отличие f-строк от format: f-строки — это выражение, которое выполняется, а не просто строка. То есть, в случае с ipython, как только мы написали выражение и нажали Enter, оно выполнилось и вместо выражений {ip} и {mask} подставились значения переменных.

Поэтому, например, нельзя сначала написать шаблон, а затем определить переменные, которые используются в шаблоне:

```
In [1]: f"IP: {ip}, mask: {mask}"
-----
NameError                                 Traceback (most recent call last)
<ipython-input-1-e6f8e01ac9c4> in <module>()
----> 1 f"IP: {ip}, mask: {mask}"

NameError: name 'ip' is not defined
```

Кроме подстановки значений переменных, в фигурных скобках можно писать выражения:

```
In [5]: first_name = 'William'

In [6]: second_name = 'Shakespeare'

In [7]: f"{first_name.upper()} {second_name.upper()}"
Out[7]: 'WILLIAM SHAKESPEARE'
```

После двоеточия в f-строках можно указывать те же значения, что и при использовании format:

```
In [9]: oct1, oct2, oct3, oct4 = [10, 1, 1, 1]
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [10]: print(f'''  
...: IP address:  
...: {oct1:<8} {oct2:<8} {oct3:<8} {oct4:<8}  
...: {oct1:08b} {oct2:08b} {oct3:08b} {oct4:08b}''')  
  
IP address:  
10      1      1      1  
00001010 00000001 00000001 00000001
```

**Предупреждение:** Так как для полноценного объяснения f-строк, надо показывать примеры с циклами и работой с объектами, которые еще не рассматривались, это тема также есть в разделе [Форматирование строк с помощью f-строк](#) с дополнительными примерами и пояснениями.

## Объединение литералов строк

В Python есть очень удобная функциональность — объединение литералов строк.

```
In [1]: s = ('Test' 'String')  
  
In [2]: s  
Out[2]: 'TestString'  
  
In [3]: s = 'Test' 'String'  
  
In [4]: s  
Out[4]: 'TestString'
```

Можно даже переносить составляющие строки на разные строки, но только если они в скобках:

```
In [5]: s = ('Test'  
...: 'String')  
  
In [6]: s  
Out[6]: 'TestString'
```

Этим очень удобно пользоваться в регулярных выражениях:

```
regex = ('(\S+) +(\S+) +'  
        '\w+ +\w+ +'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'(up|down|administratively down) +'  
'(\w+)' )
```

Так регулярное выражение можно разбивать на части и его будет проще понять. Плюс можно добавлять поясняющие комментарии в строках.

```
regex = ('(\S+) +(\S+) +' # interface and IP  
        '\w+ +\w+ +'  
        '(up|down|administratively down) +' # Status  
        '(\w+)' ) # Protocol
```

Также этим приемом удобно пользоваться, когда надо написать длинное сообщение:

```
In [7]: message = ('При выполнении команды "{}" '  
...: 'возникла такая ошибка "{}".\n'  
...: 'Исключить эту команду из списка? [y/n]' )  
  
In [8]: message  
Out[8]: 'При выполнении команды "{}" возникла такая ошибка "{}".\nИсключить эту ↪команду из списка? [y/n]'
```

## Список (List)

Список в Python это:

- последовательность элементов, разделенных между собой запятой и заключенных в квадратные скобки
- изменяемый упорядоченный тип данных

Примеры списков:

```
In [1]: list1 = [10,20,30,77]  
In [2]: list2 = ['one', 'dog', 'seven']  
In [3]: list3 = [1, 20, 4.0, 'word']
```

Создание списка с помощью литерала:

```
In [1]: vlans = [10, 20, 30, 50]
```

**Примечание:** Литерал - это выражение, которое создает объект.

Создание списка с помощью функции **list()**:

```
In [2]: list1 = list('router')

In [3]: print(list1)
['r', 'o', 'u', 't', 'e', 'r']
```

Так как список - это упорядоченный тип данных, то, как и в строках, в списках можно обращаться к элементу по номеру, делать срезы:

```
In [4]: list3 = [1, 20, 4.0, 'word']

In [5]: list3[1]
Out[5]: 20

In [6]: list3[1::]
Out[6]: [20, 4.0, 'word']

In [7]: list3[-1]
Out[7]: 'word'

In [8]: list3[::-1]
Out[8]: ['word', 4.0, 20, 1]
```

Перевернуть список наоборот можно и с помощью метода reverse():

```
In [10]: vlans = ['10', '15', '20', '30', '100-200']

In [11]: vlans.reverse()

In [12]: vlans
Out[12]: ['100-200', '30', '20', '15', '10']
```

Так как списки изменяемые, элементы списка можно менять:

```
In [13]: list3
Out[13]: [1, 20, 4.0, 'word']

In [14]: list3[0] = 'test'

In [15]: list3
Out[15]: ['test', 20, 4.0, 'word']
```

Можно создавать и список списков. И, как и в обычном списке, можно обращаться к элементам во вложенных списках:

```
In [16]: interfaces = [['FastEthernet0/0', '15.0.15.1', 'YES', 'manual', 'up', 'up'],
    ....: ['FastEthernet0/1', '10.0.1.1', 'YES', 'manual', 'up', 'up'],
    ....: ['FastEthernet0/2', '10.0.2.1', 'YES', 'manual', 'up', 'down']]

In [17]: interfaces[0][0]
Out[17]: 'FastEthernet0/0'

In [18]: interfaces[2][0]
Out[18]: 'FastEthernet0/2'

In [19]: interfaces[2][1]
Out[19]: '10.0.2.1'
```

Функция `len` возвращает количество элементов в списке:

```
In [1]: items = [1, 2, 3]

In [2]: len(items)
Out[2]: 3
```

А функция `sorted` сортирует элементы списка по возрастанию и возвращает новый список с отсортированными элементами:

```
In [1]: names = ['John', 'Michael', 'Antony']

In [2]: sorted(names)
Out[2]: ['Antony', 'John', 'Michael']
```

## Полезные методы для работы со списками

Список - это изменяемый тип данных, поэтому очень важно обращать внимание на то, что большинство методов для работы со списками меняют список на месте, при этом ничего не возвращая.

### `join()`

Метод `join()` собирает список строк в одну строку с разделителем, который указан перед `join`:

```
In [16]: vlans = ['10', '20', '30']
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [17]: ','.join(vlans)
Out[17]: '10,20,30'
```

**Примечание:** Метод join на самом деле относится к строкам, но так как значение ему надо передавать как список, он рассматривается тут.

## append()

Метод **append()** добавляет в конец списка указанный элемент:

```
In [18]: vlans = ['10', '20', '30', '100-200']
In [19]: vlans.append('300')
In [20]: vlans
Out[20]: ['10', '20', '30', '100-200', '300']
```

Метод append меняет список на месте и ничего не возвращает.

## extend()

Если нужно объединить два списка, то можно использовать два способа: метод **extend()** и операцию сложения.

У этих способов есть важное отличие - extend меняет список, к которому применен метод, а суммирование возвращает новый список, который состоит из двух.

Метод extend:

```
In [21]: vlans = ['10', '20', '30', '100-200']
In [22]: vlans2 = ['300', '400', '500']
In [23]: vlans.extend(vlans2)
In [24]: vlans
Out[24]: ['10', '20', '30', '100-200', '300', '400', '500']
```

Суммирование списков:

```
In [27]: vlans = ['10', '20', '30', '100-200']

In [28]: vlans2 = ['300', '400', '500']

In [29]: vlans + vlans2
Out[29]: ['10', '20', '30', '100-200', '300', '400', '500']
```

Обратите внимание на то, что при суммировании списков в ipython появилась строка Out. Это означает, что результат суммирования можно присвоить в переменную:

```
In [30]: result = vlans + vlans2

In [31]: result
Out[31]: ['10', '20', '30', '100-200', '300', '400', '500']
```

## `pop()`

Метод **pop()** удаляет элемент, который соответствует указанному номеру. Но, что важно, при этом метод возвращает этот элемент:

```
In [28]: vlans = ['10', '20', '30', '100-200']

In [29]: vlans.pop(-1)
Out[29]: '100-200'

In [30]: vlans
Out[30]: ['10', '20', '30']
```

Без указания номера удаляется последний элемент списка.

## `remove()`

Метод **remove()** удаляет указанный элемент.

`remove()` не возвращает удаленный элемент:

```
In [31]: vlans = ['10', '20', '30', '100-200']

In [32]: vlans.remove('20')

In [33]: vlans
Out[33]: ['10', '30', '100-200']
```

В методе `remove` надо указывать сам элемент, который надо удалить, а не его номер в списке. Если указать номер элемента, возникнет ошибка:

```
In [34]: vlans.remove(-1)
-----
ValueError      Traceback (most recent call last)
<ipython-input-32-f4ee38810cb7> in <module>()
----> 1 vlans.remove(-1)

ValueError: list.remove(x): x not in list
```

### index()

Метод `index()` используется для того, чтобы проверить, под каким номером в списке хранится элемент:

```
In [35]: vlans = ['10', '20', '30', '100-200']

In [36]: vlans.index('30')
Out[36]: 2
```

### insert()

Метод `insert()` позволяет вставить элемент на определенное место в списке:

```
In [37]: vlans = ['10', '20', '30', '100-200']

In [38]: vlans.insert(1, '15')

In [39]: vlans
Out[39]: ['10', '15', '20', '30', '100-200']
```

### sort()

Метод `sort` сортирует список на месте:

```
In [40]: vlans = [1, 50, 10, 15]

In [41]: vlans.sort()
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [42]: vlans
Out[42]: [1, 10, 15, 50]
```

## Словарь (Dictionary)

Словари - это изменяемый упорядоченный тип данных:

- данные в словаре - это пары ключ: значение
- доступ к значениям осуществляется по ключу, а не по номеру, как в списках
- данные в словаре упорядочены по порядку добавления элементов
- так как словари изменямы, то элементы словаря можно менять, добавлять, удалять
- ключ должен быть объектом неизменяемого типа: число, строка, кортеж
- значение может быть данными любого типа

---

**Примечание:** В других языках программирования тип данных подобный словарю может называться ассоциативный массив, хеш или хеш-таблица.

---

Пример словаря:

```
london = {'name': 'London1', 'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco'}
```

Можно записывать и так:

```
london = {
    'id': 1,
    'name': 'London',
    'it_vlan': 320,
    'user_vlan': 1010,
    'mngmt_vlan': 99,
    'to_name': None,
    'to_id': None,
    'port': 'G1/0/11'
}
```

Для того, чтобы получить значение из словаря, надо обратиться по ключу, таким же образом, как это было в списках, только вместо номера будет использоваться ключ:

```
In [1]: london = {'name': 'London1', 'location': 'London Str'}
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [2]: london['name']
Out[2]: 'London1'
```

```
In [3]: london['location']
Out[3]: 'London Str'
```

Аналогичным образом можно добавить новую пару ключ-значение:

```
In [4]: london['vendor'] = 'Cisco'

In [5]: print(london)
{'vendor': 'Cisco', 'name': 'London1', 'location': 'London Str'}
```

В словаре в качестве значения можно использовать словарь:

```
london_co = {
    'r1': {
        'hostname': 'london_r1',
        'location': '21 New Globe Walk',
        'vendor': 'Cisco',
        'model': '4451',
        'ios': '15.4',
        'ip': '10.255.0.1'
    },
    'r2': {
        'hostname': 'london_r2',
        'location': '21 New Globe Walk',
        'vendor': 'Cisco',
        'model': '4451',
        'ios': '15.4',
        'ip': '10.255.0.2'
    },
    'sw1': {
        'hostname': 'london_sw1',
        'location': '21 New Globe Walk',
        'vendor': 'Cisco',
        'model': '3850',
        'ios': '3.6.XE',
        'ip': '10.255.0.101'
    }
}
```

Получить значения из вложенного словаря можно так:

```
In [7]: london_co['r1']['ios']
Out[7]: '15.4'

In [8]: london_co['r1']['model']
Out[8]: '4451'

In [9]: london_co['sw1']['ip']
Out[9]: '10.255.0.101'
```

Функция `sorted` сортирует ключи словаря по возрастанию и возвращает новый список с отсортированными ключами:

```
In [1]: london = {'name': 'London1', 'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco'}

In [2]: sorted(london)
Out[2]: ['location', 'name', 'vendor']
```

## Полезные методы для работы со словарями

### `clear()`

Метод `clear()` позволяет очистить словарь:

```
In [1]: london = {'name': 'London1', 'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco',
   ↪'model': '4451', 'ios': '15.4'}

In [2]: london.clear()

In [3]: london
Out[3]: {}
```

### `copy()`

Метод `copy()` позволяет создать полную копию словаря.

Если указать, что один словарь равен другому:

```
In [4]: london = {'name': 'London1', 'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco'}

In [5]: london2 = london

In [6]: id(london)
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
Out[6]: 25489072

In [7]: id(london2)
Out[7]: 25489072

In [8]: london['vendor'] = 'Juniper'

In [9]: london2['vendor']
Out[9]: 'Juniper'
```

В этом случае london2 это еще одно имя, которое ссылается на словарь. И при изменениях словаря london меняется и словарь london2, так как это ссылки на один и тот же объект.

Поэтому, если нужно сделать копию словаря, надо использовать метод copy():

```
In [10]: london = {'name': 'London1', 'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco'}

In [11]: london2 = london.copy()

In [12]: id(london)
Out[12]: 25524512

In [13]: id(london2)
Out[13]: 25563296

In [14]: london['vendor'] = 'Juniper'

In [15]: london2['vendor']
Out[15]: 'Cisco'
```

## get()

Если при обращении к словарю указывается ключ, которого нет в словаре, возникает ошибка:

```
In [16]: london = {'name': 'London1', 'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco'}

In [17]: london['ios']
-----
KeyError Traceback (most recent call last)
<ipython-input-17-b4fae8480b21> in <module>()
----> 1 london['ios']

KeyError: 'ios'
```

Метод **get()** запрашивает ключ, и если его нет, вместо ошибки возвращает None.

```
In [18]: london = {'name': 'London1', 'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco'}
```

```
In [19]: print(london.get('ios'))
None
```

Метод get() позволяет также указывать другое значение вместо None:

```
In [20]: print(london.get('ios', 'Ooops'))
Ooops
```

### **setdefault()**

Метод **setdefault()** ищет ключ, и если его нет, вместо ошибки создает ключ со значением None.

```
In [21]: london = {'name': 'London1', 'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco'}
```

```
In [22]: ios = london.setdefault('ios')
```

```
In [23]: print(ios)
None
```

```
In [24]: london
Out[24]: {'name': 'London1', 'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco', 'ios': None}
```

Если ключ есть, setdefault возвращает значение, которое ему соответствует:

```
In [25]: london.setdefault('name')
Out[25]: 'London1'
```

Второй аргумент позволяет указать, какое значение должно соответствовать ключу:

```
In [26]: model = london.setdefault('model', 'Cisco3580')
```

```
In [27]: print(model)
Cisco3580
```

```
In [28]: london
Out[28]:
{'name': 'London1',
 'location': 'London Str',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'vendor': 'Cisco',
'ios': None,
'model': 'Cisco3580'}
```

Метод `setdefault` заменяет такую конструкцию:

```
In [30]: if key in london:
...:     value = london[key]
...: else:
...:     london[key] = 'somevalue'
...:     value = london[key]
...:
```

### `keys()`, `values()`, `items()`

Методы `keys()`, `values()`, `items()`:

```
In [24]: london = {'name': 'London1', 'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco'}

In [25]: london.keys()
Out[25]: dict_keys(['name', 'location', 'vendor'])

In [26]: london.values()
Out[26]: dict_values(['London1', 'London Str', 'Cisco'])

In [27]: london.items()
Out[27]: dict_items([('name', 'London1'), ('location', 'London Str'), ('vendor', 'Cisco'))]
```

Все три метода возвращают специальные объекты `view`, которые отображают ключи, значения и пары ключ-значение словаря соответственно.

Очень важная особенность `view` заключается в том, что они меняются вместе с изменением словаря. И фактически они лишь дают способ посмотреть на соответствующие объекты, но не создают их копию.

На примере метода `keys()`:

```
In [28]: london = {'name': 'London1', 'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco'}

In [29]: keys = london.keys()

In [30]: print(keys)
dict_keys(['name', 'location', 'vendor'])
```

Сейчас переменной `keys` соответствует `view dict_keys`, в котором три ключа: `name`, `location` и `vendor`.

Но, если мы добавим в словарь еще одну пару ключ-значение, объект `keys` тоже поменяется:

```
In [31]: london['ip'] = '10.1.1.1'

In [32]: keys
Out[32]: dict_keys(['name', 'location', 'vendor', 'ip'])
```

Если нужно получить обычный список ключей, который не будет меняться с изменениями словаря, достаточно конвертировать `view` в список:

```
In [33]: list_keys = list(london.keys())

In [34]: list_keys
Out[34]: ['name', 'location', 'vendor', 'ip']
```

## del

Удалить ключ и значение:

```
In [35]: london = {'name': 'London1', 'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco'}

In [36]: del london['name']

In [37]: london
Out[37]: {'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco'}
```

## update

Метод `update` позволяет добавлять в словарь содержимое другого словаря:

```
In [38]: r1 = {'name': 'London1', 'location': 'London Str'}

In [39]: r1.update({'vendor': 'Cisco', 'ios':'15.2'})

In [40]: r1
Out[40]: {'name': 'London1', 'location': 'London Str', 'vendor': 'Cisco', 'ios':
          '15.2'}
```

Аналогичным образом можно обновить значения:

```
In [41]: r1.update({'name': 'london-r1', 'ios':'15.4'})  
  
In [42]: r1  
Out[42]:  
{'name': 'london-r1',  
 'location': 'London Str',  
 'vendor': 'Cisco',  
 'ios': '15.4'}
```

## Варианты создания словаря

### Литерал

Словарь можно создать с помощью литерала:

```
In [1]: r1 = {'model': '4451', 'ios': '15.4'}
```

### dict

Конструктор **dict** позволяет создавать словарь несколькими способами.

Если в роли ключей используются строки, можно использовать такой вариант создания словаря:

```
In [2]: r1 = dict(model='4451', ios='15.4')  
  
In [3]: r1  
Out[3]: {'model': '4451', 'ios': '15.4'}
```

Второй вариант создания словаря с помощью dict:

```
In [4]: r1 = dict([('model','4451'), ('ios','15.4')])  
  
In [5]: r1  
Out[5]: {'model': '4451', 'ios': '15.4'}
```

### dict.fromkeys

В ситуации, когда надо создать словарь с известными ключами, но пока что пустыми значениями (или одинаковыми значениями), очень удобен метод **fromkeys()**:

```
In [5]: d_keys = ['hostname', 'location', 'vendor', 'model', 'ios', 'ip']

In [6]: r1 = dict.fromkeys(d_keys)

In [7]: r1
Out[7]:
{'hostname': None,
 'location': None,
 'vendor': None,
 'model': None,
 'ios': None,
 'ip': None}
```

По умолчанию метод `fromkeys` подставляет значение `None`. Но можно указывать и свой вариант значения:

```
In [8]: router_models = ['ISR2811', 'ISR2911', 'ISR2921', 'ASR9002']

In [9]: models_count = dict.fromkeys(router_models, 0)

In [10]: models_count
Out[10]: {'ISR2811': 0, 'ISR2911': 0, 'ISR2921': 0, 'ASR9002': 0}
```

Этот вариант создания словаря подходит не для всех случаев. Например, при использовании изменяемого типа данных в значении, будет создана ссылка на один и тот же объект:

```
In [10]: router_models = ['ISR2811', 'ISR2911', 'ISR2921', 'ASR9002']

In [11]: routers = dict.fromkeys(router_models, [])
    ...

In [12]: routers
Out[12]: {'ISR2811': [], 'ISR2911': [], 'ISR2921': [], 'ASR9002': []}

In [13]: routers['ASR9002'].append('london_r1')

In [14]: routers
Out[14]:
{'ISR2811': ['london_r1'],
 'ISR2911': ['london_r1'],
 'ISR2921': ['london_r1'],
 'ASR9002': ['london_r1']}
```

В данном случае каждый ключ ссылается на один и тот же список. Поэтому, при добавлении значения в один из списков обновляются и остальные.

---

**Примечание:** Для такой задачи лучше подходит генератор словаря. Смотри раздел *List, dict, set comprehensions*

---

## Кортеж (Tuple)

Кортеж в Python это:

- последовательность элементов, которые разделены между собой запятой и заключены в скобки
- неизменяемый упорядоченный тип данных

Грубо говоря, кортеж - это список, который нельзя изменить. То есть, в кортеже есть только права на чтение. Это может быть защитой от случайных изменений.

Создать пустой кортеж:

```
In [1]: tuple1 = tuple()  
  
In [2]: print(tuple1)  
()
```

Кортеж из одного элемента ( обратите внимание на запятую):

```
In [3]: tuple2 = ('password',)
```

Кортеж из списка:

```
In [4]: list_keys = ['hostname', 'location', 'vendor', 'model', 'ios', 'ip']  
  
In [5]: tuple_keys = tuple(list_keys)  
  
In [6]: tuple_keys  
Out[6]: ('hostname', 'location', 'vendor', 'model', 'ios', 'ip')
```

К объектам в кортеже можно обращаться, как и к объектам списка, по порядковому номеру:

```
In [7]: tuple_keys[0]  
Out[7]: 'hostname'
```

Но так как кортеж неизменяем, присвоить новое значение нельзя:

```
In [8]: tuple_keys[1] = 'test'  
-----
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
TypeError                                     Traceback (most recent call last)
<ipython-input-9-1c7162cdefa3> in <module>()
----> 1 tuple_keys[1] = 'test'

TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

Функция sorted сортирует элементы кортежа по возрастанию и возвращает новый список с отсортированными элементами:

```
In [2]: tuple_keys = ('hostname', 'location', 'vendor', 'model', 'ios', 'ip')

In [3]: sorted(tuple_keys)
Out[3]: ['hostname', 'ios', 'ip', 'location', 'model', 'vendor']
```

## Множество (Set)

Множество - это изменяемый неупорядоченный тип данных. В множестве всегда содержатся только уникальные элементы.

Множество в Python - это последовательность элементов, которые разделены между собой запятой и заключены в фигурные скобки.

С помощью множества можно легко убрать повторяющиеся элементы:

```
In [1]: vlans = [10, 20, 30, 40, 100, 10]

In [2]: set(vlans)
Out[2]: {10, 20, 30, 40, 100}

In [3]: set1 = set(vlans)

In [4]: print(set1)
{40, 100, 10, 20, 30}
```

## Полезные методы для работы с множествами

### `add()`

Метод add() добавляет элемент во множество:

```
In [1]: set1 = {10, 20, 30, 40}
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [2]: set1.add(50)

In [3]: set1
Out[3]: {10, 20, 30, 40, 50}
```

### discard()

Метод `discard()` позволяет удалять элементы, не выдавая ошибку, если элемента в множестве нет:

```
In [3]: set1
Out[3]: {10, 20, 30, 40, 50}

In [4]: set1.discard(55)

In [5]: set1
Out[5]: {10, 20, 30, 40, 50}

In [6]: set1.discard(50)

In [7]: set1
Out[7]: {10, 20, 30, 40}
```

### clear()

Метод `clear()` очищает множество:

```
In [8]: set1 = {10, 20, 30, 40}

In [9]: set1.clear()

In [10]: set1
Out[10]: set()
```

## Операции с множествами

Множества полезны тем, что с ними можно делать различные операции и находить объединение множеств, пересечение и так далее.

Объединение множеств можно получить с помощью метода `union()` или оператора `|`:

```
In [1]: vlans1 = {10,20,30,50,100}
In [2]: vlans2 = {100,101,102,102,200}

In [3]: vlans1.union(vlans2)
Out[3]: {10, 20, 30, 50, 100, 101, 102, 200}

In [4]: vlans1 | vlans2
Out[4]: {10, 20, 30, 50, 100, 101, 102, 200}
```

Пересечение множеств можно получить с помощью метода `intersection()` или оператора &:

```
In [5]: vlans1 = {10,20,30,50,100}
In [6]: vlans2 = {100,101,102,102,200}

In [7]: vlans1.intersection(vlans2)
Out[7]: {100}

In [8]: vlans1 & vlans2
Out[8]: {100}
```

## Варианты создания множества

Нельзя создать пустое множество с помощью литерала (так как в таком случае это будет не множество, а словарь):

```
In [1]: set1 = {}

In [2]: type(set1)
Out[2]: dict
```

Но пустое множество можно создать таким образом:

```
In [3]: set2 = set()

In [4]: type(set2)
Out[4]: set
```

Множество из строки:

```
In [5]: set('long long long long string')
Out[5]: {' ', 'g', 'i', 'l', 'n', 'o', 'r', 's', 't'}
```

Множество из списка:

```
In [6]: set([10,20,30,10,10,30])
Out[6]: {10, 20, 30}
```

## Булевые значения

Булевые значения в Python это две константы `True` и `False`.

В Python истинными и ложными значениями считаются не только `True` и `False`.

- истинное значение:
  - любое ненулевое число
  - любая непустая строка
  - любой непустой объект
- ложное значение:
  - 0
  - `None`
  - пустая строка
  - пустой объект

Остальные истинные и ложные значения, как правило, логически следуют из условия.

Для проверки булевого значения объекта, можно воспользоваться `bool`:

```
In [2]: items = [1, 2, 3]

In [3]: empty_list = []

In [4]: bool(empty_list)
Out[4]: False

In [5]: bool(items)
Out[5]: True

In [6]: bool(0)
Out[6]: False

In [7]: bool(1)
Out[7]: True
```

## Преобразование типов

В Python есть несколько полезных встроенных функций, которые позволяют преобразовать данные из одного типа в другой.

### int()

int() преобразует строку в int:

```
In [1]: int("10")
Out[1]: 10
```

С помощью функции int можно преобразовать и число в двоичной записи в десятичную (двоичная запись должна быть в виде строки)

```
In [2]: int("11111111", 2)
Out[2]: 255
```

### bin()

Преобразовать десятичное число в двоичный формат можно с помощью bin():

```
In [3]: bin(10)
Out[3]: '0b1010'
```

```
In [4]: bin(255)
Out[4]: '0b11111111'
```

### hex()

Аналогичная функция есть и для преобразования в шестнадцатеричный формат:

```
In [5]: hex(10)
Out[5]: '0xa'
```

```
In [6]: hex(255)
Out[6]: '0xff'
```

### list()

Функция list() преобразует аргумент в список:

```
In [7]: list("string")
Out[7]: ['s', 't', 'r', 'i', 'n', 'g']

In [8]: list({1,2,3})
Out[8]: [1, 2, 3]

In [9]: list((1,2,3,4))
Out[9]: [1, 2, 3, 4]
```

### set()

Функция `set()` преобразует аргумент в множество:

```
In [10]: set([1,2,3,3,4,4,4,4])
Out[10]: {1, 2, 3, 4}

In [11]: set((1,2,3,3,4,4,4,4))
Out[11]: {1, 2, 3, 4}

In [12]: set("string string")
Out[12]: {' ', 'g', 'i', 'n', 'r', 's', 't'}
```

Эта функция очень полезна, когда нужно получить уникальные элементы в последовательности.

### tuple()

Функция `tuple()` преобразует аргумент в кортеж:

```
In [13]: tuple([1,2,3,4])
Out[13]: (1, 2, 3, 4)

In [14]: tuple({1,2,3,4})
Out[14]: (1, 2, 3, 4)

In [15]: tuple("string")
Out[15]: ('s', 't', 'r', 'i', 'n', 'g')
```

Это может пригодиться в том случае, если нужно получить неизменяемый объект.

## str()

Функция str() преобразует аргумент в строку:

```
In [16]: str(10)
Out[16]: '10'
```

## Проверка типов

При преобразовании типов данных могут возникнуть ошибки такого рода:

```
In [1]: int('a')
-----
ValueError          Traceback (most recent call last)
<ipython-input-42-b3c3f4515dd4> in <module>()
----> 1 int('a')

ValueError: invalid literal for int() with base 10: 'a'
```

Ошибка абсолютно логичная. Мы пытаемся преобразовать в десятичный формат строку „a“.

И если тут пример выглядит, возможно, глупым, тем не менее, когда нужно, например, пройтись по списку строк и преобразовать в числа те из них, которые содержат числа, можно получить такую ошибку.

Чтобы избежать её, было бы хорошо иметь возможность проверить, с чем мы работаем.

## isdigit()

В Python такие методы есть. Например, чтобы проверить, состоит ли строка из одних цифр, можно использовать метод isdigit():

```
In [2]: "a".isdigit()
Out[2]: False

In [3]: "a10".isdigit()
Out[3]: False

In [4]: "10".isdigit()
Out[4]: True
```

### isalpha()

Метод `isalpha()` позволяет проверить, состоит ли строка из одних букв:

```
In [7]: "a".isalpha()
Out[7]: True

In [8]: "a100".isalpha()
Out[8]: False

In [9]: "a-- ".isalpha()
Out[9]: False

In [10]: "a ".isalpha()
Out[10]: False
```

### isalnum()

Метод `isalnum()` позволяет проверить, состоит ли строка из букв или цифр:

```
In [11]: "a".isalnum()
Out[11]: True

In [12]: "a10".isalnum()
Out[12]: True
```

### type()

Иногда, в зависимости от результата, библиотека или функция может выводить разные типы объектов. Например, если объект один, возвращается строка, если несколько, то возвращается кортеж.

Нам же надо построить ход программы по-разному, в зависимости от того, была ли возвращена строка или кортеж.

В этом может помочь функция `type()`:

```
In [13]: type("string")
Out[13]: str

In [14]: type("string") is str
Out[14]: True
```

Аналогично с кортежем (и другими типами данных):

```
In [15]: type((1,2,3))
Out[15]: tuple

In [16]: type((1,2,3)) is tuple
Out[16]: True

In [17]: type((1,2,3)) is list
Out[17]: False
```

## Дополнительные материалы

Документация:

- [Strings. String Methods](#)
- [Lists basics. More on lists](#)
- [Tuples. More on tuples](#)
- [Sets basics. More on sets](#)
- [Dict basics. More on dicts](#)
- [Common Sequence Operations](#)

Форматирование строк:

- Примеры использования форматирования строк
- [Документация по форматированию строк](#)
- [Python 3's f-Strings: An Improved String Formatting Syntax \(Guide\)](#)
- [Python String Formatting Best Practices](#)

## Задания

Все задания и вспомогательные файлы можно скачать в [репозитории](#). Если в заданиях раздела есть задания с буквами (например, 5.2a), то лучше выполнить сначала задания без букв, а затем с буквами. Задания с буквами, как правило, немного сложнее заданий без букв и развиваются или усложняют идею в соответствующем задании без буквы.

---

**Примечание:** Например, в разделе есть задания 5.1, 5.2, 5.2a, 5.2b, 5.3, 5.3a. Сначала лучше выполнить задания 5.1, 5.2, 5.3, а затем 5.2a, 5.2b, 5.3a

---

Если задания с буквами получается сделать сразу, лучше делать их по порядку.

### Задание 4.1

Обработать строку nat таким образом, чтобы в имени интерфейса вместо FastEthernet было GigabitEthernet.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
NAT = "ip nat inside source list ACL interface GigabitEthernet0/1 overload"
```

### Задание 4.2

Преобразовать строку mac из формата XXXX:XXXX:XXXX в формат XXXX.XXXX.XXXX XXXX.XXXX.XXXX

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
mac = 'AAAA:BBBB:CCCC'
```

### Задание 4.3

Получить из строки config список VLANов вида: ['1', '3', '10', '20', '30', '100']

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
config = 'switchport trunk allowed vlan 1,3,10,20,30,100'
```

### Задание 4.4

Список vlans это список VLANов, собранных со всех устройств сети, поэтому в списке есть повторяющиеся номера VLAN.

Из списка нужно получить уникальный список VLANов, отсортированный по возрастанию номеров.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
vlans = [10, 20, 30, 1, 2, 100, 10, 30, 3, 4, 10]
```

### Задание 4.5

Из строк command1 и command2 получить список VLANов, которые есть и в команде command1 и в команде command2.

Результатом должен быть список: ['1', '3', '8']

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
command1 = 'switchport trunk allowed vlan 1,2,3,5,8'
command2 = 'switchport trunk allowed vlan 1,3,8,9'
```

### Задание 4.6

Обработать строку ospf\_route и вывести информацию на стандартный поток вывода в виде:

Protocol:	OSPF
Prefix:	10.0.24.0/24
AD/Metric:	110/41
Next-Hop:	10.0.13.3
Last update:	3d18h
Outbound Interface:	FastEthernet0/0

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
ospf_route = 'O      10.0.24.0/24 [110/41] via 10.0.13.3, 3d18h, FastEthernet0/0
← '
```

### Задание 4.7

Преобразовать MAC-адрес mac в двоичную строку такого вида:  
101010101010101011101110111100110011001100

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
mac = 'AAAA:BBBB:CCCC'
```

### Задание 4.8

Преобразовать IP-адрес в двоичный формат и вывести на стандартный поток вывода вывод столбцами, таким образом:

- первой строкой должны идти десятичные значения байтов
- второй строкой двоичные значения

Вывод должен быть упорядочен также, как в примере:

- столбцами
- ширина столбца 10 символов

Пример вывода для адреса 10.1.1.1:

10	1	1	1
00001010	00000001	00000001	00000001

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

ip = '192.168.3.1'
--------------------

## 5. Создание базовых скриптов

Если говорить в целом, то скрипт - это обычный файл. В этом файле хранится последовательность команд, которые необходимо выполнить.

Начнем с базового скрипта. Выведем на стандартный поток вывода несколько строк.

Для этого надо создать файл access\_template.py с таким содержимым:

```
access_template = ['switchport mode access',
                   'switchport access vlan {}',
                   'switchport nonegotiate',
                   'spanning-tree portfast',
                   'spanning-tree bpduguard enable']

print('\n'.join(access_template).format(5))
```

Сначала элементы списка объединяются в строку, которая разделена символом \n, а в строку подставляется номер VLAN, используя форматирование строк.

После этого надо сохранить файл и перейти в командную строку.

Так выглядит выполнение скрипта:

```
$ python access_template.py
switchport mode access
switchport access vlan 5
switchport nonegotiate
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
```

Ставить расширение .py у файла не обязательно.

Но, если вы используете Windows, то это желательно делать, так как Windows использует расширение файла для определения того, как обрабатывать файл.

В курсе все скрипты, которые будут создаваться, используют расширение .py. Можно сказать, что это «хороший тон» - создавать скрипты Python с таким расширением.

## Исполняемый файл

Для того, чтобы файл был исполняемым, и не нужно было каждый раз писать python перед вызовом файла, нужно:

- сделать файл исполняемым (для Linux)

- в первой строке файла должна находиться строка `#!/usr/bin/env python` или `#!/usr/bin/env python3`, в зависимости от того, какая версия Python используется по умолчанию

Пример файла `access_template_exec.py`:

```
#!/usr/bin/env python3

access_template = ['switchport mode access',
                   'switchport access vlan {}',
                   'switchport nonegotiate',
                   'spanning-tree portfast',
                   'spanning-tree bpduguard enable']

print('\n'.join(access_template).format(5))
```

После этого:

```
chmod +x access_template_exec.py
```

Теперь можно вызывать файл таким образом:

```
$ ./access_template_exec.py
```

## Передача аргументов скрипту (argv)

Очень часто скрипт решает какую-то общую задачу. Например, скрипт обрабатывает какой-то файл конфигурации. Конечно, в таком случае не хочется каждый раз руками в скрипте править название файла.

Гораздо лучше будет передавать имя файла как аргумент скрипта и затем использовать уже указанный файл.

Модуль `sys` позволяет работать с аргументами скрипта с помощью `argv`.

Пример `access_template_argv.py`:

```
from sys import argv

interface = argv[1]
vlan = argv[2]

access_template = ['switchport mode access',
                   'switchport access vlan {}',
                   'switchport nonegotiate',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'spanning-tree portfast',
'spanning-tree bpduguard enable']

print('interface {}'.format(interface))
print('\n'.join(access_template).format(vlan))
```

Проверка работы скрипта:

```
$ python access_template_argv.py Gi0/7 4
interface Gi0/7
switchport mode access
switchport access vlan 4
switchport nonegotiate
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
```

Аргументы, которые были переданы скрипту, подставляются как значения в шаблон.

Тут надо пояснить несколько моментов:

- argv - это список
- все аргументы находятся в списке в виде строк
- argv содержит не только аргументы, которые передали скрипту, но и название самого скрипта

В данном случае в списке argv находятся такие элементы:

```
['access_template_argv.py', 'Gi0/7', '4']
```

Сначала идет имя самого скрипта, затем аргументы, в том же порядке.

## Ввод информации пользователем

Иногда необходимо получить информацию от пользователя, например, запросить пароль.

Для получения информации от пользователя используется функция `input()`:

```
In [1]: print(input('Твой любимый протокол маршрутизации? '))
Твой любимый протокол маршрутизации? OSPF
OSPF
```

В данном случае информация тут же выводится пользователю, но кроме этого, информация, которую ввел пользователь, может быть сохранена в какую-то переменную и может использоваться далее в скрипте.

```
In [2]: protocol = input('Твой любимый протокол маршрутизации? ')
Твой любимый протокол маршрутизации? OSPF
```

```
In [3]: print(protocol)
OSPF
```

В скобках обычно пишется какой-то вопрос, который уточняет, какую информацию нужно ввести.

Запрос информации из скрипта (файл access\_template\_input.py):

```
interface = input('Enter interface type and number: ')
vlan = input('Enter VLAN number: ')

access_template = ['switchport mode access',
                   'switchport access vlan {}',
                   'switchport nonegotiate',
                   'spanning-tree portfast',
                   'spanning-tree bpduguard enable']

print('\n' + '-' * 30)
print('interface {}'.format(interface))
print('\n'.join(access_template).format(vlan))
```

В первых двух строках запрашивается информация у пользователя.

Строка `print('\n' + '-' * 30)` используется для того, чтобы визуально отделить запрос информации от вывода.

Выполнение скрипта:

```
$ python access_template_input.py
Enter interface type and number: Gi0/3
Enter VLAN number: 55

-----
interface Gi0/3
switchport mode access
switchport access vlan 55
switchport nonegotiate
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
```

## Задания

Все задания и вспомогательные файлы можно скачать в [репозитории](#). Если в заданиях раздела есть задания с буквами (например, 5.2a), то лучше выполнить сначала задания без букв, а затем с буквами. Задания с буквами, как правило, немного сложнее заданий без букв и развивают или усложняют идею в соответствующем задании без буквы.

**Примечание:** Например, в разделе есть задания 5.1, 5.2, 5.2a, 5.2b, 5.3, 5.3a. Сначала лучше выполнить задания 5.1, 5.2, 5.3, а затем 5.2a, 5.2b, 5.3a

Если задания с буквами получается сделать сразу, лучше делать их по порядку.

### Задание 5.1

В задании создан словарь, с информацией о разных устройствах.

Необходимо запросить у пользователя ввод имени устройства (r1, r2 или sw1). И вывести информацию о соответствующем устройстве на стандартный поток вывода (информация будет в виде словаря).

Пример выполнения скрипта:

```
$ python task_5_1.py
Введите имя устройства: r1
{'location': '21 New Globe Walk', 'vendor': 'Cisco', 'model': '4451', 'ios': '15.4
 ↵', 'ip': '10.255.0.1'}
```

Ограничение: нельзя изменять словарь london\_co.

Все задания надо выполнять используя только пройденные темы. То есть эту задачу можно решить без использования условия if.

```
london_co = {
    'r1': {
        'location': '21 New Globe Walk',
        'vendor': 'Cisco',
        'model': '4451',
        'ios': '15.4',
        'ip': '10.255.0.1'
    },
    'r2': {
        'location': '21 New Globe Walk',
        'vendor': 'Cisco',
        'model': '4451',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

'ios': '15.4',
'ip': '10.255.0.2'
},
'sw1': {
    'location': '21 New Globe Walk',
    'vendor': 'Cisco',
    'model': '3850',
    'ios': '3.6.XE',
    'ip': '10.255.0.101',
    'vlans': '10,20,30',
    'routing': True
}
}

```

### Задание 5.1а

Переделать скрипт из задания 5.1 таким образом, чтобы, кроме имени устройства, запрашивался также параметр устройства, который нужно отобразить.

Вывести информацию о соответствующем параметре, указанного устройства.

Пример выполнения скрипта:

```
$ python task_5_1a.py
Введите имя устройства: r1
Введите имя параметра: ios
15.4
```

Ограничение: нельзя изменять словарь london\_co.

Все задания надо выполнять используя только пройденные темы. То есть эту задачу можно решить без использования условия if.

```

london_co = {
    'r1': {
        'location': '21 New Globe Walk',
        'vendor': 'Cisco',
        'model': '4451',
        'ios': '15.4',
        'ip': '10.255.0.1'
    },
    'r2': {
        'location': '21 New Globe Walk',
        'vendor': 'Cisco',

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

'model': '4451',
'ios': '15.4',
'ip': '10.255.0.2'
},
'swl': {
    'location': '21 New Globe Walk',
    'vendor': 'Cisco',
    'model': '3850',
    'ios': '3.6.XE',
    'ip': '10.255.0.101',
    'vlans': '10,20,30',
    'routing': True
}
}
}

```

### Задание 5.1b

Переделать скрипт из задания 5.1а таким образом, чтобы, при запросе параметра, отображался список возможных параметров. Список параметров надо получить из словаря, а не прописывать вручную.

Вывести информацию о соответствующем параметре, указанного устройства.

Пример выполнения скрипта:

```
$ python task_5_1b.py
Введите имя устройства: r1
Введите имя параметра (ios, model, vendor, location, ip): ip
10.255.0.1
```

Ограничение: нельзя изменять словарь london\_co.

Все задания надо выполнять используя только пройденные темы. То есть эту задачу можно решить без использования условия if.

```

london_co = {
    'r1': {
        'location': '21 New Globe Walk',
        'vendor': 'Cisco',
        'model': '4451',
        'ios': '15.4',
        'ip': '10.255.0.1'
    },
    'r2': {
}
}
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'location': '21 New Globe Walk',
'vendor': 'Cisco',
'model': '4451',
'ios': '15.4',
'ip': '10.255.0.2'
},
'swl': {
    'location': '21 New Globe Walk',
    'vendor': 'Cisco',
    'model': '3850',
    'ios': '3.6.XE',
    'ip': '10.255.0.101',
    'vlans': '10,20,30',
    'routing': True
}
}
```

### Задание 5.1с

Переделать скрипт из задания 5.1b таким образом, чтобы, при запросе параметра, которого нет в словаре устройства, отображалось сообщение „Такого параметра нет“.

---

**Примечание:** Попробуйте набрать неправильное имя параметра или несуществующий параметр, чтобы увидеть какой будет результат. А затем выполняйте задание.

---

Если выбран существующий параметр, вывести информацию о соответствующем параметре, указанного устройства.

Пример выполнения скрипта:

```
$ python task_5_1c.py
Введите имя устройства: r1
Введите имя параметра (ios, model, vendor, location, ip): ips
Такого параметра нет
```

Ограничение: нельзя изменять словарь london\_co.

Все задания надо выполнять используя только пройденные темы. То есть эту задачу можно решить без использования условия if.

```
london_co = {
    'r1': {
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

'location': '21 New Globe Walk',
'vendor': 'Cisco',
'model': '4451',
'ios': '15.4',
'ip': '10.255.0.1'
},
'r2': {
    'location': '21 New Globe Walk',
    'vendor': 'Cisco',
    'model': '4451',
    'ios': '15.4',
    'ip': '10.255.0.2'
},
'swl': {
    'location': '21 New Globe Walk',
    'vendor': 'Cisco',
    'model': '3850',
    'ios': '3.6.XE',
    'ip': '10.255.0.101',
    'vlans': '10,20,30',
    'routing': True
}
}
}

```

### Задание 5.1d

Переделать скрипт из задания 5.1с таким образом, чтобы, при запросе параметра, пользователь мог вводить название параметра в любом регистре.

Пример выполнения скрипта:

```

$ python task_5_1d.py
Введите имя устройства: r1
Введите имя параметра (ios, model, vendor, location, ip): IOS
15.4

```

Ограничение: нельзя изменять словарь london\_co.

Все задания надо выполнять используя только пройденные темы. То есть эту задачу можно решить без использования условия if.

```

london_co = {
    'r1': {

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'location': '21 New Globe Walk',
'vendor': 'Cisco',
'model': '4451',
'ios': '15.4',
'ip': '10.255.0.1'
},
'r2': {
    'location': '21 New Globe Walk',
    'vendor': 'Cisco',
    'model': '4451',
    'ios': '15.4',
    'ip': '10.255.0.2'
},
'swl': {
    'location': '21 New Globe Walk',
    'vendor': 'Cisco',
    'model': '3850',
    'ios': '3.6.XE',
    'ip': '10.255.0.101',
    'vlans': '10,20,30',
    'routing': True
}
}
```

## Задание 5.2

Запросить у пользователя ввод IP-сети в формате: 10.1.1.0/24

Затем вывести информацию о сети и маске в таком формате:

```
Network:
10      1      1      0
00001010  00000001  00000001  00000000

Mask:
/24
255      255      255      0
11111111  11111111  11111111  00000000
```

Проверить работу скрипта на разных комбинациях сеть/маска.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 5.2а

Всё, как в задании 5.2, но, если пользователь ввел адрес хоста, а не адрес сети, надо преобразовать адрес хоста в адрес сети и вывести адрес сети и маску, как в задании 5.2.

Пример адреса сети (все биты хостовой части равны нулю):

- 10.0.1.0/24
- 190.1.0.0/16

Пример адреса хоста:

- 10.0.1.1/24 - хост из сети 10.0.1.0/24
- 10.0.5.1/30 - хост из сети 10.0.5.0/30

Если пользователь ввел адрес 10.0.1.1/24, вывод должен быть таким:

```
Network:
10      0      1      0
00001010  00000000  00000001  00000000

Mask:
/24
255      255      255      0
11111111  11111111  11111111  00000000
```

Проверить работу скрипта на разных комбинациях сеть/маска.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 5.2б

Преобразовать скрипт из задания 5.2а таким образом, чтобы сеть/маска не запрашивались у пользователя, а передавались как аргумент скрипту.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 5.3

Скрипт должен запрашивать у пользователя:

- информацию о режиме интерфейса (access/trunk)
- номере интерфейса (тип и номер, вида Gi0/3)
- номер VLANа (для режима trunk будет вводиться список VLANов)

В зависимости от выбранного режима, на стандартный поток вывода, должна возвращаться соответствующая конфигурация access или trunk (шаблоны команд находятся в списках access\_template и trunk\_template).

При этом, сначала должна идти строка interface и подставлен номер интерфейса, а затем соответствующий шаблон, в который подставлен номер VLANа (или список VLANов).

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы. То есть эту задачу можно решить без использования условия if и циклов for/while.

Ниже примеры выполнения скрипта, чтобы было проще понять задачу.

Пример выполнения скрипта, при выборе режима access:

```
$ python task_5_3.py
Введите режим работы интерфейса (access/trunk): access
Введите тип и номер интерфейса: Fa0/6
Введите номер влан(ов): 3

interface Fa0/6
switchport mode access
switchport access vlan 3
switchport nonegotiate
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
```

Пример выполнения скрипта, при выборе режима trunk:

```
$ python task_5_3.py
Введите режим работы интерфейса (access/trunk): trunk
Введите тип и номер интерфейса: Fa0/7
Введите номер влан(ов): 2,3,4,5

interface Fa0/7
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
switchport trunk allowed vlan 2,3,4,5
```

```
access_template = [
    'switchport mode access', 'switchport access vlan {}',
    'switchport nonegotiate', 'spanning-tree portfast',
    'spanning-tree bpduguard enable'
]

trunk_template = [
    'switchport trunk encapsulation dot1q', 'switchport mode trunk',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'switchport trunk allowed vlan {}'  
]
```

### Задание 5.3а

Дополнить скрипт из задания 5.3 таким образом, чтобы, в зависимости от выбранного режима, задавались разные вопросы в запросе о номере VLANа или списка VLANов:

- для access: „Введите номер VLAN:“
- для trunk: „Введите разрешенные VLANы:“

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы. То есть эту задачу можно решить без использования условия if и циклов for/while.

```
access_template = [  
    'switchport mode access', 'switchport access vlan {}',  
    'switchport nonegotiate', 'spanning-tree portfast',  
    'spanning-tree bpduguard enable'  
]  
  
trunk_template = [  
    'switchport trunk encapsulation dot1q', 'switchport mode trunk',  
    'switchport trunk allowed vlan {}'  
]
```

## 6. Контроль хода программы

До сих пор, весь код выполнялся последовательно - все строки скрипта выполнялись в том порядке, в котором они записаны в файле. В этом разделе рассматриваются возможности Python в управлении ходом программы:

- ответвления в ходе программы с помощью конструкции `if/elif/else`
- повторение действий в цикле с помощью конструкций `for` и `while`
- обработка ошибок с помощью конструкции `try/except`

### **if/elif/else**

Конструкция `if/elif/else` позволяет делать ответвления в ходе программы. Программа уходит в ветку при выполнении определенного условия.

В этой конструкции только `if` является обязательным, `elif` и `else` опциональны:

- Проверка `if` всегда идет первой.
- После оператора `if` должно быть какое-то условие: если это условие выполняется (возвращает `True`), то действия в блоке `if` выполняются.
- С помощью `elif` можно сделать несколько разветвлений, то есть, проверять входящие данные на разные условия.
- Блок `elif` это тот же `if`, но только следующая проверка. Грубо говоря, это «а если ...»
- Блоков `elif` может быть много.
- Блок `else` выполняется в том случае, если ни одно из условий `if` или `elif` не было истинным.

Пример конструкции:

```
In [1]: a = 9

In [2]: if a == 10:
...:     print('a равно 10')
...: elif a < 10:
...:     print('a меньше 10')
...: else:
...:     print('a больше 10')
...
a меньше 10
```

## Условия

Конструкция if построена на условиях: после if и elif всегда пишется условие. Блоки if/elif выполняются только когда условие возвращает True, поэтому первое с чем надо разобраться - это что является истинным, а что ложным в Python.

### True и False

В Python, кроме очевидных значений True и False, всем остальным объектам также соответствует ложное или истинное значение:

- истинное значение:
  - любое ненулевое число
  - любая непустая строка
  - любой непустой объект
- ложное значение:
  - 0
  - None
  - пустая строка
  - пустой объект

Например, так как пустой список это ложное значение, проверить, пустой ли список, можно таким образом:

```
In [12]: list_to_test = [1, 2, 3]

In [13]: if list_to_test:
....:     print("В списке есть объекты")
....:

В списке есть объекты
```

Тот же результат можно было бы получить несколько иначе:

```
In [14]: if len(list_to_test) != 0:
....:     print("В списке есть объекты")
....:

В списке есть объекты
```

## Операторы сравнения

**Операторы сравнения**, которые могут использоваться в условиях:

```
In [3]: 5 > 6
```

```
Out[3]: False
```

```
In [4]: 5 > 2
```

```
Out[4]: True
```

```
In [5]: 5 < 2
```

```
Out[5]: False
```

```
In [6]: 5 == 2
```

```
Out[6]: False
```

```
In [7]: 5 == 5
```

```
Out[7]: True
```

```
In [8]: 5 >= 5
```

```
Out[8]: True
```

```
In [9]: 5 <= 10
```

```
Out[9]: True
```

```
In [10]: 8 != 10
```

```
Out[10]: True
```

---

**Примечание:** Обратите внимание, что равенство проверяется двойным ==.

---

Пример использования операторов сравнения:

```
In [1]: a = 9
```

```
In [2]: if a == 10:  
...:     print('a равно 10')  
...: elif a < 10:  
...:     print('a меньше 10')  
...: else:  
...:     print('a больше 10')  
...:  
a меньше 10
```

## Оператор `in`

Оператор `in` позволяет выполнять проверку на наличие элемента в последовательности (например, элемента в списке или подстроки в строке):

```
In [8]: 'Fast' in 'FastEthernet'
Out[8]: True

In [9]: 'Gigabit' in 'FastEthernet'
Out[9]: False

In [10]: vlan = [10, 20, 30, 40]

In [11]: 10 in vlan
Out[11]: True

In [12]: 50 in vlan
Out[12]: False
```

При использовании со словарями условие `in` выполняет проверку по ключам словаря:

```
In [15]: r1 = {
....:     'IOS': '15.4',
....:     'IP': '10.255.0.1',
....:     'hostname': 'london_r1',
....:     'location': '21 New Globe Walk',
....:     'model': '4451',
....:     'vendor': 'Cisco'}

In [16]: 'IOS' in r1
Out[16]: True

In [17]: '4451' in r1
Out[17]: False
```

## Операторы `and`, `or`, `not`

В условиях могут также использоваться **логические операторы** `and`, `or`, `not`:

```
In [15]: r1 = {
....:     'IOS': '15.4',
....:     'IP': '10.255.0.1',
....:     'hostname': 'london_r1',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
....: 'location': '21 New Globe Walk',
....: 'model': '4451',
....: 'vendor': 'Cisco'}
```

```
In [18]: vlan = [10, 20, 30, 40]
```

```
In [19]: 'IOS' in r1 and 10 in vlan
Out[19]: True
```

```
In [20]: '4451' in r1 and 10 in vlan
Out[20]: False
```

```
In [21]: '4451' in r1 or 10 in vlan
Out[21]: True
```

```
In [22]: not '4451' in r1
Out[22]: True
```

```
In [23]: '4451' not in r1
Out[23]: True
```

## Оператор and

В Python оператор `and` возвращает не булево значение, а значение одного из operandов.

Если оба операнда являются истиной, результатом выражения будет последнее значение:

```
In [24]: 'string1' and 'string2'
Out[24]: 'string2'
```

```
In [25]: 'string1' and 'string2' and 'string3'
Out[25]: 'string3'
```

Если один из операторов является ложью, результатом выражения будет первое ложное значение:

```
In [26]: '' and 'string1'
Out[26]: ''
```

```
In [27]: '' and [] and 'string1'
Out[27]: ''
```

## Оператор or

Оператор `or`, как и оператор `and`, возвращает значение одного из operandов.

При оценке operandов возвращается первый истинный operand:

```
In [28]: '' or 'string1'
Out[28]: 'string1'

In [29]: '' or [] or 'string1'
Out[29]: 'string1'

In [30]: 'string1' or 'string2'
Out[30]: 'string1'
```

Если все значения являются ложными, возвращается последнее значение:

```
In [31]: '' or [] or {}
Out[31]: {}
```

Важная особенность работы оператора `or` - operandы, которые находятся после истинного, не вычисляются:

```
In [33]: '' or sorted([44,1,67])
Out[33]: [1, 44, 67]

In [34]: '' or 'string1' or sorted([44,1,67])
Out[34]: 'string1'
```

## Пример использования конструкции if/elif/else

Пример скрипта `check_password.py`, который проверяет длину пароля и есть ли в пароле имя пользователя:

```
# -*- coding: utf-8 -*-

username = input('Введите имя пользователя: ')
password = input('Введите пароль: ')

if len(password) < 8:
    print('Пароль слишком короткий')
elif username in password:
    print('Пароль содержит имя пользователя')
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
else:  
    print('Пароль для пользователя {} установлен'.format(username))
```

Проверка скрипта:

```
$ python check_password.py  
Введите имя пользователя: nata  
Введите пароль: nata1234  
Пароль содержит имя пользователя  
  
$ python check_password.py  
Введите имя пользователя: nata  
Введите пароль: 123nata123  
Пароль содержит имя пользователя  
  
$ python check_password.py  
Введите имя пользователя: nata  
Введите пароль: 1234  
Пароль слишком короткий  
  
$ python check_password.py  
Введите имя пользователя: nata  
Введите пароль: 123456789  
Пароль для пользователя nata установлен
```

## Тернарное выражение (Ternary expression)

Иногда удобнее использовать тернарный оператор, нежели развернутую форму:

```
s = [1, 2, 3, 4]  
result = True if len(s) > 5 else False
```

Этим лучше не злоупотреблять, но в простых выражениях такая запись может быть полезной.

## for

Очень часто одно и то же действие надо выполнить для набора однотипных данных. Например, преобразовать все строки в списке в верхний регистр. Для выполнения таких действий в Python используется цикл `for`.

Цикл `for` перебирает по одному элементу указанной последовательности и выполняет действия, которые указаны в блоке `for`, для каждого элемента.

Примеры последовательностей элементов, по которым может проходиться цикл for:

- строка
- список
- словарь
- [Функция range](#)
- любой [Итерируемый объект](#)

Пример преобразования строк в списке в верхний регистр без цикла for:

```
In [1]: words = ['list', 'dict', 'tuple']

In [2]: upper_words = []

In [3]: words[0]
Out[3]: 'list'

In [4]: words[0].upper() # преобразование слова в верхний регистр
Out[4]: 'LIST'

In [5]: upper_words.append(words[0].upper()) # преобразование и добавление в
      ↪новый список

In [6]: upper_words
Out[6]: ['LIST']

In [7]: upper_words.append(words[1].upper())

In [8]: upper_words.append(words[2].upper())

In [9]: upper_words
Out[9]: ['LIST', 'DICT', 'TUPLE']
```

У данного решения есть несколько нюансов:

- одно и то же действие надо повторять несколько раз
- код привязан к определенному количеству элементов в списке words

Те же действия с циклом for:

```
In [10]: words = ['list', 'dict', 'tuple']

In [11]: upper_words = []
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [12]: for word in words:  
...:     upper_words.append(word.upper())  
...:  
  
In [13]: upper_words  
Out[13]: ['LIST', 'DICT', 'TUPLE']
```

Выражение `for word in words: upper_words.append(word.upper())` означает «для каждого слова в списке `words` выполнить действия в блоке `for`». При этом `word` это имя переменной, которое каждую итерацию цикла ссылается на разные значения.

---

**Примечание:** Проект [pythontutor](#) может очень помочь в понимании циклов. Там есть специальная визуализация кода, которая позволяет увидеть, что происходит на каждом этапе выполнения кода, что особенно полезно на первых порах с циклами. На [сайте pythontutor](#) можно загружать свой код, но для примера, по этой ссылке можно посмотреть [пример выше](#).

---

Цикл `for` может работать с любой последовательностью элементов. Например, выше использовался список и цикл перебирал элементы списка. Аналогичным образом `for` работает с кортежами.

При работе со строками, цикл `for` перебирает символы строки, например:

```
In [1]: for letter in 'Test string':  
...:     print(letter)  
...:  
T  
e  
s  
t  
  
s  
t  
r  
i  
n  
g
```

---

**Примечание:** В цикле используется переменная с именем `letter`. Хотя имя может быть любое, удобно, когда имя подсказывает, через какие объекты проходит цикл.

---

Иногда в цикле необходимо использовать последовательность чисел. В этом случае, лучше всего использовать функцию [Функция range](#)

Пример цикла for с функцией range():

```
In [2]: for i in range(10):
    ...:     print('interface FastEthernet0/{}'.format(i))
    ...:
interface FastEthernet0/0
interface FastEthernet0/1
interface FastEthernet0/2
interface FastEthernet0/3
interface FastEthernet0/4
interface FastEthernet0/5
interface FastEthernet0/6
interface FastEthernet0/7
interface FastEthernet0/8
interface FastEthernet0/9
```

В этом цикле используется range(10). Функция range генерирует числа в диапазоне от нуля до указанного числа (в данном примере - до 10), не включая его.

В этом примере цикл проходит по списку VLANов, поэтому переменную можно назвать vlan:

```
In [3]: vlans = [10, 20, 30, 40, 100]
In [4]: for vlan in vlans:
    ...:     print('vlan {}'.format(vlan))
    ...:     print(' name VLAN_{}'.format(vlan))
    ...:
vlan 10
 name VLAN_10
vlan 20
 name VLAN_20
vlan 30
 name VLAN_30
vlan 40
 name VLAN_40
vlan 100
 name VLAN_100
```

Когда цикл идет по словарю, то фактически он проходится по ключам:

```
In [34]: r1 = {
    ...:     'ios': '15.4',
    ...:     'ip': '10.255.0.1',
    ...:     'hostname': 'london_r1',
    ...:     'location': '21 New Globe Walk',
    ...:     'model': '4451',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

...:     'vendor': 'Cisco'}
...:

In [35]: for k in r1:
...:     print(k)
...:

ios
ip
hostname
location
model
vendor

```

Если необходимо выводить пары ключ-значение в цикле, можно делать так:

```

In [36]: for key in r1:
...:     print(key + ' => ' + r1[key])
...:

ios => 15.4
ip => 10.255.0.1
hostname => london_r1
location => 21 New Globe Walk
model => 4451
vendor => Cisco

```

Или воспользоваться методом `items`, который позволяет проходиться в цикле сразу по паре ключ-значение:

```

In [37]: for key, value in r1.items():
...:     print(key + ' => ' + value)
...:

ios => 15.4
ip => 10.255.0.1
hostname => london_r1
location => 21 New Globe Walk
model => 4451
vendor => Cisco

```

Метод `items` возвращает специальный объект `view`, который отображает пары ключ-значение:

```

In [38]: r1.items()
Out[38]: dict_items([('ios', '15.4'), ('ip', '10.255.0.1'), ('hostname', 'london_'
˓→r1'), ('location', '21 New Globe Walk'), ('model', '4451'), ('vendor', 'Cisco
˓→')])

```

## Вложенные for

Циклы for можно вкладывать друг в друга.

В этом примере в списке commands хранятся команды, которые надо выполнить для каждого из интерфейсов в списке fast\_int:

```
In [7]: commands = ['switchport mode access', 'spanning-tree portfast', 'spanning-
→tree bpduguard enable']
In [8]: fast_int = ['0/1','0/3','0/4','0/7','0/9','0/10','0/11']

In [9]: for intf in fast_int:
...:     print('interface FastEthernet {}'.format(intf))
...:     for command in commands:
...:         print(' {}{}'.format(command))
...:
interface FastEthernet 0/1
switchport mode access
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
interface FastEthernet 0/3
switchport mode access
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
interface FastEthernet 0/4
switchport mode access
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
...
...
```

Первый цикл for проходится по интерфейсам в списке fast\_int, а второй по командам в списке commands.

## Совмещение for и if

Рассмотрим пример совмещения for и if.

Файл generate\_access\_port\_config.py:

```
1  access_template = ['switchport mode access',
2                      'switchport access vlan',
3                      'spanning-tree portfast',
4                      'spanning-tree bpduguard enable']
5
6  fast_int = {'access': { '0/12':10,
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

7      '0/14':11,
8      '0/16':17,
9      '0/17':150}]

10
11 for intf, vlan in fast_int['access'].items():
12     print('interface FastEthernet' + intf)
13     for command in access_template:
14         if command.endswith('access vlan'):
15             print(' {} {}'.format(command, vlan))
16         else:
17             print(' {}'.format(command))

```

Комментарии к коду:

- В первом цикле for перебираются ключи и значения во вложенном словаре fast\_int[„access”]
- Текущий ключ, на данный момент цикла, хранится в переменной intf
- Текущее значение, на данный момент цикла, хранится в переменной vlan
- Выводится строка interface FastEthernet с добавлением к ней номера интерфейса
- Во втором цикле for перебираются команды из списка access\_template
- Так как к команде switchport access vlan надо добавить номер VLAN:
  - внутри второго цикла for проверяются команды
  - если команда заканчивается на access vlan
    - \* выводится команда, и к ней добавляется номер VLAN
  - во всех остальных случаях просто выводится команда

Результат выполнения скрипта:

```
$ python generate_access_port_config.py
interface FastEthernet0/12
switchport mode access
switchport access vlan 10
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
interface FastEthernet0/14
switchport mode access
switchport access vlan 11
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
interface FastEthernet0/16
switchport mode access
switchport access vlan 17
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
interface FastEthernet0/17
switchport mode access
switchport access vlan 150
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
```

## while

Цикл while - это еще одна разновидность цикла в Python.

В цикле while, как и в выражении if, надо писать условие. Если условие истинно, выполняются действия внутри блока while. При этом, в отличие от if, после выполнения кода в блоке, while возвращается в начало цикла.

При использовании циклов while необходимо обращать внимание на то, будет ли достигнуто такое состояние, при котором условие цикла будет ложным.

Рассмотрим простой пример:

```
In [1]: a = 5

In [2]: while a > 0:
...:     print(a)
...:     a -= 1 # Эта запись равнозначна a = a - 1
...:

5
4
3
2
1
```

Сначала создается переменная a со значением 5.

Затем, в цикле while указано условие  $a > 0$ . То есть, пока значение a больше 0, будут выполняться действия в теле цикла. В данном случае, будет выводиться значение переменной a.

Кроме того, в теле цикла при каждом прохождении значение a становится на единицу меньше.

---

**Примечание:** Запись `a -= 1` может быть немного необычной. Python позволяет использовать такой формат вместо `a = a - 1`.

Аналогичным образом можно писать: `a += 1`, `a *= 2`, `a /= 2`.

---

Так как значение `a` уменьшается, цикл не будет бесконечным, и в какой-то момент выражение `a > 0` станет ложным.

Следующий пример построен на основе примера про пароль из раздела о конструкции `if`. [Пример использования конструкции if/elif/else](#). В том примере приходилось заново запускать скрипт, если пароль не соответствовал требованиям.

С помощью цикла `while` можно сделать так, что скрипт сам будет запрашивать пароль заново, если он не соответствует требованиям.

Файл `check_password_with_while.py`:

```
# -*- coding: utf-8 -*-

username = input('Введите имя пользователя: ')
password = input('Введите пароль: ')

password_correct = False

while not password_correct:
    if len(password) < 8:
        print('Пароль слишком короткий\n')
        password = input('Введите пароль еще раз: ')
    elif username in password:
        print('Пароль содержит имя пользователя\n')
        password = input('Введите пароль еще раз: ')
    else:
        print('Пароль для пользователя {} установлен'.format(username))
        password_correct = True
```

В этом случае цикл `while` полезен, так как он возвращает скрипт снова в начало проверок, позволяет снова набрать пароль, но при этом не требует перезапуска самого скрипта.

Теперь скрипт отрабатывает так:

```
$ python check_password_with_while.py
Введите имя пользователя: nata
Введите пароль: nata
Пароль слишком короткий
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
Введите пароль еще раз: natanata
```

Пароль содержит имя пользователя

```
Введите пароль еще раз: 123345345345
```

Пароль для пользователя nata установлен

## break, continue, pass

В Python есть несколько операторов, которые позволяют менять поведение циклов по умолчанию.

### Оператор break

**Оператор break** позволяет досрочно прервать цикл:

- break прерывает текущий цикл и продолжает выполнение следующих выражений
- если используется несколько вложенных циклов, break прерывает внутренний цикл и продолжает выполнять выражения, следующие за блоком \* break может использоваться в циклах for и while

Пример с циклом for:

```
In [1]: for num in range(10):
...:     if num < 7:
...:         print(num)
...:     else:
...:         break
...:
0
1
2
3
4
5
6
```

Пример с циклом while:

```
In [2]: i = 0
In [3]: while i < 10:
...:     if i == 5:
...:         break
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

...:     else:
...:         print(i)
...:         i += 1
...:
0
1
2
3
4

```

Использование break в примере с запросом пароля (файл check\_password\_with\_while\_break.py):

```

username = input('Введите имя пользователя: ')
password = input('Введите пароль: ')

while True:
    if len(password) < 8:
        print('Пароль слишком короткий\n')
    elif username in password:
        print('Пароль содержит имя пользователя\n')
    else:
        print('Пароль для пользователя {} установлен'.format(username))
        # завершает цикл while
        break
password = input('Введите пароль еще раз: ')

```

Теперь можно не повторять строку `password = input('Введите пароль еще раз: ')` в каждом ответвлении, достаточно перенести ее в конец цикла.

И, как только будет введен правильный пароль, `break` выведет программу из цикла `while`.

## Оператор continue

Оператор `continue` возвращает управление в начало цикла. То есть, `continue` позволяет «перепрыгнуть» оставшиеся выражения в цикле и перейти к следующей итерации.

Пример с циклом `for`:

```

In [4]: for num in range(5):
...:     if num == 3:
...:         continue
...:     else:
...:         print(num)
...:

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
0
1
2
4
```

Пример с циклом while:

```
In [5]: i = 0
In [6]: while i < 6:
....:     i += 1
....:     if i == 3:
....:         print("Пропускаем 3")
....:         continue
....:         print("Это никто не увидит")
....:     else:
....:         print("Текущее значение: ", i)
....:
Tekущее значение: 1
Tekущее значение: 2
Пропускаем 3
Tekущее значение: 4
Tekущее значение: 5
Tekущее значение: 6
```

Использование continue в примере с запросом пароля (файл check\_password\_with\_while\_continue.py):

```
username = input('Введите имя пользователя: ')
password = input('Введите пароль: ')

password_correct = False

while not password_correct:
    if len(password) < 8:
        print('Пароль слишком короткий\n')
    elif username in password:
        print('Пароль содержит имя пользователя\n')
    else:
        print('Пароль для пользователя {} установлен'.format(username))
        password_correct = True
        continue
    password = input('Введите пароль еще раз: ')
```

Тут выход из цикла выполняется с помощью проверки флага password\_correct. Когда был вве-

ден правильный пароль, флаг выставляется равным True, и с помощью continue выполняется переход в начало цикла, перескочив последнюю строку с запросом пароля.

Результат выполнения будет таким:

```
$ python check_password_with_while_continue.py
Введите имя пользователя: nata
Введите пароль: nata12
Пароль слишком короткий

Введите пароль еще раз: natalksdjflsdjf
Пароль содержит имя пользователя

Введите пароль еще раз: asdfsujljhdflaskjdfh
Пароль для пользователя nata установлен
```

## Оператор pass

Оператор pass ничего не делает. Фактически, это такая заглушка для объектов.

Например, pass может помочь в ситуации, когда нужно прописать структуру скрипта. Его можно ставить в циклах, функциях, классах. И это не будет влиять на исполнение кода.

Пример использования pass:

```
In [6]: for num in range(5):
....:     if num < 3:
....:         pass
....:     else:
....:         print(num)
....:
3
4
```

## for/else, while/else

В циклах for и while опционально может использоваться блок else.

### for/else

В цикле for:

- блок else выполняется в том случае, если цикл завершил итерацию списка

- но else **не выполняется**, если в цикле был выполнен break

Пример цикла for с else (блок else выполняется после завершения цикла for):

```
In [1]: for num in range(5):
....:     print(num)
....: else:
....:     print("Числа закончились")
....:
0
1
2
3
4
Числа закончились
```

Пример цикла for с else и break в цикле (из-за break блок else не выполняется):

```
In [2]: for num in range(5):
....:     if num == 3:
....:         break
....:     else:
....:         print(num)
....: else:
....:     print("Числа закончились")
....:
0
1
2
```

Пример цикла for с else и continue в цикле (continue не влияет на блок else):

```
In [3]: for num in range(5):
....:     if num == 3:
....:         continue
....:     else:
....:         print(num)
....: else:
....:     print("Числа закончились")
....:
0
1
2
4
Числа закончились
```

## while/else

В цикле while:

- блок else выполняется в том случае, если цикл завершил итерацию списка
- но else **не выполняется**, если в цикле был выполнен break

Пример цикла while с else (блок else выполняется после завершения цикла while):

```
In [4]: i = 0
In [5]: while i < 5:
....:     print(i)
....:     i += 1
....: else:
....:     print("Конец")
....:
0
1
2
3
4
Конец
```

Пример цикла while с else и break в цикле (из-за break блок else не выполняется):

```
In [6]: i = 0

In [7]: while i < 5:
....:     if i == 3:
....:         break
....:     else:
....:         print(i)
....:         i += 1
....: else:
....:     print("Конец")
....:
0
1
2
```

## Работа с исключениями try/except/else/finally

## try/except

Если вы повторяли примеры, которые использовались ранее, то наверняка были ситуации, когда высакивала ошибка. Скорее всего, это была ошибка синтаксиса, когда не хватало, например, двоеточия.

Как правило, Python довольно понятно реагирует на подобные ошибки, и их можно исправить.

Тем не менее, даже если код синтаксически написан правильно, могут возникать ошибки. В Python эти ошибки называются **исключения (exceptions)**.

Примеры исключений:

```
In [1]: 2/0
-----
ZeroDivisionError: division by zero

In [2]: 'test' + 2
-----
TypeError: must be str, not int
```

В данном случае возникло два исключения: **ZeroDivisionError** и **TypeError**.

Чаще всего можно предсказать, какого рода исключение возникнут во время исполнения программы.

Например, если программа на вход ожидает два числа, а на выходе выдает их сумму, а пользователь ввел вместо одного из чисел строку, появится ошибка TypeError, как в примере выше.

Python позволяет работать с исключениями. Их можно перехватывать и выполнять определенные действия в том случае, если возникло исключение.

**Примечание:** Когда в программе возникает исключение, она сразу завершает работу.

Для работы с исключениями используется конструкция try/except:

```
In [3]: try:
...:     2/0
...: except ZeroDivisionError:
...:     print("You can't divide by zero")
...
You can't divide by zero
```

Конструкция try работает таким образом:

- сначала выполняются выражения, которые записаны в блоке try

- если при выполнении блока try не возникло никаких исключений, блок except пропускается, и выполняется дальнейший код
- если во время выполнения блока try в каком-то месте возникло исключение, оставшаяся часть блока try пропускается
  - если в блоке except указано исключение, которое возникло, выполняется код в блоке except
  - если исключение, которое возникло, не указано в блоке except, выполнение программы прерывается и выдается ошибка

Обратите внимание, что строка Cool! в блоке try не выводится:

```
In [4]: try:
...:     print("Let's divide some numbers")
...:     2/0
...:     print('Cool!')
...: except ZeroDivisionError:
...:     print("You can't divide by zero")
...:
Let's divide some numbers
You can't divide by zero
```

В конструкции try/except может быть много except, если нужны разные действия в зависимости от типа ошибки.

Например, скрипт divide.py делит два числа введенных пользователем:

```
# -*- coding: utf-8 -*-

try:
    a = input("Введите первое число: ")
    b = input("Введите второе число: ")
    print("Результат: ", int(a)/int(b))
except ValueError:
    print("Пожалуйста, вводите только числа")
except ZeroDivisionError:
    print("На ноль делить нельзя")
```

Примеры выполнения скрипта:

```
$ python divide.py
Введите первое число: 3
Введите второе число: 1
Результат: 3
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
$ python divide.py
Введите первое число: 5
Введите второе число: 0
На ноль делить нельзя

$ python divide.py
Введите первое число: qewr
Введите второе число: 3
Пожалуйста, вводите только числа
```

В данном случае исключение **ValueError** возникает, когда пользователь ввел строку вместо числа, во время перевода строки в число.

Исключение `ZeroDivisionError` возникает в случае, если второе число было равным 0.

Если нет необходимости выводить различные сообщения на ошибки `ValueError` и `ZeroDivisionError`, можно сделать так (файл `divide_ver2.py`):

```
# -*- coding: utf-8 -*-

try:
    a = input("Введите первое число: ")
    b = input("Введите второе число: ")
    print("Результат: ", int(a)/int(b))
except (ValueError, ZeroDivisionError):
    print("Что-то пошло не так...")
```

Проверка:

```
$ python divide_ver2.py
Введите первое число: wef
Введите второе число: 4
Что-то пошло не так...

$ python divide_ver2.py
Введите первое число: 5
Введите второе число: 0
Что-то пошло не так...
```

**Примечание:** В блоке `except` можно не указывать конкретное исключение или исключения. В таком случае будут перехватываться все исключения.

**Это делать не рекомендуется!**

## try/except/else

В конструкции try/except есть опциональный блок else. Он выполняется в том случае, если не было исключения.

Например, если необходимо выполнять в дальнейшем какие-то операции с данными, которые ввел пользователь, можно записать их в блоке else (файл divide\_ver3.py):

```
# -*- coding: utf-8 -*-

try:
    a = input("Введите первое число: ")
    b = input("Введите второе число: ")
    result = int(a)/int(b)
except (ValueError, ZeroDivisionError):
    print("Что-то пошло не так...")
else:
    print("Результат в квадрате: ", result**2)
```

Пример выполнения:

```
$ python divide_ver3.py
Введите первое число: 10
Введите второе число: 2
Результат в квадрате:  25

$ python divide_ver3.py
Введите первое число: werg
Введите второе число: 3
Что-то пошло не так...
```

## try/except/finally

Блок finally - это еще один опциональный блок в конструкции try. Он выполняется **всегда**, независимо от того, было ли исключение или нет.

Сюда ставятся действия, которые надо выполнить в любом случае. Например, это может быть закрытие файла.

Файл divide\_ver4.py с блоком finally:

```
# -*- coding: utf-8 -*-

try:
    a = input("Введите первое число: ")
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

b = input("Введите второе число: ")
result = int(a)/int(b)
except (ValueError, ZeroDivisionError):
    print("Что-то пошло не так...")
else:
    print("Результат в квадрате: ", result**2)
finally:
    print("Вот и сказочке конец, а кто слушал - молодец.")

```

Проверка:

```

$ python divide_ver4.py
Введите первое число: 10
Введите второе число: 2
Результат в квадрате: 25
Вот и сказочке конец, а кто слушал - молодец.

$ python divide_ver4.py
Введите первое число: qwerewr
Введите второе число: 3
Что-то пошло не так...
Вот и сказочке конец, а кто слушал - молодец.

$ python divide_ver4.py
Введите первое число: 4
Введите второе число: 0
Что-то пошло не так...
Вот и сказочке конец, а кто слушал - молодец.

```

## Когда использовать исключения

Как правило, один и тот же код можно написать и с использованием исключений, и без них.

Например, этот вариант кода:

```

while True:
    a = input("Введите число: ")
    b = input("Введите второе число: ")
    try:
        result = int(a)/int(b)
    except ValueError:
        print("Поддерживаются только числа")
    except ZeroDivisionError:

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
    print("На ноль делить нельзя")
else:
    print(result)
    break
```

Можно переписать таким образом без try/except (файл try\_except\_divide.py):

```
while True:
    a = input("Введите число: ")
    b = input("Введите второе число: ")
    if a.isdigit() and b.isdigit():
        if int(b) == 0:
            print("На ноль делить нельзя")
        else:
            print(int(a)/int(b))
            break
    else:
        print("Поддерживаются только числа")
```

Но далеко не всегда аналогичный вариант без использования исключений будет простым и понятным.

Важно в каждой конкретной ситуации оценивать, какой вариант кода более понятный, компактный и универсальный - с исключениями или без.

Если вы раньше использовали какой-то другой язык программирования, есть вероятность, что в нём использование исключений считалось плохим тоном. В Python это не так. Чтобы немного больше разобраться с этим вопросом, посмотрите ссылки на дополнительные материалы в конце этого раздела.

## Дополнительные материалы

Документация:

- Compound statements (if, while, for, try)
- break, continue
- Errors and Exceptions
- Built-in Exceptions

Статьи:

- Write Cleaner Python: Use Exceptions
- Robust exception handling

- Python Exception Handling Techniques

Stack Overflow:

- Why does python use „else“ after for and while loops?
- Is it a good practice to use try-except-else in Python?

## Задания

Все задания и вспомогательные файлы можно скачать в [репозитории](#). Если в заданиях раздела есть задания с буквами (например, 5.2a), то лучше выполнить сначала задания без букв, а затем с буквами. Задания с буквами, как правило, немного сложнее заданий без букв и развиваются или усложняют идею в соответствующем задании без буквы.

---

**Примечание:** Например, в разделе есть задания 5.1, 5.2, 5.2a, 5.2b, 5.3, 5.3a. Сначала лучше выполнить задания 5.1, 5.2, 5.3, а затем 5.2a, 5.2b, 5.3a

---

Если задания с буквами получается сделать сразу, лучше делать их по порядку.

### Задание 6.1

Список mac содержит MAC-адреса в формате XXXX:XXXX:XXXX. Однако, в оборудовании cisco MAC-адреса используются в формате XXXX.XXXX.XXXX.

Создать скрипт, который преобразует MAC-адреса в формат cisco и добавляет их в новый список mac\_cisco

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
mac = [ 'aabb:cc80:7000' , 'aabb:dd80:7340' , 'aabb:ee80:7000' , 'aabb:ff80:7000' ]
```

### Задание 6.2

1. Запросить у пользователя ввод IP-адреса в формате 10.0.1.1
2. Определить тип IP-адреса.
3. В зависимости от типа адреса, вывести на стандартный поток вывода:
  - „unicast“ - если первый байт в диапазоне 1-223
  - „multicast“ - если первый байт в диапазоне 224-239
  - „local broadcast“ - если IP-адрес равен 255.255.255.255
  - „unassigned“ - если IP-адрес равен 0.0.0.0
  - „unused“ - во всех остальных случаях

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 6.2а

Сделать копию скрипта задания 6.2.

Добавить проверку введенного IP-адреса. Адрес считается корректно заданным, если он:

- состоит из 4 чисел разделенных точкой,
- каждое число в диапазоне от 0 до 255.

Если адрес задан неправильно, выводить сообщение: „Неправильный IP-адрес“

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 6.2б

Сделать копию скрипта задания 6.2а.

Дополнить скрипт: Если адрес был введен неправильно, запросить адрес снова.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 6.3

В скрипте сделан генератор конфигурации для access-портов.

Сделать аналогичный генератор конфигурации для портов trunk.

В транках ситуация усложняется тем, что VLANов может быть много, и надо понимать, что с ним делать.

Поэтому в соответствии каждому порту стоит список и первый (нулевой) элемент списка указывает как воспринимать номера VLAN, которые идут дальше:

- add - VLANы надо будет добавить (команда switchport trunk allowed vlan add 10,20)
- del - VLANы надо удалить из списка разрешенных (команда switchport trunk allowed vlan remove 17)
- only - на интерфейсе должны остаться разрешенными только указанные VLANы (команда switchport trunk allowed vlan 11,30)

Задача для портов 0/1, 0/2, 0/4:

- сгенерировать конфигурацию на основе шаблона trunk\_template
- с учетом ключевых слов add, del, only

Код не должен привязываться к конкретным номерам портов. То есть, если в словаре trunk будут другие номера интерфейсов, код должен работать.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
access_template = [
    'switchport mode access', 'switchport access vlan',
    'spanning-tree portfast', 'spanning-tree bpduguard enable'
]

trunk_template = [
    'switchport trunk encapsulation dot1q', 'switchport mode trunk',
    'switchport trunk allowed vlan'
]

access = {
    '0/12': '10',
    '0/14': '11',
    '0/16': '17',
    '0/17': '150'
}
trunk = {
    '0/1': ['add', '10', '20'],
    '0/2': ['only', '11', '30'],
    '0/4': ['del', '17']
}

for intf, vlan in access.items():
    print('interface FastEthernet' + intf)
    for command in access_template:
        if command.endswith('access vlan'):
            print(' {} {}'.format(command, vlan))
        else:
            print(' {}'.format(command))
```

## 7. Работа с файлами

В реальной жизни для того чтобы полноценно использовать всё, что рассматривалось до этого раздела, надо разобраться как работать с файлами.

При работе с сетевым оборудованием (и не только), файлами могут быть:

- конфигурации (простые, не структурированные текстовые файлы)
  - работа с ними рассматривается в этом разделе
- шаблоны конфигураций
  - как правило, это какой-то специальный формат файлов.
  - в разделе [Шаблоны конфигураций с Jinja](#) рассматривается использование Jinja2 для создания шаблонов конфигураций
- файлы с параметрами подключений
  - как правило, это структурированные файлы, в каком-то определенном формате: YAML, JSON, CSV
    - \* в разделе [Сериализация данных](#) рассматривается, как работать с такими файлами
- другие скрипты Python
  - в разделе [Модули](#) рассматривается, как работать с модулями (другими скриптами Python)

В этом разделе рассматривается работа с простыми текстовыми файлами. Например, конфигурационный файл Cisco.

В работе с файлами есть несколько аспектов:

- открытие/закрытие
- чтение
- запись

В этом разделе рассматривается только необходимый минимум для работы с файлами. Подробнее в [документации Python](#).

### Открытие файлов

Для начала работы с файлом, его надо открыть.

## open()

Для открытия файлов, чаще всего, используется функция open():

```
file = open('file_name.txt', 'r')
```

В функции open():

- 'file\_name.txt' - имя файла
- тут можно указывать не только имя, но и путь (абсолютный или относительный)
- 'r' - режим открытия файла

Функция open() создает объект file, к которому потом можно применять различные методы, для работы с ним.

Режимы открытия файлов:

- r - открыть файл только для чтения (значение по умолчанию)
- r+ - открыть файл для чтения и записи
- w - открыть файл для записи
- если файл существует, то его содержимое удаляется
- если файл не существует, то создается новый
- w+ - открыть файл для чтения и записи
- если файл существует, то его содержимое удаляется
- если файл не существует, то создается новый
- a - открыть файл для дополнения записи. Данные добавляются в конец файла
- a+ - открыть файл для чтения и записи. Данные добавляются в конец файла

---

**Примечание:** r - read; a - append; w - write

---

## Чтение файлов

В Python есть несколько методов чтения файла:

- read() - считывает содержимое файла в строку
- readline() - считывает файл построчно
- readlines() - считывает строки файла и создает список из строк

Посмотрим как считывать содержимое файлов, на примере файла r1.txt:

```
!
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!
```

### `read()`

Метод `read()` - считывает весь файл в одну строку.

Пример использования метода `read()`:

```
In [1]: f = open('r1.txt')

In [2]: f.read()
Out[2]: '!\\nservice timestamps debug datetime msec localtime show-timezone\\n
         \\nyear\\nservice timestamps log datetime msec localtime show-timezone\\n
         \\nyear\\nservice password-encryption\\nservice sequence-numbers\\n!\\nno ip domain\\n
         \\nlookup\\n!\\nip ssh version 2\\n!\\n'

In [3]: f.read()
Out[3]: ''
```

При повторном чтении файла в 3 строке, отображается пустая строка. Так происходит из-за того, что при вызове метода `read()`, считывается весь файл. И после того, как файл был считан, курсор остается в конце файла. Управлять положением курсора можно с помощью метода `seek()`.

### `readline()`

Построчно файл можно считать с помощью метода `readline()`:

```
In [4]: f = open('r1.txt')

In [5]: f.readline()
Out[5]: '!\\n'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [6]: f.readline()
Out[6]: 'service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year\n'
```

Но чаще всего проще пройтись по объекту file в цикле, не используя методы read...:

```
In [7]: f = open('r1.txt')

In [8]: for line in f:
...:     print(line)
...:
!

service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year

service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year

service password-encryption

service sequence-numbers

!

no ip domain lookup

!

ip ssh version 2

!
```

### readlines()

Еще один полезный метод - `readlines()`. Он считывает строки файла в список:

```
In [9]: f = open('r1.txt')

In [10]: f.readlines()
Out[10]:
['!\n',
 'service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year\n',
 'service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year\n',
 'service password-encryption\n',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'service sequence-numbers\n',
'!\n',
'no ip domain lookup\n',
'!\n',
'ip ssh version 2\n',
'!\n']
```

Если нужно получить строки файла, но без перевода строки в конце, можно воспользоваться методом `split` и как разделитель, указать символ `\n`:

```
In [11]: f = open('r1.txt')

In [12]: f.read().split('\n')
Out[12]:
[ '',
  'service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year',
  'service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year',
  'service password-encryption',
  'service sequence-numbers',
  '',
  'no ip domain lookup',
  '',
  'ip ssh version 2',
  '',
  '']
```

Обратите внимание, что последний элемент списка - пустая строка.

Если перед выполнением `split()`, воспользоваться методом `rstrip()`, список будет без пустой строки в конце:

```
In [13]: f = open('r1.txt')

In [14]: f.read().rstrip().split('\n')
Out[14]:
[ '',
  'service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year',
  'service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year',
  'service password-encryption',
  'service sequence-numbers',
  '',
  'no ip domain lookup',
  '',
  'ip ssh version 2',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

[ ! ]

## seek()

До сих пор, файл каждый раз приходилось открывать заново, чтобы снова его считать. Так происходит из-за того, что после методов чтения, курсор находится в конце файла. И повторное чтение возвращает пустую строку.

Чтобы ещё раз считать информацию из файла, нужно воспользоваться методом `seek`, который перемещает курсор в необходимое положение.

Пример открытия файла и считывания содержимого:

```
In [15]: f = open('r1.txt')

In [16]: print(f.read())
!
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!
```

Если вызывать ещё раз метод `read`, возвращается пустая строка:

```
In [17]: print(f.read())
```

Но с помощью метода `seek` можно перейти в начало файла (0 означает начало файла):

```
In [18]: f.seek(0)
```

После того как с помощью `seek` курсор был переведен в начало файла, можно опять считывать содержимое:

```
In [19]: print(f.read())
!
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!
```

## Запись файлов

При записи, очень важно определиться с режимом открытия файла, чтобы случайно его не удалить:

- w - открыть файл для записи. Если файл существует, то его содержимое удаляется
- a - открыть файл для дополнения записи. Данные добавляются в конец файла

При этом оба режима создают файл, если он не существует.

Для записи в файл используются такие методы:

- `write()` - записать в файл одну строку
- `writelines()` - позволяет передавать в качестве аргумента список строк

### `write()`

Метод `write` ожидает строку, для записи.

Для примера, возьмем список строк с конфигурацией:

```
In [1]: cfg_lines = [
    ...:     'service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year',
    ...:     'service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year',
    ...:     'service password-encryption',
    ...:     'service sequence-numbers',
    ...:     '!',
    ...:     'no ip domain lookup',
    ...:     '!',
    ...:     'ip ssh version 2',
    ...:     '!']
```

Открытие файла `r2.txt` в режиме для записи:

```
In [2]: f = open('r2.txt', 'w')
```

Преобразуем список команд в одну большую строку с помощью `join`:

```
In [3]: cfg_lines_as_string = '\n'.join(cfg_lines)

In [4]: cfg_lines_as_string
Out[4]: '!\\nservice timestamps debug datetime msec localtime show-timezone
˓→year\\nservice timestamps log datetime msec localtime show-timezone
˓→year\\nservice password-encryption\\nservice sequence-numbers\\n!\\nno ip domain
˓→lookup\\n!\\nip ssh version 2\\n!'
```

Запись строки в файл:

```
In [5]: f.write(cfg_lines_as_string)
```

Аналогично можно добавить строку вручную:

```
In [6]: f.write('\\nhostname r2')
```

После завершения работы с файлом, его необходимо закрыть:

```
In [7]: f.close()
```

Так как ipython поддерживает команду cat, можно легко посмотреть содержимое файла:

```
In [8]: cat r2.txt
!
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!
hostname r2
```

### writelines()

Метод writelines() ожидает список строк, как аргумент.

Запись списка строк cfg\_lines в файл:

```
In [1]: cfg_lines = ['!', 
...: 'service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year',
...: 'service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

....: 'service password-encryption',
....: 'service sequence-numbers',
....: '!',
....: 'no ip domain lookup',
....: '!',
....: 'ip ssh version 2',
....: '!'
]

In [9]: f = open('r2.txt', 'w')

In [10]: f.writelines(cfg_lines)

In [11]: f.close()

In [12]: cat r2.txt
!service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone yearservice_
→timestamps log datetime msec localtime show-timezone yearservice password-
→encryptionservice sequence-numbers!no ip domain lookup!ip ssh version 2!

```

В результате все строки из списка записались в одну строку файла, так как в конце строк не было символа \n.

Добавить перевод строки можно по-разному. Например, можно просто обработать список в цикле:

```

In [13]: cfg_lines2 = []

In [14]: for line in cfg_lines:
....:     cfg_lines2.append( line + '\n' )
....:

In [15]: cfg_lines2
Out[15]:
['!\n',
'service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year\n',
'service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year\n',
'service password-encryption\n',
'service sequence-numbers\n',
'!\n',
'no ip domain lookup\n',
'!\n',
'ip ssh version 2\n',
]

```

Если итоговый список записать заново в файл, то в нём уже будут переводы строк:

```
In [18]: f = open('r2.txt', 'w')

In [19]: f.writelines(cfg_lines2)

In [20]: f.close()

In [21]: cat r2.txt
!
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!
```

## Закрытие файлов

---

**Примечание:** В реальной жизни для закрытия файлов чаще всего используется конструкция `with`. Её намного удобней использовать, чем закрывать файл явно. Но, так как в жизни можно встретить и метод `close`, в этом разделе рассматривается как его использовать.

---

После завершения работы с файлом, его нужно закрыть. В некоторых случаях Python может самостоятельно закрыть файл. Но лучше на это не рассчитывать и закрывать файл явно.

### `close()`

Метод `close` встречался в разделе [запись файлов](#). Там он был нужен для того, чтобы содержимое файла было записано на диск.

Для этого, в Python есть отдельный метод `flush()`. Но так как в примере с записью файлов, не нужно было больше выполнять никаких операций, файл можно было закрыть.

Откроем файл `r1.txt`:

```
In [1]: f = open('r1.txt', 'r')
```

Теперь можно считать содержимое:

```
In [2]: print(f.read())
!
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!
```

У объекта `file` есть специальный атрибут `closed`, который позволяет проверить, закрыт файл или нет. Если файл открыт, он возвращает `False`:

```
In [3]: f.closed
Out[3]: False
```

Теперь закрываем файл и снова проверяем `closed`:

```
In [4]: f.close()

In [5]: f.closed
Out[5]: True
```

Если попробовать прочитать файл, возникнет исключение:

```
In [6]: print(f.read())
-----
ValueError                                Traceback (most recent call last)
<ipython-input-53-2c962247edc5> in <module>()
      1 print(f.read())

ValueError: I/O operation on closed file
```

## Использование `try/finally` для работы с файлами

С помощью обработки исключений, можно:

- перехватывать исключения, которые возникают, при попытке прочитать несуществующий файл
- закрывать файл, после всех операций, в блоке `finally`

Если попытаться открыть для чтения файл, которого не существует, возникнет такое исключение:

```
In [7]: f = open('r3.txt', 'r')
-----
IOError   Traceback (most recent call last)
<ipython-input-54-1a33581ca641> in <module>()
----> 1 f = open('r3.txt', 'r')

IOError: [Errno 2] No such file or directory: 'r3.txt'
```

С помощью конструкции `try/except`, можно перехватить это исключение и вывести своё сообщение:

```
In [8]: try:
....:     f = open('r3.txt', 'r')
....: except IOError:
....:     print('No such file')
....:
No such file
```

А с помощью части `finally`, можно закрыть файл, после всех операций:

```
In [9]: try:
....:     f = open('r1.txt', 'r')
....:     print(f.read())
....: except IOError:
....:     print('No such file')
....: finally:
....:     f.close()
....:
!
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!

In [10]: f.closed
Out[10]: True
```

## Конструкция with

Конструкция `with` называется менеджером контекста.

В Python существует более удобный способ работы с файлами, чем те, которые использовались до сих пор - конструкция `with`:

```
In [1]: with open('r1.txt', 'r') as f:
....:     for line in f:
....:         print(line)
....:
!
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!
```

Кроме того, конструкция `with` гарантирует закрытие файла автоматически.

Обратите внимание на то, какчитываются строки файла:

```
for line in f:
    print(line)
```

Когда с файлом нужно работать построчно, лучше использовать такой вариант.

В предыдущем выводе, между строками файла были лишние пустые строки, так как `print` добавляет ещё один перевод строки.

Чтобы избавиться от этого, можно использовать метод `rstrip`:

```
In [2]: with open('r1.txt', 'r') as f:
....:     for line in f:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
....:     print(line.rstrip())
....:
!
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!

In [3]: f.closed
Out[3]: True
```

И конечно же, с конструкцией `with` можно использовать не только такой построчный вариант считывания, все методы, которые рассматривались до этого, также работают:

```
In [4]: with open('r1.txt', 'r') as f:
....:     print(f.read())
....:
!
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!
```

## Открытие двух файлов

Иногда нужно работать одновременно с двумя файлами. Например, надо записать некоторые строки из одного файла, в другой.

В таком случае, в блоке `with` можно открывать два файла таким образом:

```
In [5]: with open('r1.txt') as src, open('result.txt', 'w') as dest:
...:     for line in src:
...:         if line.startswith('service'):
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...:         dest.write(line)
...:

In [6]: cat result.txt
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
```

Это равнозначно таким двум блокам with:

```
In [7]: with open('r1.txt') as src:
...:     with open('result.txt', 'w') as dest:
...:         for line in src:
...:             if line.startswith('service'):
...:                 dest.write(line)
...:
```

## Дополнительные материалы

Документация:

- [Reading and Writing Files](#)
- [The with statement](#)

Статьи:

- [The Python «with» Statement by Example](#)

Stack Overflow:

- [What is the python “with” statement designed for?](#)

## Задания

Все задания и вспомогательные файлы можно скачать в [репозитории](#). Если в заданиях раздела есть задания с буквами (например, 5.2a), то лучше выполнить сначала задания без букв, а затем с буквами. Задания с буквами, как правило, немного сложнее заданий без букв и развивают или усложняют идею в соответствующем задании без буквы.

---

**Примечание:** Например, в разделе есть задания 5.1, 5.2, 5.2a, 5.2b, 5.3, 5.3a. Сначала лучше выполнить задания 5.1, 5.2, 5.3, а затем 5.2a, 5.2b, 5.3a

---

Если задания с буквами получается сделать сразу, лучше делать их по порядку.

### Задание 7.1

Аналогично заданию 4.6 обработать строки из файла ospf.txt и вывести информацию по каждой в таком виде:

Protocol:	OSPF
Prefix:	10.0.24.0/24
AD/Metric:	110/41
Next-Hop:	10.0.13.3
Last update:	3d18h
Outbound Interface:	FastEthernet0/0

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 7.2

**Создать скрипт, который будет обрабатывать конфигурационный файл config\_sw1.txt:**  
имя файла передается как аргумент скрипту.

Скрипт должен возвращать на стандартный поток вывода команды из переданного конфигурационного файла, исключая строки, которые начинаются с !.

Между строками не должно быть дополнительного символа перевода строки.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 7.2a

Сделать копию скрипта задания 7.2.

**Дополнить скрипт:** Скрипт не должен выводить команды, в которых содержатся слова, которые указаны в списке ignore.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
ignore = ['duplex', 'alias', 'Current configuration']
```

### Задание 7.2b

Дополнить скрипт из задания 7.2а: вместо вывода на стандартный поток вывода, скрипт должен записать полученные строки в файл config\_sw1\_cleared.txt

При этом, должны быть отфильтрованы строки, которые содержатся в списке ignore. Строки, которые начинаются на ! отфильтровывать не нужно.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
ignore = ['duplex', 'alias', 'Current configuration']
```

### Задание 7.2c

Переделать скрипт из задания 7.2b: передавать как аргументы скрипту:

- имя исходного файла конфигурации
- имя итогового файла конфигурации

Внутри, скрипт должен отфильтровать те строки, в исходном файле конфигурации, в которых содержатся слова из списка ignore. И записать остальные строки в итоговый файл.

Проверить работу скрипта на примере файла config\_sw1.txt.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
ignore = ['duplex', 'alias', 'Current configuration']
```

### Задание 7.3

Скрипт должен обрабатывать записи в файле CAM\_table.txt. Каждая строка, где есть MAC-адрес, должна быть обработана таким образом, чтобы на стандартный поток вывода была выведена таблица вида (показаны не все строки из файла):

100	01bb.c580.7000	Gi0/1
200	0a4b.c380.7000	Gi0/2
300	a2ab.c5a0.7000	Gi0/3
100	0a1b.1c80.7000	Gi0/4
500	02b1.3c80.7000	Gi0/5

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

200	1a4b.c580.7000	Gi0/6
300	0a1b.5c80.7000	Gi0/7

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 7.3a

Сделать копию скрипта задания 7.3.

Дополнить скрипт: Отсортировать вывод по номеру VLAN.

В результате должен получиться такой вывод:

10	01ab.c5d0.70d0	Gi0/8
10	0a1b.1c80.7000	Gi0/4
100	01bb.c580.7000	Gi0/1
200	0a4b.c380.7c00	Gi0/2
200	1a4b.c580.7000	Gi0/6
300	0a1b.5c80.70f0	Gi0/7
300	a2ab.c5a0.700e	Gi0/3
500	02b1.3c80.7b00	Gi0/5
1000	0a4b.c380.7d00	Gi0/9

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 7.3b

Сделать копию скрипта задания 7.3a.

Дополнить скрипт:

- Запросить у пользователя ввод номера VLAN.
- Выводить информацию только по указанному VLAN.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

## 8. Примеры использования основ

В этом разделе собраны те темы, которые не вошли в предыдущие разделы, а также приведены примеры использования основ Python для решения задач.

Хотя большинство примеров будет ориентировано на работу с файлами, те же принципы обработки информации будут применимы и при работе с сетевым оборудованием. Только часть с чтением из файла будет заменена на получение вывода с оборудования.

### Форматирование строк с помощью f-строк

В Python 3.6 добавился новый вариант форматирования строк - f-строки или интерполяция строк. F-строки позволяют не только подставлять какие-то значения в шаблон, но и позволяют выполнять вызовы функций, методов и т.п.

Во многих ситуациях f-строки удобней и проще использовать, чем `format`, кроме того, f-строки работают быстрее, чем `format` и другие методы форматирования строк.

#### Синтаксис

F-строки - это литерал строки с буквой `f` перед ним. Внутри f-строки в паре фигурных скобок указываются имена переменных, которые надо подставить:

```
In [1]: ip = '10.1.1.1'

In [2]: mask = 24

In [3]: f"IP: {ip}, mask: {mask}"
Out[3]: 'IP: 10.1.1.1, mask: 24'
```

Аналогичный результат с `format` можно получить так:

```
```"IP: {ip}, mask: {mask}" .format(ip=ip, mask=mask)```.
```

Очень важное отличие f-строк от `format`: f-строки это выражение, которое выполняется, а не просто строка. То есть, в случае с ipython, как только мы написали выражение и нажали Enter, оно выполнилось и вместо выражений `{ip}` и `{mask}` подставились значения переменных.

Поэтому, например, нельзя сначала написать шаблон, а затем определить переменные, которые используются в шаблоне:

```
In [1]: f"IP: {ip}, mask: {mask}"
-----
NameError Traceback (most recent call last)
<ipython-input-1-e6f8e01ac9c4> in <module>()
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
----> 1 f"IP: {ip}, mask: {mask}"
```

```
NameError: name 'ip' is not defined
```

Кроме подстановки значений переменных, в фигурных скобках можно писать выражения:

```
In [1]: octets = ['10', '1', '1', '1']
```

```
In [2]: mask = 24
```

```
In [3]: f"IP: {'.'.join(octets)}, mask: {mask}"
```

```
Out[3]: 'IP: 10.1.1.1, mask: 24'
```

После двоеточия в f-строках можно указывать те же значения, что и при использовании format:

```
In [9]: oct1, oct2, oct3, oct4 = [10, 1, 1, 1]
```

```
In [10]: print(f'''  
...: IP address:  
...: {oct1:<8} {oct2:<8} {oct3:<8} {oct4:<8}  
...: {oct1:08b} {oct2:08b} {oct3:08b} {oct4:08b}''')
```

```
IP address:
```

```
10      1      1      1
```

```
00001010 00000001 00000001 00000001
```

## Особенности использования f-строк

При использовании f-строк нельзя сначала создать шаблон, а затем его использовать, как при использовании format.

F-строка сразу выполняется и в нее подставляются значения переменных, которые должны быть определены ранее:

```
In [7]: ip = '10.1.1.1'
```

```
In [8]: mask = 24
```

```
In [9]: print(f"IP: {ip}, mask: {mask}")
```

```
IP: 10.1.1.1, mask: 24
```

Если необходимо подставить другие значения, надо создать новые переменные (с теми же именами) и снова написать f-строку:

```
In [11]: ip = '10.2.2.2'

In [12]: mask = 24

In [13]: print(f"IP: {ip}, mask: {mask}")
IP: 10.2.2.2, mask: 24
```

При использовании f-строк в циклах, f-строку надо писать в теле цикла, чтобы она «подхватывала» новые значения переменных на каждой итерации:

```
In [1]: ip_list = ['10.1.1.1/24', '10.2.2.2/24', '10.3.3.3/24']

In [2]: for ip_address in ip_list:
...:     ip, mask = ip_address.split('/')
...:     print(f"IP: {ip}, mask: {mask}")
...:

IP: 10.1.1.1, mask: 24
IP: 10.2.2.2, mask: 24
IP: 10.3.3.3, mask: 24
```

## Примеры использования f-строк

Базовая подстановка переменных:

```
In [1]: intf_type = 'Gi'

In [2]: intf_name = '0/3'

In [3]: f'interface {intf_type}/{intf_name}'
Out[3]: 'interface Gi/0/3'
```

Выравнивание столбцами:

```
In [6]: topology = [['sw1', 'Gi0/1', 'r1', 'Gi0/2'],
...:                 ['sw1', 'Gi0/2', 'r2', 'Gi0/1'],
...:                 ['sw1', 'Gi0/3', 'r3', 'Gi0/0'],
...:                 ['sw1', 'Gi0/5', 'sw4', 'Gi0/2']]
...:

In [7]: for connection in topology:
...:     l_device, l_port, r_device, r_port = connection
...:     print(f'{l_device}:10} {l_port}:7} {r_device}:10} {r_port}:7}')
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

sw1	Gi0/1	r1	Gi0/2
sw1	Gi0/2	r2	Gi0/1
sw1	Gi0/3	r3	Gi0/0
sw1	Gi0/5	sw4	Gi0/2

Ширина столбцов может быть указана через переменную:

```
In [6]: topology = [['sw1', 'Gi0/1', 'r1', 'Gi0/2'],
...:                  ['sw1', 'Gi0/2', 'r2', 'Gi0/1'],
...:                  ['sw1', 'Gi0/3', 'r3', 'Gi0/0'],
...:                  ['sw1', 'Gi0/5', 'sw4', 'Gi0/2']]
...:

In [7]: width = 10

In [8]: for connection in topology:
...:     l_device, l_port, r_device, r_port = connection
...:     print(f'{l_device:{width}} {l_port:{width}} {r_device:{width}} {r_
...:     port:{width}}')
...:
sw1      Gi0/1      r1      Gi0/2
sw1      Gi0/2      r2      Gi0/1
sw1      Gi0/3      r3      Gi0/0
sw1      Gi0/5      sw4     Gi0/2
```

Работа со словарями

```
In [1]: session_stats = {'done': 10, 'todo': 5}

In [2]: if session_stats['todo']:
...:     print(f"Pomodoros done: {session_stats['done']}, TODO: {session_stats[
...:     'todo']} ")
...: else:
...:     print(f"Good job! All {session_stats['done']} pomodoros done!")
...:
Pomodoros done: 10, TODO: 5
```

Вызов функции len внутри f-строки:

```
In [2]: topology = [['sw1', 'Gi0/1', 'r1', 'Gi0/2'],
...:                  ['sw1', 'Gi0/2', 'r2', 'Gi0/1'],
...:                  ['sw1', 'Gi0/3', 'r3', 'Gi0/0'],
...:                  ['sw1', 'Gi0/5', 'sw4', 'Gi0/2']]
...:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [3]: print(f'Количество подключений в топологии: {len(topology)}')
Количество подключений в топологии: 4
```

Вызов метода upper внутри f-строки:

```
In [1]: name = 'python'

In [2]: print(f'Zen of {name.upper()}')
Zen of PYTHON
```

Конвертация чисел в двоичный формат:

```
In [7]: ip = '10.1.1.1'

In [8]: oct1, oct2, oct3, oct4 = ip.split('.')

In [9]: print(f'{int(oct1):08b} {int(oct2):08b} {int(oct3):08b} {int(oct4):08b}')
00001010 00000001 00000001 00000001
```

## Что использовать format или f-строки

Во многих случаях f-строки удобней использовать, так как шаблон выглядит понятней и компактней. Однако бывают случаи, когда метод format удобней. Например:

```
In [6]: ip = [10, 1, 1, 1]

In [7]: oct1, oct2, oct3, oct4 = ip
...: print(f'{oct1:08b} {oct2:08b} {oct3:08b} {oct4:08b}')
...:
00001010 00000001 00000001 00000001

In [8]: template = "{:08b}" * 4

In [9]: template.format(*ip)
Out[9]: '00001010 00000001 00000001 00000001'
```

Еще одна ситуация, когда format, как правило, удобней использовать: необходимость использовать в скрипте один и тот же шаблон много раз. F-строка выполнится первый раз и подставит текущие значения переменных и для использования шаблона еще раз, его надо заново писать. Это значит, что в скрипте будут находиться копии одной и той же строки. В то же время format позволяет создать шаблон в одном месте и потом использовать его повторно, подставляя переменные по мере необходимости.

Это можно обойти создав функцию, но создавать функцию для вывода строки по шаблону далеко не всегда оправдано. Пример создания функции:

```
In [1]: def show_me_ip(ip, mask):
...:     return f"IP: {ip}, mask: {mask}"
...:

In [2]: show_me_ip('10.1.1.1', 24)
Out[2]: 'IP: 10.1.1.1, mask: 24'

In [3]: show_me_ip('192.16.10.192', 28)
Out[3]: 'IP: 192.16.10.192, mask: 28'
```

## Распаковка переменных

Распаковка переменных - это специальный синтаксис, который позволяет присваивать переменным элементы итерируемого объекта.

---

**Примечание:** Достаточно часто этот функционал встречается под именем tuple unpacking, но распаковка работает на любом итерируемом объекте, не только с кортежами

---

Пример распаковки переменных:

```
In [1]: interface = ['FastEthernet0/1', '10.1.1.1', 'up', 'up']

In [2]: intf, ip, status, protocol = interface

In [3]: intf
Out[3]: 'FastEthernet0/1'

In [4]: ip
Out[4]: '10.1.1.1'
```

Такой вариант намного удобней использовать, чем использование индексов:

```
In [5]: intf, ip, status, protocol = interface[0], interface[1], interface[2],  
        ↪interface[3]
```

При распаковке переменных каждый элемент списка попадает в соответствующую переменную. Важно учитывать, что переменных слева должно быть ровно столько, сколько элементов в списке.

Если переменных больше или меньше, возникнет исключение:

```
In [6]: intf, ip, status = interface
-----
ValueError           Traceback (most recent call last)
<ipython-input-11-a304c4372bla> in <module>()
----> 1 intf, ip, status = interface

ValueError: too many values to unpack (expected 3)

In [7]: intf, ip, status, protocol, other = interface
-----
ValueError           Traceback (most recent call last)
<ipython-input-12-ac93e78b978c> in <module>()
----> 1 intf, ip, status, protocol, other = interface

ValueError: not enough values to unpack (expected 5, got 4)
```

### **Замена ненужных элементов \_**

Часто из всех элементов итерируемого объекта нужны только некоторые. При этом синтаксис распаковки требует указать ровно столько переменных, сколько элементов в итерируемом объекте.

Если, например, из строки line надо получить только VLAN, MAC и интерфейс, надо все равно указать переменную для типа записи:

```
In [8]: line = '100      01bb.c580.7000      DYNAMIC      Gi0/1'

In [9]: vlan, mac, item_type, intf = line.split()

In [10]: vlan
Out[10]: '100'

In [11]: intf
Out[11]: 'Gi0/1'
```

Если тип записи не нужен в дальнейшем, можно заменить переменную item\_type нижним подчеркиванием:

```
In [12]: vlan, mac, _, intf = line.split()
```

Таким образом явно указывается то, что этот элемент не нужен.

Нижнее подчеркивание можно использовать и несколько раз:

```
In [13]: dhcp = '00:09:BB:3D:D6:58    10.1.10.2          86250      dhcp-snooping  ↵10    FastEthernet0/1'

In [14]: mac, ip, _, _, vlan, intf = dhcp.split()

In [15]: mac
Out[15]: '00:09:BB:3D:D6:58'

In [16]: vlan
Out[16]: '10'
```

### Использование \*

Распаковка переменных поддерживает специальный синтаксис, который позволяет распаковывать несколько элементов в один. Если поставить \* перед именем переменной, в нее запишутся все элементы, кроме тех, что присвоены явно.

Например, так можно получить первый элемент в переменную first, а остальные в rest:

```
In [18]: vlans = [10, 11, 13, 30]

In [19]: first, *rest = vlans

In [20]: first
Out[20]: 10

In [21]: rest
Out[21]: [11, 13, 30]
```

При этом переменная со звездочкой всегда будет содержать список:

```
In [22]: vlans = (10, 11, 13, 30)

In [22]: first, *rest = vlans

In [23]: first
Out[23]: 10

In [24]: rest
Out[24]: [11, 13, 30]
```

Если элемент всего один, распаковка все равно отработает:

```
In [25]: first, *rest = vlans
```

```
In [26]: first
```

```
Out[26]: 55
```

```
In [27]: rest
```

```
Out[27]: []
```

Такая переменная со звездочкой в выражении распаковки может быть только одна.

```
In [28]: vlans = (10, 11, 13, 30)
```

```
In [29]: first, *rest, *others = vlans
```

```
File "<ipython-input-37-dedf7a08933a>", line 1
```

```
    first, *rest, *others = vlans
```

```
^
```

```
SyntaxError: two starred expressions in assignment
```

Такая переменная может находиться не только в конце выражения:

```
In [30]: vlans = (10, 11, 13, 30)
```

```
In [31]: *rest, last = vlans
```

```
In [32]: rest
```

```
Out[32]: [10, 11, 13]
```

```
In [33]: last
```

```
Out[33]: 30
```

Таким образом можно указать, что нужен первый, второй и последний элемент:

```
In [34]: cdp = 'SW1      Eth 0/0      140    S I    WS-C3750-  Eth 0/1'
```

```
In [35]: name, l_intf, *other, r_intf = cdp.split()
```

```
In [36]: name
```

```
Out[36]: 'SW1'
```

```
In [37]: l_intf
```

```
Out[37]: 'Eth'
```

```
In [38]: r_intf
```

```
Out[38]: '0/1'
```

## Примеры распаковки

### Распаковка итерируемых объектов

Эти примеры показывают, что распаковывать можно не только списки, кортежи и строки, но и любой другой итерируемый объект.

Распаковка range:

```
In [39]: first, *rest = range(1,6)

In [40]: first
Out[40]: 1

In [41]: rest
Out[41]: [2, 3, 4, 5]
```

Распаковка zip:

```
In [42]: a = [1,2,3,4,5]

In [43]: b = [100,200,300,400,500]

In [44]: zip(a, b)
Out[44]: <zip at 0xb4df4fac>

In [45]: list(zip(a, b))
Out[45]: [(1, 100), (2, 200), (3, 300), (4, 400), (5, 500)]

In [46]: first, *rest, last = zip(a, b)

In [47]: first
Out[47]: (1, 100)

In [48]: rest
Out[48]: [(2, 200), (3, 300), (4, 400)]

In [49]: last
Out[49]: (5, 500)
```

### Пример распаковки в цикле for

Пример цикла, который проходится по ключам:

```
In [50]: access_template = ['switchport mode access',
...:                         'switchport access vlan',
...:                         'spanning-tree portfast',
...:                         'spanning-tree bpduguard enable']
...:

In [51]: access = {'0/12':10,
...:              '0/14':11,
...:              '0/16':17}
...:

In [52]: for intf in access:
...:     print('interface FastEthernet' + intf)
...:     for command in access_template:
...:         if command.endswith('access vlan'):
...:             print(' {} {}'.format(command, access[intf]))
...:         else:
...:             print(' {}'.format(command))
...:
interface FastEthernet0/12
switchport mode access
switchport access vlan 10
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
interface FastEthernet0/14
switchport mode access
switchport access vlan 11
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
interface FastEthernet0/16
switchport mode access
switchport access vlan 17
spanning-tree portfast
spanning-tree bpduguard enable
```

Вместо этого можно проходиться по парам ключ-значение и сразу же распаковывать их в разные переменные:

```
In [53]: for intf, vlan in access.items():
...:     print('interface FastEthernet' + intf)
...:     for command in access_template:
...:         if command.endswith('access vlan'):
...:             print(' {} {}'.format(command, vlan))
...:         else:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...:         print(' {}'.format(command))
...:
```

Пример распаковки элементов списка в цикле:

```
In [54]: table
Out[54]:
[['100', 'a1b2.ac10.7000', 'DYNAMIC', 'Gi0/1'],
 ['200', 'a0d4.cb20.7000', 'DYNAMIC', 'Gi0/2'],
 ['300', 'acb4.cd30.7000', 'DYNAMIC', 'Gi0/3'],
 ['100', 'a2bb.ec40.7000', 'DYNAMIC', 'Gi0/4'],
 ['500', 'aa4b.c550.7000', 'DYNAMIC', 'Gi0/5'],
 ['200', 'a1bb.1c60.7000', 'DYNAMIC', 'Gi0/6'],
 ['300', 'aa0b.cc70.7000', 'DYNAMIC', 'Gi0/7']]
```

```
In [55]: for line in table:
...:     vlan, mac, _, intf = line
...:     print(vlan, mac, intf)
...
100 a1b2.ac10.7000 Gi0/1
200 a0d4.cb20.7000 Gi0/2
300 acb4.cd30.7000 Gi0/3
100 a2bb.ec40.7000 Gi0/4
500 aa4b.c550.7000 Gi0/5
200 a1bb.1c60.7000 Gi0/6
300 aa0b.cc70.7000 Gi0/7
```

Но еще лучше сделать так:

```
In [56]: for vlan, mac, _, intf in table:
...:     print(vlan, mac, intf)
...
100 a1b2.ac10.7000 Gi0/1
200 a0d4.cb20.7000 Gi0/2
300 acb4.cd30.7000 Gi0/3
100 a2bb.ec40.7000 Gi0/4
500 aa4b.c550.7000 Gi0/5
200 a1bb.1c60.7000 Gi0/6
300 aa0b.cc70.7000 Gi0/7
```

## List, dict, set comprehensions

Python поддерживает специальные выражения, которые позволяют компактно создавать списки, словари и множества.

На английском эти выражения называются, соответственно:

- List comprehensions
- Dict comprehensions
- Set comprehensions

К сожалению, официальный перевод на русский звучит как [абстракция списков или списковое включение](#), что не особо помогает понять суть объекта.

В книге использовался перевод «генератор списка», что, к сожалению, тоже не самый удачный вариант, так как в Python есть отдельное понятие генератор и генераторные выражения, но он лучше отображает суть выражения.

Эти выражения не только позволяют более компактно создавать соответствующие объекты, но и создают их быстрее. И хотя поначалу они требуют определенной привычки использования и понимания, они очень часто используются.

### List comprehensions (генераторы списков)

Генератор списка - это выражение вида:

```
In [1]: vlans = ['vlan {}'.format(num) for num in range(10,16)]
In [2]: print(vlans)
['vlan 10', 'vlan 11', 'vlan 12', 'vlan 13', 'vlan 14', 'vlan 15']
```

В общем случае, это выражение, которое преобразует итерируемый объект в список. То есть, последовательность элементов преобразуется и добавляется в новый список.

Выражению выше аналогичен такой цикл:

```
In [3]: vlans = []
In [4]: for num in range(10,16):
...:     vlans.append('vlan {}'.format(num))
...
In [5]: print(vlans)
['vlan 10', 'vlan 11', 'vlan 12', 'vlan 13', 'vlan 14', 'vlan 15']
```

В list comprehensions можно использовать выражение if. Таким образом можно добавлять в список только некоторые объекты.

Например, такой цикл отбирает те элементы, которые являются числами, конвертирует их и добавляет в итоговый список only\_digits:

```
In [6]: items = ['10', '20', 'a', '30', 'b', '40']

In [7]: only_digits = []

In [8]: for item in items:
...:     if item.isdigit():
...:         only_digits.append(int(item))
...:

In [9]: print(only_digits)
[10, 20, 30, 40]
```

Аналогичный вариант в виде list comprehensions:

```
In [10]: items = ['10', '20', 'a', '30', 'b', '40']

In [11]: only_digits = [int(item) for item in items if item.isdigit()]

In [12]: print(only_digits)
[10, 20, 30, 40]
```

Конечно, далеко не все циклы можно переписать как генератор списка, но когда это можно сделать, и при этом выражение не усложняется, лучше использовать генераторы списка.

---

**Примечание:** В Python генераторы списка могут также заменить функции filter и map и считаются более понятными вариантами решения.

---

С помощью генератора списка также удобно получать элементы из вложенных словарей:

```
In [13]: london_co = {
...:     'r1' : {
...:         'hostname': 'london_r1',
...:         'location': '21 New Globe Walk',
...:         'vendor': 'Cisco',
...:         'model': '4451',
...:         'IOS': '15.4',
...:         'IP': '10.255.0.1'
...:     },
...:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

...:     'r2' : {
...:         'hostname': 'london_r2',
...:         'location': '21 New Globe Walk',
...:         'vendor': 'Cisco',
...:         'model': '4451',
...:         'IOS': '15.4',
...:         'IP': '10.255.0.2'
...:     },
...:     'sw1' : {
...:         'hostname': 'london_sw1',
...:         'location': '21 New Globe Walk',
...:         'vendor': 'Cisco',
...:         'model': '3850',
...:         'IOS': '3.6.XE',
...:         'IP': '10.255.0.101'
...:     }
...: }
```

```
In [14]: [london_co[device]['IOS'] for device in london_co]
Out[14]: ['15.4', '15.4', '3.6.XE']
```

```
In [15]: [london_co[device]['IP'] for device in london_co]
Out[15]: ['10.255.0.1', '10.255.0.2', '10.255.0.101']
```

На самом деле, синтаксис генератора списка выглядит так:

```
[expression for item1 in iterable1 if condition1
    for item2 in iterable2 if condition2
    ...
    for itemN in iterableN if conditionN ]
```

Это значит, можно использовать несколько `for` в выражении.

Например, в списке `vlans` находятся несколько вложенных списков с VLAN'ами:

```
In [16]: vlans = [[10,21,35], [101, 115, 150], [111, 40, 50]]
```

Из этого списка надо сформировать один плоский список с номерами VLAN. Первый вариант — с помощью циклов `for`:

```
In [17]: result = []

In [18]: for vlan_list in vlans:
...:     for vlan in vlan_list:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...:         result.append(vlan)
...:

In [19]: print(result)
[10, 21, 35, 101, 115, 150, 111, 40, 50]
```

Аналогичный вариант с генератором списков:

```
In [20]: vlans = [[10,21,35], [101, 115, 150], [111, 40, 50]]

In [21]: result = [vlan for vlan_list in vlans for vlan in vlan_list]

In [22]: print(result)
[10, 21, 35, 101, 115, 150, 111, 40, 50]
```

Можно одновременно проходиться по двум последовательностям, используя zip:

```
In [23]: vlans = [100, 110, 150, 200]

In [24]: names = ['mngmt', 'voice', 'video', 'dmz']

In [25]: result = ['vlan {}\n name {}'.format(vlan, name) for vlan, name in
    ↪zip(vlans, names)]

In [26]: print('\n'.join(result))
vlan 100
name mngmt
vlan 110
name voice
vlan 150
name video
vlan 200
name dmz
```

## Dict comprehensions (генераторы словарей)

Генераторы словарей аналогичны генераторам списков, но они используются для создания словарей.

Например, такое выражение:

```
In [27]: d = {}
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [28]: for num in range(1,11):
...:     d[num] = num**2
...:

In [29]: print(d)
{1: 1, 2: 4, 3: 9, 4: 16, 5: 25, 6: 36, 7: 49, 8: 64, 9: 81, 10: 100}
```

Можно заменить генератором словаря:

```
In [30]: d = {num: num**2 for num in range(1,11)}

In [31]: print(d)
{1: 1, 2: 4, 3: 9, 4: 16, 5: 25, 6: 36, 7: 49, 8: 64, 9: 81, 10: 100}
```

Еще один пример, в котором надо преобразовать существующий словарь и перевести все ключи в нижний регистр. Для начала, вариант решения без генератора словаря:

```
In [32]: r1 = {'IOS': '15.4',
...:         'IP': '10.255.0.1',
...:         'hostname': 'london_r1',
...:         'location': '21 New Globe Walk',
...:         'model': '4451',
...:         'vendor': 'Cisco'}
...:

In [33]: lower_r1 = {}

In [34]: for key, value in r1.items():
...:     lower_r1[str.lower(key)] = value
...:

In [35]: lower_r1
Out[35]:
{'hostname': 'london_r1',
'ios': '15.4',
'ip': '10.255.0.1',
'location': '21 New Globe Walk',
'model': '4451',
'vendor': 'Cisco'}
```

Аналогичный вариант с помощью генератора словаря:

```
In [36]: r1 = {'IOS': '15.4',
...:         'IP': '10.255.0.1',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...:     'hostname': 'london_r1',
...:     'location': '21 New Globe Walk',
...:     'model': '4451',
...:     'vendor': 'Cisco'}
```

```
In [37]: lower_r1 = {str.lower(key): value for key, value in r1.items()}
```

```
In [38]: lower_r1
Out[38]:
{'hostname': 'london_r1',
 'ios': '15.4',
 'ip': '10.255.0.1',
 'location': '21 New Globe Walk',
 'model': '4451',
 'vendor': 'Cisco'}
```

Как и list comprehensions, dict comprehensions можно делать вложенными. Попробуем аналогичным образом преобразовать ключи во вложенных словарях:

```
In [39]: london_co = {
...:     'r1' : {
...:         'hostname': 'london_r1',
...:         'location': '21 New Globe Walk',
...:         'vendor': 'Cisco',
...:         'model': '4451',
...:         'IOS': '15.4',
...:         'IP': '10.255.0.1'
...:     },
...:     'r2' : {
...:         'hostname': 'london_r2',
...:         'location': '21 New Globe Walk',
...:         'vendor': 'Cisco',
...:         'model': '4451',
...:         'IOS': '15.4',
...:         'IP': '10.255.0.2'
...:     },
...:     'sw1' : {
...:         'hostname': 'london_sw1',
...:         'location': '21 New Globe Walk',
...:         'vendor': 'Cisco',
...:         'model': '3850',
...:         'IOS': '3.6.XE',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

...:     'IP': '10.255.0.101'
...: }
... }

In [40]: lower_london_co = {}

In [41]: for device, params in london_co.items():
...:     lower_london_co[device] = {}
...:     for key, value in params.items():
...:         lower_london_co[device][str.lower(key)] = value
...:

In [42]: lower_london_co
Out[42]:
{'r1': {'hostname': 'london_r1',
 'ios': '15.4',
 'ip': '10.255.0.1',
 'location': '21 New Globe Walk',
 'model': '4451',
 'vendor': 'Cisco'},
'r2': {'hostname': 'london_r2',
 'ios': '15.4',
 'ip': '10.255.0.2',
 'location': '21 New Globe Walk',
 'model': '4451',
 'vendor': 'Cisco'},
'sw1': {'hostname': 'london_sw1',
 'ios': '3.6.XE',
 'ip': '10.255.0.101',
 'location': '21 New Globe Walk',
 'model': '3850',
 'vendor': 'Cisco'}}

```

Аналогичное преобразование с dict comprehensions:

```

In [43]: result = {device: {str.lower(key):value for key, value in params.items()}
...: for device, params in london_co.items()}

In [44]: result
Out[44]:
{'r1': {'hostname': 'london_r1',
 'ios': '15.4',
 'ip': '10.255.0.1',

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'location': '21 New Globe Walk',
'model': '4451',
'vendor': 'Cisco'},
'r2': {'hostname': 'london_r2',
'ios': '15.4',
'ip': '10.255.0.2',
'location': '21 New Globe Walk',
'model': '4451',
'vendor': 'Cisco'},
'sw1': {'hostname': 'london_sw1',
'ios': '3.6.XE',
'ip': '10.255.0.101',
'location': '21 New Globe Walk',
'model': '3850',
'vendor': 'Cisco'}}}
```

## Set comprehensions (генераторы множеств)

Генераторы множеств в целом аналогичны генераторам списков.

Например, надо получить множество с уникальными номерами VLAN'ов:

```
In [45]: vlans = [10, '30', 30, 10, '56']

In [46]: unique_vlans = {int(vlan) for vlan in vlans}

In [47]: unique_vlans
Out[47]: {10, 30, 56}
```

Аналогичное решение, без использования set comprehensions:

```
In [48]: vlans = [10, '30', 30, 10, '56']

In [49]: unique_vlans = set()

In [50]: for vlan in vlans:
...:     unique_vlans.add(int(vlan))
...:

In [51]: unique_vlans
Out[51]: {10, 30, 56}
```

## Работа со словарями

При обработке вывода команд или конфигурации часто надо будет записать итоговые данные в словарь.

Не всегда очевидно, как обрабатывать вывод команд и каким образом в целом подходить к разбору вывода на части. В этом подразделе рассматриваются несколько примеров, с возрастающим уровнем сложности.

### Разбор вывода столбцами

В этом примере будет разбираться вывод команды `sh ip int br`. Из вывода команды нам надо получить соответствия имя интерфейса - IP-адрес. То есть имя интерфейса - это ключ словаря, а IP-адрес - значение. При этом, соответствие надо делать только для тех интерфейсов, у которых назначен IP-адрес.

Пример вывода команды `sh ip int br` (файл `sh_ip_int_br.txt`):

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	
FastEthernet0/0	15.0.15.1	YES	manual	up	
FastEthernet0/1	10.0.12.1	YES	manual	up	
FastEthernet0/2	10.0.13.1	YES	manual	up	
FastEthernet0/3	unassigned	YES	unset	up	down
Loopback0	10.1.1.1	YES	manual	up	
Loopback100	100.0.0.1	YES	manual	up	

Файл `working_with_dict_example_1.py`:

```
result = {}

with open('sh_ip_int_br.txt') as f:
    for line in f:
        line = line.split()
        if line and line[1][0].isdigit():
            interface, address, *other = line
            result[interface] = address

print(result)
```

Команда `sh ip int br` отображает вывод столбцами. Значит нужные поля находятся в одной строке. Скрипт обрабатывает вывод построчно и каждую строку разбивает с помощью метода `split`.

Полученный в итоге список содержит столбцы вывода. Так как из всего вывода нужны только интерфейсы на которых настроен IP-адрес, выполняется проверка первого символа второго столбца: если первый символ число, значит на интерфейсе назначен адрес и эту строку надо обрабатывать.

В строке `interface, address, *other = line` выполняется распаковка переменных. В переменную `interface` попадет имя интерфейса, в `address` попадет IP-адрес, а в `other` все остальные поля.

Так как для каждой строки есть пара ключ и значение, они присваиваются в словарь: `result[interface] = address`.

Результатом выполнения скрипта будет такой словарь (тут он разбит на пары ключ-значение для удобства, в реальном выводе скрипта словарь будет отображаться в одну строку):

```
{'FastEthernet0/0': '15.0.15.1',
 'FastEthernet0/1': '10.0.12.1',
 'FastEthernet0/2': '10.0.13.1',
 'Loopback0': '10.1.1.1',
 'Loopback100': '100.0.0.1'}
```

### Получение ключа и значения из разных строк вывода

Очень часто вывод команд выглядит таким образом, что ключ и значение находятся в разных строках. И надо придумать каким образом обрабатывать вывод, чтобы получить нужное соответствие.

Например, из вывода команды `sh ip interface` надо получить соответствие имени интерфейса - MTU (файл `sh_ip_interface.txt`):

```
Ethernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.100.1/24
  Broadcast address is 255.255.255.255
  Address determined by non-volatile memory
  MTU is 1500 bytes
  Helper address is not set
  ...
Ethernet0/1 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.200.1/24
  Broadcast address is 255.255.255.255
  Address determined by non-volatile memory
  MTU is 1500 bytes
  Helper address is not set
  ...
Ethernet0/2 is up, line protocol is up
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
Internet address is 19.1.1.1/24
Broadcast address is 255.255.255.255
Address determined by non-volatile memory
MTU is 1500 bytes
Helper address is not set
...
```

Имя интерфейса находится в строке вида Ethernet0/0 is up, line protocol is up, а MTU в строке вида MTU is 1500 bytes.

Например, попробуем запоминать каждый раз интерфейс и выводить его значение, когда встречается MTU, вместе со значением MTU:

```
In [2]: with open('sh_ip_interface.txt') as f:
    ...:     for line in f:
    ...:         if 'line protocol' in line:
    ...:             interface = line.split()[0]
    ...:         elif 'MTU is' in line:
    ...:             mtu = line.split()[-2]
    ...:             print('{:15}{}'.format(interface, mtu))
    ...:
Ethernet0/0      1500
Ethernet0/1      1500
Ethernet0/2      1500
Ethernet0/3      1500
Loopback0        1514
```

Вывод организован таким образом, что всегда сначала идет строка с интерфейсом, а затем через несколько строк - строка с MTU. Если запоминать имя интерфейса каждый раз, когда оно встречается, то на момент когда встретится строка с MTU, последний запомненный интерфейс - это тот к которому относится MTU.

Теперь, если необходимо создать словарь с соответствием интерфейс - MTU, достаточно записать значения на момент, когда был найден MTU.

Файл working\_with\_dict\_example\_2.py:

```
result = {}

with open('sh_ip_interface.txt') as f:
    for line in f:
        if 'line protocol' in line:
            interface = line.split()[0]
        elif 'MTU is' in line:
            mtu = line.split()[-2]
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
result[interface] = mtu

print(result)
```

Результатом выполнения скрипта будет такой словарь (тут он разбит на пары ключ-значение для удобства, в реальном выводе скрипта словарь будет отображаться в одну строку):

```
{'Ethernet0/0': '1500',
 'Ethernet0/1': '1500',
 'Ethernet0/2': '1500',
 'Ethernet0/3': '1500',
 'Loopback0': '1514'}
```

Этот прием будет достаточно часто полезен, так как вывод команд, в целом, организован очень похожим образом.

## Вложенный словарь

Если из вывода команды надо получить несколько параметров, очень удобно использовать словарь с вложенным словарем.

Например, из вывода `sh ip interface` надо получить два параметра: IP-адрес и MTU. Для начала, вывод информации:

```
Ethernet0/0 is up, line protocol is up
 Internet address is 192.168.100.1/24
 Broadcast address is 255.255.255.255
 Address determined by non-volatile memory
 MTU is 1500 bytes
 Helper address is not set
 ...

Ethernet0/1 is up, line protocol is up
 Internet address is 192.168.200.1/24
 Broadcast address is 255.255.255.255
 Address determined by non-volatile memory
 MTU is 1500 bytes
 Helper address is not set
 ...

Ethernet0/2 is up, line protocol is up
 Internet address is 19.1.1.1/24
 Broadcast address is 255.255.255.255
 Address determined by non-volatile memory
 MTU is 1500 bytes
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
Helper address is not set
```

```
...
```

На первом этапе каждое значение запоминается в переменную, а затем, выводятся все три значения. Значения выводятся, когда встретилась строка с MTU, потому что она идет последней:

```
In [2]: with open('sh_ip_interface.txt') as f:
    ...:     for line in f:
    ...:         if 'line protocol' in line:
    ...:             interface = line.split()[0]
    ...:         elif 'Internet address' in line:
    ...:             ip_address = line.split()[-1]
    ...:         elif 'MTU' in line:
    ...:             mtu = line.split()[-2]
    ...:         print('{:15}{:17}{}'.format(interface, ip_address, mtu))
    ...:
Ethernet0/0      192.168.100.1/24 1500
Ethernet0/1      192.168.200.1/24 1500
Ethernet0/2      19.1.1.1/24       1500
Ethernet0/3      192.168.230.1/24 1500
Loopback0        4.4.4.4/32       1514
```

Тут используется такой же прием, как в предыдущем примере, но добавляется еще одна вложенность словаря:

```
result = {}

with open('sh_ip_interface.txt') as f:
    for line in f:
        if 'line protocol' in line:
            interface = line.split()[0]
            result[interface] = {}
        elif 'Internet address' in line:
            ip_address = line.split()[-1]
            result[interface]['ip'] = ip_address
        elif 'MTU' in line:
            mtu = line.split()[-2]
            result[interface]['mtu'] = mtu

print(result)
```

Каждый раз, когда встречается интерфейс, в словаре `result` создается ключ с именем интерфейса, которому соответствует пустой словарь. Эта заготовка нужна для того, чтобы на

момент когда встретится IP-адрес или MTU можно было записать параметр во вложенный словарь соответствующего интерфейса.

Результатом выполнения скрипта будет такой словарь (тут он разбит на пары ключ-значение для удобства, в реальном выводе скрипта словарь будет отображаться в одну строку):

```
{'Ethernet0/0': {'ip': '192.168.100.1/24', 'mtu': '1500'},
 'Ethernet0/1': {'ip': '192.168.200.1/24', 'mtu': '1500'},
 'Ethernet0/2': {'ip': '19.1.1.1/24', 'mtu': '1500'},
 'Ethernet0/3': {'ip': '192.168.230.1/24', 'mtu': '1500'},
 'Loopback0': {'ip': '4.4.4.4/32', 'mtu': '1514'}}
```

## Вывод с пустыми значениями

Иногда, в выводе будут попадаться секции с пустыми значениями. Например, в случае с выводом `sh ip interface`, могут попадаться интерфейсы, которые выглядят так:

```
Ethernet0/1 is up, line protocol is up
  Internet protocol processing disabled
Ethernet0/2 is administratively down, line protocol is down
  Internet protocol processing disabled
Ethernet0/3 is administratively down, line protocol is down
  Internet protocol processing disabled
```

Соответственно тут нет MTU или IP-адреса.

И если выполнить предыдущий скрипт для файла с такими интерфейсами, результат будет таким (вывод для файла sh\_ip\_interface2.txt):

```
{'Ethernet0/0': {'ip': '192.168.100.2/24', 'mtu': '1500'},
 'Ethernet0/1': {},
 'Ethernet0/2': {},
 'Ethernet0/3': {},
 'Loopback0': {'ip': '2.2.2.2/32', 'mtu': '1514'}}
```

Если необходимо добавлять интерфейсы в словарь только, когда на интерфейсе назначен IP-адрес, надо перенести создание ключа с именем интерфейса на момент, когда встречается строка с IP-адресом (файл working\_with\_dict\_example\_4.py):

```
result = {}

with open('sh_ip_interface2.txt') as f:
    for line in f:
        if 'line protocol' in line:
            interface = line.split()[0]
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
elif 'Internet address' in line:  
    ip_address = line.split()[-1]  
    result[interface] = {}  
    result[interface]['ip'] = ip_address  
elif 'MTU' in line:  
    mtu = line.split()[-2]  
    result[interface]['mtu'] = mtu  
  
print(result)
```

В этом случае результатом будет такой словарь:

```
{'Ethernet0/0': {'ip': '192.168.100.2/24', 'mtu': '1500'},  
'Loopback0': {'ip': '2.2.2.2/32', 'mtu': '1514'}}
```

## Дополнительные материалы

Документация:

- [PEP 3132 – Extended Iterable Unpacking](#)

Статьи:

- [List, Dict And Set Comprehensions By Example](#) - хорошая статья. И в конце статьи есть несколько упражнений (с ответами)
- [Python List Comprehensions: Explained Visually](#) - отличное объяснение list comprehensions, плюс видео

Stack Overflow:

- [Ответ со множеством вариантов распаковки](#)



## II. Повторное использование кода

При написании кода достаточно часто часть действий повторяется. Это может быть небольшой блок на 3-5 строк, а может быть и достаточно большая последовательность действий.

Копировать код — плохая затея. Так как, если потом понадобится обновить одну из копий, надо будет обновлять и другие.

Вместо этого, надо создать специальный блок кода с именем - функцию. И каждый раз, когда код надо повторить, достаточно вызвать функцию. Функция позволяет не только назвать какой-то блок кода, но и сделать его более абстрактным за счет параметров. Параметры дают возможность передавать разные исходные данные для выполнения функции. И, соответственно, получать разный результат, в зависимости от входящих параметров.

Созданию функций посвящён раздел [9. Функции](#). Кроме того, в разделе [11. Модули](#) рассматриваются полезные встроенные функции.

После разделения кода на функции, достаточно быстро наступает момент, когда необходимо использовать функцию в другом скрипте. Конечно же, копирование функции так же неудобно, как и копирование обычного кода. Для повторного использования кода из другого скрипта Python используются модули.

Одиннадцатый раздел [11. Модули](#) посвящён созданию собственных модулей, а в разделе [12. Полезные модули](#) рассматриваются полезные модули из стандартной библиотеки Python.

Последний раздел [13. Итераторы, итерируемые объекты и генераторы](#) этой части посвящён итерируемым объектам, итераторам и генераторам.

## 9. Функции

Функция - это блок кода, выполняющий определенные действия:

- у функции есть имя, с помощью которого можно запускать этот блок кода сколько угодно раз
  - запуск кода функции называется вызовом функции
- при создании функции, как правило, определяются параметры функции.
  - параметры функции определяют, какие аргументы функция может принимать
  - функциям можно передавать аргументы
  - соответственно, код функции будет выполняться с учетом указанных аргументов

### Зачем нужны функции?

Как правило, задачи, которые решает код, очень похожи и часто имеют что-то общее.

Например, при работе с конфигурационными файлами каждый раз надо выполнять такие действия:

- открытие файла
- удаление (или пропуск) строк, начинающиеся со знака восклицания (для Cisco)
- удаление (или пропуск) пустых строк
- удаление символов перевода строки в конце строк
- преобразование полученного результата в список

Дальше действия могут отличаться в зависимости от того, что нужно делать.

Часто получается, что есть кусок кода, который повторяется. Конечно, его можно копировать из одного скрипта в другой. Но это очень неудобно, так как при внесении изменений в код нужно будет обновить его во всех файлах, в которые он скопирован.

Гораздо проще и правильней вынести этот код в функцию (это может быть и несколько функций).

И тогда будет производиться вызов этой функции - в этом файле или каком-то другом.

В этом разделе рассматривается ситуация, когда функция находится в том же файле.

А в разделе [11. Модули](#) будет рассматриваться, как повторно использовать объекты, которые находятся в других скриптах.

## Создание функций

Создание функции:

- функции создаются с помощью зарезервированного слова **def**
- за **def** следуют имя функции и круглые скобки
- внутри скобок могут указываться параметры, которые функция принимает
- после круглых скобок идет двоеточие и с новой строки, с отступом, идет блок кода, который выполняет функция
- первой строкой, опционально, может быть комментарий, так называемая **docstring**
- в функциях может использоваться оператор **return**
  - он используется для прекращения работы функции и выхода из нее
  - чаще всего, оператор `return` возвращает какое-то значение

---

**Примечание:** Код функций, которые используются в этом подразделе, можно скопировать из файла `create_func.py`

---

Пример функции:

```
In [1]: def configure_intf(intf_name, ip, mask):
...:     print('interface', intf_name)
...:     print('ip address', ip, mask)
...:
```

Функция `configure_intf` создает конфигурацию интерфейса с указанным именем и IP-адресом. У функции есть три параметра: `intf_name`, `ip`, `mask`. При вызове функции в эти параметры попадут реальные данные.

---

**Примечание:** Когда функция создана, она ещё ничего не выполняет. Только при вызове функции действия, которые в ней перечислены, будут выполняться. Это чем-то похоже на ACL в сетевом оборудовании: при создании ACL в конфигурации, он ничего не делает до тех пор, пока не будет куда-то применен.

---

## Вызов функции

При вызове функции нужно указать её имя и передать аргументы, если нужно.

---

**Примечание:** Параметры - это переменные, которые используются при создании функции. Аргументы - это фактические значения (данные), которые передаются функции при вызове.

---

Функция `configure_intf` ожидает при вызове три значения, потому что она была создана с тремя параметрами:

```
In [2]: configure_intf('F0/0', '10.1.1.1', '255.255.255.0')
interface F0/0
ip address 10.1.1.1 255.255.255.0

In [3]: configure_intf('Fa0/1', '94.150.197.1', '255.255.255.248')
interface Fa0/1
ip address 94.150.197.1 255.255.255.248
```

Текущий вариант функции `configure_intf` выводит команды на стандартный поток вывода, команды можно увидеть, но при этом результат функции нельзя сохранить в переменную.

Например, функция `sorted` не просто выводит результат сортировки на стандартный поток вывода, а **возвращает** его, поэтому его можно сохранить в переменную таким образом:

```
In [4]: items = [40, 2, 0, 22]

In [5]: sorted(items)
Out[5]: [0, 2, 22, 40]

In [6]: sorted_items = sorted(items)

In [7]: sorted_items
Out[7]: [0, 2, 22, 40]
```

---

**Примечание:** Обратите внимание на строку `Out[5]` в `ipython`: таким образом `ipython` показывает, что функция/метод что-то возвращает и показывает, что именно возвращает.

---

Если же попытаться записать в переменную результат функции `configure_intf`, в переменной окажется значение `None`:

```
In [8]: result = configure_intf('Fa0/0', '10.1.1.1', '255.255.255.0')
interface Fa0/0
ip address 10.1.1.1 255.255.255.0

In [9]: print(result)
None
```

Чтобы функция могла возвращать какое-то значение, надо использовать оператор `return`.

## Оператор return

Оператор **return** используется для возврата какого-то значения, и в то же время он завершает работу функции. Функция может возвращать любой объект Python. По умолчанию, функция всегда возвращает `None`.

Для того, чтобы функция `configure_intf` возвращала значение, которое потом можно, например, присвоить переменной, надо использовать оператор `return`:

```
In [10]: def configure_intf(intf_name, ip, mask):
...:     config = f'interface {intf_name}\nip address {ip} {mask}'
...:     return config
...:

In [11]: result = configure_intf('Fa0/0', '10.1.1.1', '255.255.255.0')

In [12]: print(result)
interface Fa0/0
ip address 10.1.1.1 255.255.255.0

In [13]: result
Out[13]: 'interface Fa0/0\nip address 10.1.1.1 255.255.255.0'
```

Теперь в переменной `result` находится строка с командами для настройки интерфейса.

В реальной жизни практически всегда функция будет возвращать какое-то значение. Вместе с тем можно использовать выражение `print`, чтобы дополнительно выводить какие-то сообщения.

Ещё один важный аспект работы оператора `return`: после `return`, функция завершает работу, а значит выражения, которые идут после `return`, не выполняются.

Например, в функции ниже, строка «Конфигурация готова» не будет выводиться, так как она стоит после `return`:

```
In [14]: def configure_intf(intf_name, ip, mask):
...:     config = f'interface {intf_name}\nip address {ip} {mask}'
...:     return config
...:     print('Конфигурация готова')
...:

In [15]: configure_intf('Fa0/0', '10.1.1.1', '255.255.255.0')
Out[15]: 'interface Fa0/0\nip address 10.1.1.1 255.255.255.0'
```

Функция может возвращать несколько значений. В этом случае, они пишутся через запятую после оператора `return`. При этом фактически функция возвращает кортеж:

```
In [16]: def configure_intf(intf_name, ip, mask):
...:     config_intf = f'interface {intf_name}\n'
...:     config_ip = f'ip address {ip} {mask}'
...:     return config_intf, config_ip
...:

In [17]: result = configure_intf('Fa0/0', '10.1.1.1', '255.255.255.0')

In [18]: result
Out[18]: ('interface Fa0/0\n', 'ip address 10.1.1.1 255.255.255.0')

In [19]: type(result)
Out[19]: tuple

In [20]: intf, ip_addr = configure_intf('Fa0/0', '10.1.1.1', '255.255.255.0')

In [21]: intf
Out[21]: 'interface Fa0/0\n'

In [22]: ip_addr
Out[22]: 'ip address 10.1.1.1 255.255.255.0'
```

## Документация (docstring)

Первая строка в определении функции - это docstring, строка документации. Это комментарий, который используется как описание функции:

```
In [23]: def configure_intf(intf_name, ip, mask):
...:     """
...:     Функция генерирует конфигурацию интерфейса
...:     """
...:     config_intf = f'interface {intf_name}\n'
...:     config_ip = f'ip address {ip} {mask}'
...:     return config_intf, config_ip
...:

In [24]: configure_intf?
Signature: configure_intf(intf_name, ip, mask)
Docstring: Функция генерирует конфигурацию интерфейса
File:      ~/repos/pyneng-examples-exercises/examples/06_control_structures/
↪<ipython-input-23-2b2bd970db8f>
Type:      function
```

Лучше не лениться писать краткие комментарии, которые описывают работу функции. Например, описать, что функция ожидает на вход, какого типа должны быть аргументы и что будет на выходе. Кроме того, лучше написать пару предложений о том, что делает функция. Это очень поможет, когда через месяц-два вы будете пытаться понять, что делает функция, которую вы же написали.

## Пространства имен. Области видимости

У переменных в Python есть область видимости. В зависимости от места в коде, где переменная была определена, определяется и область видимости, то есть, где переменная будет доступна.

При использовании имен переменных в программе, Python каждый раз ищет, создает или изменяет эти имена в соответствующем пространстве имен. Пространство имен, которое доступно в каждый момент, зависит от области, в которой находится код.

У Python есть правило LEGB, которым он пользуется при поиске переменных.

Например, если внутри функции выполняется обращение к имени переменной, Python ищет переменную в таком порядке по областям видимости (до первого совпадения):

- L (local) - в локальной (внутри функции)
- E (enclosing) - в локальной области объемлющих функций (это те функции, внутри которых находится наша функция)
- G (global) - в глобальной (в скрипте)
- B (built-in) - во встроенной (зарезервированные значения Python)

Соответственно, есть локальные и глобальные переменные:

- локальные переменные:
  - переменные, которые определены внутри функции
  - эти переменные становятся недоступными после выхода из функции
- глобальные переменные:
  - переменные, которые определены вне функции
  - эти переменные „глобальны“ только в пределах модуля
  - например, чтобы они были доступны в другом модуле, их надо импортировать

Пример локальной `intf_config`:

```
In [1]: def configure_intf(intf_name, ip, mask):
...:     intf_config = f'interface {intf_name}\n    ip address {ip} {mask}'
...:     return intf_config
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...:

In [2]: intf_config
-----
NameError                                 Traceback (most recent call last)
<ipython-input-2-5983e972fb1c> in <module>
----> 1 intf_config

NameError: name 'intf_config' is not defined
```

Обратите внимание, что переменная `intf_config` недоступна за пределами функции. Для того чтобы получить результат функции, надо вызвать функцию и присвоить результат в переменную:

```
In [3]: result = configure_intf('F0/0', '10.1.1.1', '255.255.255.0')

In [4]: result
Out[4]: 'interface F0/0\nip address 10.1.1.1 255.255.255.0'
```

## Параметры и аргументы функций

Цель создания функции, как правило, заключается в том, чтобы вынести кусок кода, который выполняет определенную задачу, в отдельный объект. Это позволяет использовать этот кусок кода многократно, не создавая его заново в программе.

Как правило, функция должна выполнять какие-то действия с входящими значениями и на выходе выдавать результат.

При работе с функциями важно различать:

- **параметры** - это переменные, которые используются при создании функции.
- **аргументы** - это фактические значения (данные), которые передаются функции при вызове.

Для того, чтобы функция могла принимать входящие значения, ее нужно создать с параметрами (файл `func_check_passwd.py`):

```
In [1]: def check_passwd(username, password):
...:     if len(password) < 8:
...:         print('Пароль слишком короткий')
...:         return False
...:     elif username in password:
...:         print('Пароль содержит имя пользователя')
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

...:     return False
...: else:
...:     print(f'Пароль для пользователя {username} прошел все проверки')
...:     return True
...:

```

В данном случае, у функции два параметра: `username` и `password`.

Функция проверяет пароль и возвращает `False`, если проверки не прошли и `True` если пароль прошел проверки:

```

In [2]: check_passwd('nata', '12345')
Пароль слишком короткий
Out[2]: False

In [3]: check_passwd('nata', '12345lsdkjflskfdjsnata')
Пароль содержит имя пользователя
Out[3]: False

In [4]: check_passwd('nata', '12345lsdkjflskfdjs')
Пароль для пользователя nata прошел все проверки
Out[4]: True

```

При таком определении функции надо обязательно передать оба аргумента. Если передать только один аргумент, возникнет ошибка:

```

In [5]: check_passwd('nata')
-----
TypeError                                     Traceback (most recent call last)
<ipython-input-5-e07773bb4cc8> in <module>
----> 1 check_passwd('nata')

TypeError: check_passwd() missing 1 required positional argument: 'password'

```

Аналогично, возникнет ошибка, если передать три и больше аргументов.

## Типы параметров функции

При создании функции можно указать, какие аргументы нужно передавать обязательно, а какие нет. Соответственно, функция может быть создана с:

- **обязательными параметрами**
- **необязательными параметрами** (опциональными, параметрами со значением по умолчанию)

## Обязательные параметры

**Обязательные параметры** - определяют, какие аргументы нужно передать функции обязательно. При этом, их нужно передать ровно столько, сколько указано параметров функции (нельзя указать большее или меньшее количество)

Функция с обязательными параметрами (файл func\_params\_types.py):

```
In [1]: def check_passwd(username, password):
...:     if len(password) < 8:
...:         print('Пароль слишком короткий')
...:         return False
...:     elif username in password:
...:         print('Пароль содержит имя пользователя')
...:         return False
...:     else:
...:         print(f'Пароль для пользователя {username} прошел все проверки')
...:         return True
...:
```

Функция `check_passwd` ожидает два аргумента: `username` и `password`.

Функция проверяет пароль и возвращает `False`, если проверки не прошли и `True`, если пароль прошел проверки:

```
In [2]: check_passwd('nata', '12345')
Пароль слишком короткий
Out[2]: False

In [3]: check_passwd('nata', '12345lsdkjflskfdjsnata')
Пароль содержит имя пользователя
Out[3]: False

In [4]: check_passwd('nata', '12345lsdkjflskfdjs')
Пароль для пользователя nata прошел все проверки
Out[4]: True
```

## Необязательные параметры (параметры со значением по умолчанию)

При создании функции можно указывать значение по умолчанию для параметра таким образом: `def check_passwd(username, password, min_length=8)`. В этом случае, параметр `min_length` указан со значением по умолчанию и может не передаваться при вызове функции.

Пример функции `check_passwd` с параметром со значением по умолчанию (файл

`func_check_passwd_optional_param.py`:

```
In [6]: def check_passwd(username, password, min_length=8):
    ...:     if len(password) < min_length:
    ...:         print('Пароль слишком короткий')
    ...:         return False
    ...:     elif username in password:
    ...:         print('Пароль содержит имя пользователя')
    ...:         return False
    ...:     else:
    ...:         print(f'Пароль для пользователя {username} прошел все проверки')
    ...:         return True
    ...:
```

Так как у параметра `min_length` есть значение по умолчанию, соответствующий аргумент можно не указывать при вызове функции, если значение по умолчанию подходит:

```
In [7]: check_passwd('nata', '12345')
Пароль слишком короткий
Out[7]: False
```

Если нужно поменять значение по умолчанию:

```
In [8]: check_passwd('nata', '12345', 3)
Пароль для пользователя nata прошел все проверки
Out[8]: True
```

## Типы аргументов функции

При вызове функции аргументы можно передавать двумя способами:

- как **позиционные** - передаются в том же порядке, в котором они определены при создании функции. То есть, порядок передачи аргументов определяет, какое значение получит каждый аргумент
- как **ключевые** - передаются с указанием имени аргумента и его значения. В таком случае, аргументы могут быть указаны в любом порядке, так как их имя указывается явно.

Позиционные и ключевые аргументы могут быть смешаны при вызове функции. То есть, можно использовать оба способа при передаче аргументов одной и той же функции. При этом сначала должны идти позиционные аргументы, а только потом - ключевые.

Посмотрим на разные способы передачи аргументов на примере функции `check_passwd` (файл `func_check_passwd_optional_param.py`):

```
In [1]: def check_passwd(username, password):
...:     if len(password) < 8:
...:         print('Пароль слишком короткий')
...:         return False
...:     elif username in password:
...:         print('Пароль содержит имя пользователя')
...:         return False
...:     else:
...:         print(f'Пароль для пользователя {username} прошел все проверки')
...:         return True
...:
```

## Позиционные аргументы

Позиционные аргументы при вызове функции надо передать в правильном порядке (поэтому они и называются позиционные).

```
In [2]: check_passwd('nata', '12345')
Пароль слишком короткий
Out[2]: False

In [3]: check_passwd('nata', '12345lsdkjflskfdjsnata')
Пароль содержит имя пользователя
Out[3]: False

In [4]: check_passwd('nata', '12345lsdkjflskfdjs')
Пароль для пользователя nata прошел все проверки
Out[4]: True
```

Если при вызове функции поменять аргументы местами, скорее всего, возникнет ошибка, в зависимости от конкретной функции.

## Ключевые аргументы

### Ключевые аргументы:

- передаются с указанием имени аргумента
- за счет этого они могут передаваться в любом порядке

Если передать оба аргумента как ключевые, можно передавать их в любом порядке:

```
In [9]: check_passwd(password='12345', username='nata', min_length=4)
Пароль для пользователя nata прошел все проверки
Out[9]: True
```

**Предупреждение:** Обратите внимание, что всегда сначала должны идти позиционные аргументы, а затем ключевые.

Если сделать наоборот, возникнет ошибка:

```
In [10]: check_passwd(password='12345', username='nata', 4)
File "<ipython-input-10-7e8246b6b402>", line 1
    check_passwd(password='12345', username='nata', 4)
                                         ^
SyntaxError: positional argument follows keyword argument
```

Но в такой комбинации можно:

```
In [11]: check_passwd('nata', '12345', min_length=3)
Пароль для пользователя nata прошел все проверки
Out[11]: True
```

В реальной жизни зачастую намного понятней и удобней указывать флаги (параметры со значениями True/False) или числовые значения как ключевой аргумент. Если задать хорошее название параметра, то по его имени сразу будет понятно, что именно он делает.

Например, можно добавить флаг, который будет контролировать, выполнять проверку наличия имени пользователя в пароле или нет:

```
In [12]: def check_passwd(username, password, min_length=8, check_username=True):
....:     if len(password) < min_length:
....:         print('Пароль слишком короткий')
....:         return False
....:     elif check_username and username in password:
....:         print('Пароль содержит имя пользователя')
....:         return False
....:     else:
....:         print(f'Пароль для пользователя {username} прошел все проверки')
....:         return True
....:
```

По умолчанию флаг равен True, а значит проверку выполнять надо:

```
In [14]: check_passwd('nata', '12345nata', min_length=3)
```

Пароль содержит имя пользователя

```
Out[14]: False
```

```
In [15]: check_passwd('nata', '12345nata', min_length=3, check_username=True)
```

Пароль содержит имя пользователя

```
Out[15]: False
```

Если указать значение равным `False`, проверка не будет выполняться:

```
In [16]: check_passwd('nata', '12345nata', min_length=3, check_username=False)
```

Пароль для пользователя nata прошел все проверки

```
Out[16]: True
```

## Аргументы переменной длины

Иногда необходимо сделать так, чтобы функция принимала не фиксированное количество аргументов, а любое. Для такого случая в Python можно создавать функцию со специальным параметром, который принимает аргументы переменной длины. Такой параметр может быть как ключевым, так и позиционным.

---

**Примечание:** Даже если вы не будете использовать этот прием в своих скриптах, есть большая вероятность, что вы встретите его в чужом коде.

---

## Позиционные аргументы переменной длины

Параметр, который принимает позиционные аргументы переменной длины, создается добавлением перед именем параметра звездочки. Имя параметра может быть любым, но по договоренности чаще всего используют имя `*args`

Пример функции:

```
In [1]: def sum_arg(a, *args):
....:     print(a, args)
....:     return a + sum(args)
....:
```

Функция `sum_arg` создана с двумя параметрами:

- параметр `a`
  - если передается как позиционный аргумент, должен идти первым

- если передается как ключевой аргумент, то порядок не важен
- параметр \*args - ожидает аргументы переменной длины
  - сюда попадут все остальные аргументы в виде кортежа
  - эти аргументы могут отсутствовать

Вызов функции с разным количеством аргументов:

```
In [2]: sum_arg(1,10,20,30)
1 (10, 20, 30)
Out[2]: 61

In [3]: sum_arg(1,10)
1 (10,)
Out[3]: 11

In [4]: sum_arg(1)
1 ()
Out[4]: 1
```

Можно создать и такую функцию:

```
In [5]: def sum_arg(*args):
....:     print(args)
....:     return sum(args)
....:

In [6]: sum_arg(1, 10, 20, 30)
(1, 10, 20, 30)
Out[6]: 61

In [7]: sum_arg()
()
Out[7]: 0
```

## Ключевые аргументы переменной длины

Параметр, который принимает ключевые аргументы переменной длины, создается добавлением перед именем параметра двух звездочек. Имя параметра может быть любым, но, по договоренности, чаще всего, используют имя \*\*kwargs (от keyword arguments).

Пример функции:

```
In [8]: def sum_arg(a,**kwargs):
....:     print(a, kwargs)
....:     return a + sum(kwargs.values())
....:
```

Функция `sum_arg` создана с двумя параметрами:

- параметр `a`
  - если передается как позиционный аргумент, должен идти первым
  - если передается как ключевой аргумент, то порядок не важен
- параметр `**kwargs` - ожидает ключевые аргументы переменной длины
  - сюда попадут все остальные ключевые аргументы в виде словаря
  - эти аргументы могут отсутствовать

Вызов функции с разным количеством ключевых аргументов:

```
In [9]: sum_arg(a=10, b=10, c=20, d=30)
10 {'c': 20, 'b': 10, 'd': 30}
Out[9]: 70

In [10]: sum_arg(b=10, c=20, d=30, a=10)
10 {'c': 20, 'b': 10, 'd': 30}
Out[10]: 70
```

## Распаковка аргументов

В Python выражения `*args` и `**kwargs` позволяют выполнять ещё одну задачу - **распаковку аргументов**.

До сих пор мы вызывали все функции вручную. И соответственно передавали все нужные аргументы.

В реальности, как правило, данные необходимо передавать в функцию программно. И часто данные идут в виде какого-то объекта Python.

## Распаковка позиционных аргументов

Например, при форматировании строк часто надо передать методу `format` несколько аргументов. И часто эти аргументы уже находятся в списке или кортеже. Чтобы их передать методу `format`, приходится использовать индексы таким образом:

```
In [1]: items = [1,2,3]

In [2]: print('One: {}, Two: {}, Three: {}'.format(items[0], items[1], items[2]))
One: 1, Two: 2, Three: 3
```

Вместо этого, можно воспользоваться распаковкой аргументов и сделать так:

```
In [4]: items = [1,2,3]

In [5]: print('One: {}, Two: {}, Three: {}'.format(*items))
One: 1, Two: 2, Three: 3
```

Еще один пример - функция config\_interface (файл func\_config\_interface\_unpacking.py):

```
In [8]: def config_interface(intf_name, ip_address, mask):
    ...
    interface = f'interface {intf_name}'
    ...
    no_shut = 'no shutdown'
    ...
    ip_addr = f'ip address {ip_address} {mask}'
    ...
    result = [interface, no_shut, ip_addr]
    ...
    return result
    ...:
```

Функция ожидает такие аргументы:

- intf\_name - имя интерфейса
- ip\_address - IP-адрес
- mask - маска

Функция возвращает список строк для настройки интерфейса:

```
In [9]: config_interface('Fa0/1', '10.0.1.1', '255.255.255.0')
Out[9]: ['interface Fa0/1', 'no shutdown', 'ip address 10.0.1.1 255.255.255.0']

In [11]: config_interface('Fa0/10', '10.255.4.1', '255.255.255.0')
Out[11]: ['interface Fa0/10', 'no shutdown', 'ip address 10.255.4.1 255.255.255.0
↪']
```

Допустим, нужно вызвать функцию и передать ей информацию, которая была получена из другого источника, к примеру, из БД.

Например, список interfaces\_info, в котором находятся параметры для настройки интерфейсов:

```
In [14]: interfaces_info = [['Fa0/1', '10.0.1.1', '255.255.255.0'],
    ...
    ['Fa0/2', '10.0.2.1', '255.255.255.0'],
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...:          ['Fa0/3', '10.0.3.1', '255.255.255.0'],
...:          ['Fa0/4', '10.0.4.1', '255.255.255.0'],
...:          ['Lo0', '10.0.0.1', '255.255.255.255']]
```

Если пройтись по списку в цикле и передавать вложенный список как аргумент функции, возникнет ошибка:

```
In [15]: for info in interfaces_info:
...:     print(config_interface(info))
...:

-----
TypeError                                     Traceback (most recent call last)
<ipython-input-15-d34ced60c796> in <module>
      1 for info in interfaces_info:
----> 2     print(config_interface(info))
      3

TypeError: config_interface() missing 2 required positional arguments: 'ip_address'
← and 'mask'
```

Ошибка вполне логичная: функция ожидает три аргумента, а ей передан 1 аргумент - список.

В такой ситуации пригодится распаковка аргументов. Достаточно добавить \* перед передачей списка как аргумента, и ошибки уже не будет:

```
In [16]: for info in interfaces_info:
...:     print(config_interface(*info))
...:

['interface Fa0/1', 'no shutdown', 'ip address 10.0.1.1 255.255.255.0']
['interface Fa0/2', 'no shutdown', 'ip address 10.0.2.1 255.255.255.0']
['interface Fa0/3', 'no shutdown', 'ip address 10.0.3.1 255.255.255.0']
['interface Fa0/4', 'no shutdown', 'ip address 10.0.4.1 255.255.255.0']
['interface Lo0', 'no shutdown', 'ip address 10.0.0.1 255.255.255.255']
```

Python сам „распакует“ список info и передаст в функцию элементы списка как аргументы.

---

**Примечание:** Таким же образом можно распаковывать и кортеж.

---

## Распаковка ключевых аргументов

Аналогичным образом можно распаковывать словарь, чтобы передать его как ключевые аргументы.

Функция check\_passwd (файл func\_check\_passwd\_optional\_param\_2.py):

```
In [19]: def check_passwd(username, password, min_length=8, check_username=True):
...:     if len(password) < min_length:
...:         print('Пароль слишком короткий')
...:         return False
...:     elif check_username and username in password:
...:         print('Пароль содержит имя пользователя')
...:         return False
...:     else:
...:         print(f'Пароль для пользователя {username} прошел все проверки')
...:         return True
...:
```

Список словарей username\_passwd, в которых указано имя пользователя и пароль:

```
In [20]: username_passwd = [{username: 'cisco', 'password': 'cisco'},
...:                      {'username': 'nata', 'password': 'natapass'},
...:                      {'username': 'user', 'password': '123456789'}]
```

Если передать словарь функции check\_passwd, возникнет ошибка:

```
In [21]: for data in username_passwd:
...:     check_passwd(data)
...:

-----
TypeError                                                 Traceback (most recent call last)
<ipython-input-21-ad848f85c77f> in <module>
      1 for data in username_passwd:
      2     check_passwd(data)
      3

TypeError: check_passwd() missing 1 required positional argument: 'password'
```

Ошибка такая, так как функция восприняла словарь как один аргумент и считает что ей не хватает только аргумента password.

Если добавить \*\* перед передачей словаря функции, функция нормально отработает:

```
In [22]: for data in username_passwd:
...:     check_passwd(**data)
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...:  
Пароль слишком короткий  
Пароль содержит имя пользователя  
Пароль для пользователя user прошел все проверки  
  
In [23]: for data in username_passwd:  
...:     print(data)  
...:     check_passwd(**data)  
...:  
{'username': 'cisco', 'password': 'cisco'}  
Пароль слишком короткий  
{'username': 'nata', 'password': 'natapass'}  
Пароль содержит имя пользователя  
{'username': 'user', 'password': '123456789'}  
Пароль для пользователя user прошел все проверки
```

Python распаковывает словарь и передает его в функцию как ключевые аргументы. Запись `check_passwd(**data)` превращается в вызов вида `check_passwd(username='cisco', password='cisco')`.

## Пример использования ключевых аргументов переменной длины и распаковки аргументов

С помощью аргументов переменной длины и распаковки аргументов можно передавать аргументы между функциями. Посмотрим на примере.

Функция `check_passwd` (файл `func_add_user_kwargs_example.py`):

```
In [1]: def check_passwd(username, password, min_length=8, check_username=True):  
...:     if len(password) < min_length:  
...:         print('Пароль слишком короткий')  
...:         return False  
...:     elif check_username and username in password:  
...:         print('Пароль содержит имя пользователя')  
...:         return False  
...:     else:  
...:         print(f'Пароль для пользователя {username} прошел все проверки')  
...:         return True  
...:
```

Функция проверяет пароль и возвращает `True`, если пароль прошел проверки и `False` - если нет.

Вызов функции в ipython:

```
In [3]: check_passwd('nata', '12345', min_length=3)
Пароль для пользователя nata прошел все проверки
Out[3]: True

In [4]: check_passwd('nata', '12345nata', min_length=3)
Пароль содержит имя пользователя
Out[4]: False

In [5]: check_passwd('nata', '12345nata', min_length=3, check_username=False)
Пароль для пользователя nata прошел все проверки
Out[5]: True

In [6]: check_passwd('nata', '12345nata', min_length=3, check_username=True)
Пароль содержит имя пользователя
Out[6]: False
```

Сделаем функцию `add_user_to_users_file`, которая запрашивает пароль для указанного пользователя, проверяет его и запрашивает заново, если пароль не прошел проверки или записывает пользователя и пароль в файл, если пароль прошел проверки.

```
In [7]: def add_user_to_users_file(user, users_filename='users.txt'):
...:     while True:
...:         passwd = input(f'Введите пароль для пользователя {user}: ')
...:         if check_passwd(user, passwd):
...:             break
...:     with open(users_filename, 'a') as f:
...:         f.write(f'{user},{passwd}\n')
...:

In [8]: add_user_to_users_file('nata')
Введите пароль для пользователя nata: natasda
Пароль слишком короткий
Введите пароль для пользователя nata: natasdla;fjd
Пароль содержит имя пользователя
Введите пароль для пользователя nata: salkfdjsalkdjfsal;dfj
Пароль для пользователя nata прошел все проверки

In [9]: cat users.txt
nata,salkfdjsalkdjfsal;dfj
```

В таком варианте функции `add_user_to_users_file` нет возможности регулировать минимальную длину пароля и то надо ли проверять наличие имени пользователя в пароле. В следующем варианте функции `add_user_to_users_file` эти возможности добавлены:

```
In [5]: def add_user_to_users_file(user, users_filename='users.txt', min_length=8,
→ check_username=True):
...:     while True:
...:         passwd = input(f'Введите пароль для пользователя {user}: ')
...:         if check_passwd(user, passwd, min_length, check_username):
...:             break
...:     with open(users_filename, 'a') as f:
...:         f.write(f'{user},{passwd}\n')
...:

In [6]: add_user_to_users_file('nata', min_length=5)
Введите пароль для пользователя nata: natas2342
Пароль содержит имя пользователя
Введите пароль для пользователя nata: dlfjgkd
Пароль для пользователя nata прошел все проверки
```

Теперь при вызове функции можно указать параметр `min_length` или `check_username`. Однако, пришлось повторить параметры функции `check_passwd` в определении функции `add_user_to_users_file`. Это не очень хорошо и, когда параметров много, просто неудобно, особенно если учитывать, что у функции `check_passwd` могут добавиться другие параметры.

Такая ситуация случается довольно часто и в Python есть распространенное решение этой задачи: все аргументы для внутренней функции (в этом случае это `check_passwd`) будут приниматься в `**kwargs`. Затем, при вызове функции `check_passwd` они будут распаковываться в ключевые аргументы тем же синтаксисом `**kwargs`.

```
In [7]: def add_user_to_users_file(user, users_filename='users.txt', **kwargs):
...:     while True:
...:         passwd = input(f'Введите пароль для пользователя {user}: ')
...:         if check_passwd(user, passwd, **kwargs):
...:             break
...:     with open(users_filename, 'a') as f:
...:         f.write(f'{user},{passwd}\n')
...:

In [8]: add_user_to_users_file('nata', min_length=5)
Введите пароль для пользователя nata: alskfdjlksadjf
Пароль для пользователя nata прошел все проверки

In [9]: add_user_to_users_file('nata', min_length=5)
Введите пароль для пользователя nata: 345
Пароль слишком короткий
Введите пароль для пользователя nata: 309487538
Пароль для пользователя nata прошел все проверки
```

В таком варианте в функцию `check_passwd` можно добавлять аргументы без необходимости дублировать их в функции `add_user_to_users_file`.

## Дополнительные материалы

Документация:

- [Defining Functions](#)
- [Built-in Functions](#)
- [Sorting HOW TO](#)
- [Functional Programming HOWTO](#)
- [Функция range](#)

## Задания

**Предупреждение:** Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий есть автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

*Как работать с тестами и основы pytest.*

### Задание 9.1

Создать функцию, которая генерирует конфигурацию для access-портов.

Функция ожидает такие аргументы:

1. словарь с соответствием интерфейс-VLAN такого вида:

```
{'FastEthernet0/12':10,
 'FastEthernet0/14':11,
 'FastEthernet0/16':17}
```

2. шаблон конфигурации access-портов в виде списка команд (список `access_mode_template`)

Функция должна возвращать список всех портов в режиме access с конфигурацией на основе шаблона `access_mode_template`. В конце строк в списке не должно быть символа перевода строки.

В этом задании заготовка для функции уже сделана и надо только продолжить писать само тело функции.

Пример итогового списка (перевод строки после каждого элемента сделан для удобства чтения):

```
[  
    'interface FastEthernet0/12',  
    'switchport mode access',  
    'switchport access vlan 10',  
    'switchport nonegotiate',  
    'spanning-tree portfast',  
    'spanning-tree bpduguard enable',  
    'interface FastEthernet0/17',  
    'switchport mode access',  
    'switchport access vlan 150',  
    'switchport nonegotiate',  
    'spanning-tree portfast',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'spanning-tree bpduguard enable',
...]
```

Проверить работу функции на примере словаря access\_config.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
access_mode_template = [
    'switchport mode access', 'switchport access vlan',
    'switchport nonegotiate', 'spanning-tree portfast',
    'spanning-tree bpduguard enable'
]

access_config = {
    'FastEthernet0/12': 10,
    'FastEthernet0/14': 11,
    'FastEthernet0/16': 17
}

def generate_access_config(intf_vlan_mapping, access_template):
    ...
    intf_vlan_mapping - словарь с соответствием интерфейс-VLAN такого вида:
        {'FastEthernet0/12':10,
         'FastEthernet0/14':11,
         'FastEthernet0/16':17}
    access_template - список команд для порта в режиме access

    Возвращает список всех портов в режиме access с конфигурацией на основе
    ↵шаблона
    ...
```

### Задание 9.1а

Сделать копию функции из задания 9.1.

Дополнить скрипт: ввести дополнительный параметр, который контролирует будет ли настроен port-security:

- имя параметра „psecurity“
- по умолчанию значение None
- для настройки port-security, как значение надо передать список команд port-security (находятся в списке port\_security\_template)

Функция должна возвращать список всех портов в режиме access с конфигурацией на основе шаблона access\_mode\_template и шаблона port\_security\_template, если он был передан. В конце строк в списке не должно быть символа перевода строки.

Проверить работу функции на примере словаря access\_config, с генерацией конфигурации port-security и без.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
access_mode_template = [
    'switchport mode access', 'switchport access vlan',
    'switchport nonegotiate', 'spanning-tree portfast',
    'spanning-tree bpduguard enable'
]

port_security_template = [
    'switchport port-security maximum 2',
    'switchport port-security violation restrict',
    'switchport port-security'
]

access_config = {
    'FastEthernet0/12': 10,
    'FastEthernet0/14': 11,
    'FastEthernet0/16': 17
}
```

## Задание 9.2

Создать функцию generate\_trunk\_config, которая генерирует конфигурацию для trunk-портов.

У функции должны быть такие параметры:

1. int\_vlan\_mapping: ожидает как аргумент словарь с соответствием интерфейс-VLANы такого вида:

```
{'FastEthernet0/1': [10, 20],
'FastEthernet0/2': [11, 30],
'FastEthernet0/4': [17]}
```

2. trunk\_template: ожидает как аргумент шаблон конфигурации trunk-портов в виде списка команд (список trunk\_mode\_template)

Функция должна возвращать список команд с конфигурацией на основе указанных портов и шаблона trunk\_mode\_template. В конце строк в списке не должно быть символа перевода строки.

Проверить работу функции на примере словаря `trunk_config`.

Пример итогового списка (перевод строки после каждого элемента сделан для удобства чтения):

```
[  
'interface FastEthernet0/1',  
'switchport mode trunk',  
'switchport trunk native vlan 999',  
'switchport trunk allowed vlan 10,20,30',  
'interface FastEthernet0/2',  
'switchport mode trunk',  
'switchport trunk native vlan 999',  
'switchport trunk allowed vlan 11,30',  
...]
```

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
trunk_mode_template = [  
    'switchport mode trunk', 'switchport trunk native vlan 999',  
    'switchport trunk allowed vlan'  
]  
  
trunk_config = {  
    'FastEthernet0/1': [10, 20, 30],  
    'FastEthernet0/2': [11, 30],  
    'FastEthernet0/4': [17]  
}
```

### Задание 9.2а

Сделать копию функции `generate_trunk_config` из задания 9.2

Изменить функцию таким образом, чтобы она возвращала не список команд, а словарь:

- ключи: имена интерфейсов, вида „FastEthernet0/1“
- значения: список команд, который надо выполнить на этом интерфейсе

Проверить работу функции на примере словаря `trunk_config` и шаблона `trunk_mode_template`.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
trunk_mode_template = [  
    'switchport mode trunk', 'switchport trunk native vlan 999',  
    'switchport trunk allowed vlan'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
]  
  
trunk_config = {  
    'FastEthernet0/1': [10, 20, 30],  
    'FastEthernet0/2': [11, 30],  
    'FastEthernet0/4': [17]  
}
```

### Задание 9.3

Создать функцию `get_int_vlan_map`, которая обрабатывает конфигурационный файл коммутатора и возвращает кортеж из двух словарей:

1. словарь портов в режиме access, где ключи номера портов, а значения access VLAN:

```
{'FastEthernet0/12': 10,  
 'FastEthernet0/14': 11,  
 'FastEthernet0/16': 17}
```

2. словарь портов в режиме trunk, где ключи номера портов, а значения список разрешенных VLAN:

У функции должен быть один параметр `config_filename`, который ожидает как аргумент имя конфигурационного файла.

Проверить работу функции на примере файла `config_sw1.txt`

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 9.3а

Сделать копию функции `get_int_vlan_map` из задания 9.3.

Дополнить функцию: добавить поддержку конфигурации, когда настройка access-порта выглядит так:

```
interface FastEthernet0/20  
    switchport mode access  
    duplex auto
```

То есть, порт находится в VLAN 1

В таком случае, в словарь портов должна добавляться информация, что порт в VLAN 1

У функции должен быть один параметр `config_filename`, который ожидает как аргумент имя конфигурационного файла.

Проверить работу функции на примере файла config\_sw2.txt

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 9.4

Создать функцию convert\_config\_to\_dict, которая обрабатывает конфигурационный файл коммутатора и возвращает словарь:

- Все команды верхнего уровня (глобального режима конфигурации), будут ключами.
- Если у команды верхнего уровня есть подкоманды, они должны быть в значении у соответствующего ключа, в виде списка (пробелы в начале строки надо удалить).
- Если у команды верхнего уровня нет подкоманд, то значение будет пустым списком

У функции должен быть один параметр config\_filename, который ожидает как аргумент имя конфигурационного файла.

При обработке конфигурационного файла, надо игнорировать строки, которые начинаются с „!“, а также строки в которых содержатся слова из списка ignore. Для проверки надо ли игнорировать строку, использовать функцию ignore\_command.

Проверить работу функции на примере файла config\_sw1.txt

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

```
ignore = ['duplex', 'alias', 'Current configuration']

def ignore_command(command, ignore):
    ...
    Функция проверяет содержится ли в команде слово из списка ignore.

    command - строка. Команда, которую надо проверить
    ignore - список. Список слов

    Возвращает
    * True, если в команде содержится слово из списка ignore
    * False - если нет
    ...
    return any(word in command for word in ignore)
```

## 10. Полезные функции

В этом разделе рассматриваются такие функции:

- print
- range
- sorted
- enumerate
- zip
- all, any
- lambda
- map, filter

### Функция print

Функция `print()` уже не раз использовалась в книге, но до сих пор не рассматривался ее полный синтаксис:

```
print(*items, sep=' ', end='\n', file=sys.stdout, flush=False)
```

Функция `print` выводит все элементы, разделяя их значением `sep`, и завершает вывод значением `end`.

Все элементы, которые передаются как аргументы, конвертируются в строки:

```
In [4]: def f(a):
...:     return a
...:

In [5]: print(1, 2, f, range(10))
1 2 <function f at 0xb4de926c> range(0, 10)
```

Для функций `f` и `range` результат равнозначен применению `str()`:

```
In [6]: str(f)
Out[6]: '<function f at 0xb4de926c>'

In [7]: str(range(10))
Out[7]: 'range(0, 10)'
```

## sep

Параметр `sep` контролирует то, какой разделитель будет использоваться между элементами.

По умолчанию используется пробел:

```
In [8]: print(1, 2, 3)
1 2 3
```

Можно изменить значение `sep` на любую другую строку:

```
In [9]: print(1, 2, 3, sep='| ')
1|2|3

In [10]: print(1, 2, 3, sep='\n')
1
2
3

In [11]: print(1, 2, 3, sep='\n' + '-' * 10 + '\n')
1
-----
2
-----
3
```

---

**Примечание:** Обратите внимание на то, что все аргументы, которые управляют поведением функции `print`, надо передавать как ключевые, а не позиционные.

---

В некоторых ситуациях функция `print` может заменить метод `join`:

```
In [12]: items = [1,2,3,4,5]

In [13]: print(*items, sep=', ')
1, 2, 3, 4, 5
```

## end

Параметр `end` контролирует то, какое значение выведется после вывода всех элементов. По умолчанию используется перевод строки:

```
In [19]: print(1,2,3)
1 2 3
```

Можно изменить значение end на любую другую строку:

```
In [20]: print(1,2,3, end='\n'+'-'*10)
1 2 3
-----
```

## file

Параметр file контролирует то, куда выводятся значения функции print. По умолчанию все выводится на стандартный поток вывода - sys.stdout.

Python позволяет передавать file как аргумент любой объект с методом write(string). За счет этого с помощью print можно записывать строки в файл:

```
In [1]: f = open('result.txt', 'w')

In [2]: for num in range(10):
...:     print('Item {}'.format(num), file=f)
...:

In [3]: f.close()

In [4]: cat result.txt
Item 0
Item 1
Item 2
Item 3
Item 4
Item 5
Item 6
Item 7
Item 8
Item 9
```

## flush

По умолчанию при записи в файл или выводе на стандартный поток вывода вывод буферизуется. Функция print позволяет отключать буферизацию.

Это можно контролировать и в файле

Пример скрипта, который выводит число от 0 до 10 каждую секунду (файл print\_nums.py):

```
import time

for num in range(10):
    print(num)
    time.sleep(1)
```

Попробуйте запустить скрипт и убедитесь, что числа выводятся раз в секунду.

Теперь, аналогичный скрипт, но числа будут выводиться в одной строке (файл `print_nums_oneline.py`):

```
import time

for num in range(10):
    print(num, end=' ')
    time.sleep(1)
```

Попробуйте запустить функцию. Числа не выводятся по одному в секунду, а выводятся все через 10 секунд.

Это связано с тем, что при выводе на стандартный поток вывода `flush` выполняется после перевода строки.

Чтобы скрипт отрабатывал как нужно, необходимо установить `flush` равным `True` (файл `print_nums_oneline_fixed.py`):

```
import time

for num in range(10):
    print(num, end=' ', flush=True)
    time.sleep(1)
```

## Функция range

Функция `range` возвращает неизменяемую последовательность чисел в виде объекта `range`.

Синтаксис функции:

```
range(stop)
range(start, stop[, step])
```

Параметры функции:

- **`start`** - с какого числа начинается последовательность. По умолчанию - 0
- **`stop`** - до какого числа продолжается последовательность чисел. Указанное число не включается в диапазон

- **step** - с каким шагом растут числа. По умолчанию 1

Функция range хранит только информацию о значениях start, stop и step и вычисляет значения по мере необходимости. Это значит, что независимо от размера диапазона, который описывает функция range, она всегда будет занимать фиксированный объем памяти.

Самый простой вариант range - передать только значение stop:

```
In [1]: range(5)
Out[1]: range(0, 5)

In [2]: list(range(5))
Out[2]: [0, 1, 2, 3, 4]
```

Если передаются два аргумента, то первый используется как start, а второй - как stop:

```
In [3]: list(range(1, 5))
Out[3]: [1, 2, 3, 4]
```

И чтобы указать шаг последовательности надо передать три аргумента:

```
In [4]: list(range(0, 10, 2))
Out[4]: [0, 2, 4, 6, 8]

In [5]: list(range(0, 10, 3))
Out[5]: [0, 3, 6, 9]
```

С помощью range можно генерировать и убывающие последовательности чисел:

```
In [6]: list(range(10, 0, -1))
Out[6]: [10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1]

In [7]: list(range(5, -1, -1))
Out[7]: [5, 4, 3, 2, 1, 0]
```

Для получения убывающей последовательности надо использовать отрицательный шаг и соответственно указать start - большим числом, а stop - меньшим.

В убывающей последовательности шаг тоже может быть разным:

```
In [8]: list(range(10, 0, -2))
Out[8]: [10, 8, 6, 4, 2]
```

Функция поддерживает отрицательные значения start и stop:

```
In [9]: list(range(-10, 0, 1))
Out[9]: [-10, -9, -8, -7, -6, -5, -4, -3, -2, -1]
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [10]: list(range(0, -10, -1))
Out[10]: [0, -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9]
```

Объект range поддерживает все [операции](#), которые поддерживают последовательности в Python, кроме сложения и умножения.

Проверка, входит ли число в диапазон, который описывает range:

```
In [11]: nums = range(5)

In [12]: nums
Out[12]: range(0, 5)

In [13]: 3 in nums
Out[13]: True

In [14]: 7 in nums
Out[14]: False
```

---

**Примечание:** Начиная с версии Python 3.2, эта проверка выполняется за постоянное время ( $O(1)$ ).

---

Можно получить конкретный элемент диапазона:

```
In [15]: nums = range(5)

In [16]: nums[0]
Out[16]: 0

In [17]: nums[-1]
Out[17]: 4
```

Range поддерживает срезы:

```
In [18]: nums = range(5)

In [19]: nums[1:]
Out[19]: range(1, 5)

In [20]: nums[:3]
Out[20]: range(0, 3)
```

Можно получить длину диапазона:

```
In [21]: nums = range(5)

In [22]: len(nums)
Out[22]: 5
```

А также минимальный и максимальный элемент:

```
In [23]: nums = range(5)

In [24]: min(nums)
Out[24]: 0

In [25]: max(nums)
Out[25]: 4
```

Кроме того, объект range поддерживает метод index:

```
In [26]: nums = range(1, 7)

In [27]: nums.index(3)
Out[27]: 2
```

## Функция sorted

Функция sorted() возвращает новый отсортированный список, который получен из итерируемого объекта, который был передан как аргумент. Функция также поддерживает дополнительные параметры, которые позволяют управлять сортировкой.

Первый аспект, на который важно обратить внимание - sorted возвращает список.

Если сортировать список элементов, то возвращается новый список:

```
In [1]: list_of_words = ['one', 'two', 'list', '', 'dict']

In [2]: sorted(list_of_words)
Out[2]: ['', 'dict', 'list', 'one', 'two']
```

При сортировке кортежа также возвращается список:

```
In [3]: tuple_of_words = ('one', 'two', 'list', '', 'dict')

In [4]: sorted(tuple_of_words)
Out[4]: ['', 'dict', 'list', 'one', 'two']
```

Сортировка множества:

```
In [5]: set_of_words = {'one', 'two', 'list', '', 'dict'}
In [6]: sorted(set_of_words)
Out[6]: ['', 'dict', 'list', 'one', 'two']
```

Сортировка строки:

```
In [7]: string_to_sort = 'long string'
In [8]: sorted(string_to_sort)
Out[8]: [' ', 'g', ' ', 'i', 'l', 'n', 'n', 'o', 'r', 's', 't']
```

Если передать sorted словарь, функция вернет отсортированный список ключей:

```
In [9]: dict_for_sort = {
...:     'id': 1,
...:     'name':'London',
...:     'IT_VLAN':320,
...:     'User_VLAN':1010,
...:     'Mngmt_VLAN':99,
...:     'to_name': None,
...:     'to_id': None,
...:     'port':'G1/0/11'
...: }

In [10]: sorted(dict_for_sort)
Out[10]:
['IT_VLAN',
 'Mngmt_VLAN',
 'User_VLAN',
 'id',
 'name',
 'port',
 'to_id',
 'to_name']
```

## reverse

Флаг reverse позволяет управлять порядком сортировки. По умолчанию сортировка будет по возрастанию элементов.

Указав флаг reverse, можно поменять порядок:

```
In [11]: list_of_words = ['one', 'two', 'list', '', 'dict']

In [12]: sorted(list_of_words)
Out[12]: ['', 'dict', 'list', 'one', 'two']

In [13]: sorted(list_of_words, reverse=True)
Out[13]: ['two', 'one', 'list', 'dict', '']
```

## key

С помощью параметра `key` можно указывать, как именно выполнять сортировку. Параметр `key` ожидает функцию, с помощью которой должно быть выполнено сравнение.

Например, таким образом можно отсортировать список строк по длине строки:

```
In [14]: list_of_words = ['one', 'two', 'list', '', 'dict']

In [15]: sorted(list_of_words, key=len)
Out[15]: ['', 'one', 'two', 'list', 'dict']
```

Если нужно отсортировать ключи словаря, но при этом игнорировать регистр строк:

```
In [16]: dict_for_sort = {
    ...:     'id': 1,
    ...:     'name':'London',
    ...:     'IT_VLAN':320,
    ...:     'User_VLAN':1010,
    ...:     'Mngmt_VLAN':99,
    ...:     'to_name': None,
    ...:     'to_id': None,
    ...:     'port':'G1/0/11'
    ...: }

In [17]: sorted(dict_for_sort, key=str.lower)
Out[17]:
['id',
 'IT_VLAN',
 'Mngmt_VLAN',
 'name',
 'port',
 'to_id',
 'to_name',
 'User_VLAN']
```

Параметру key можно передавать любые функции, не только встроенные. Также тут удобно использовать анонимную функцию lambda.

С помощью параметра key можно сортировать объекты не по первому элементу, а по любому другому. Но для этого надо использовать или функцию lambda, или специальные функции из модуля operator.

Например, чтобы отсортировать список кортежей из двух элементов по второму элементу, надо использовать такой прием:

```
In [18]: from operator import itemgetter

In [19]: list_of_tuples = [('IT_VLAN', 320),
...: ('Mngmt_VLAN', 99),
...: ('User_VLAN', 1010),
...: ('DB_VLAN', 11)]

In [20]: sorted(list_of_tuples, key=itemgetter(1))
Out[20]: [('DB_VLAN', 11), ('Mngmt_VLAN', 99), ('IT_VLAN', 320), ('User_VLAN', 1010)]
```

## enumerate

Иногда, при переборе объектов в цикле for, нужно не только получить сам объект, но и его порядковый номер. Это можно сделать, создав дополнительную переменную, которая будет расти на единицу с каждым прохождением цикла. Однако, гораздо удобнее это делать с помощью итератора enumerate().

Базовый пример:

```
In [15]: list1 = ['str1', 'str2', 'str3']

In [16]: for position, string in enumerate(list1):
...:     print(position, string)
...:
0 str1
1 str2
2 str3
```

enumerate() умеет считать не только с нуля, но и с любого значение, которое ему указали после объекта:

```
In [17]: list1 = ['str1', 'str2', 'str3']

In [18]: for position, string in enumerate(list1, 100):
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...:     print(position, string)
...:
100 str1
101 str2
102 str3
```

Иногда нужно проверить, что сгенерировал итератор, как правило, на стадии написания скрипта. Если необходимо увидеть содержимое, которое сгенерирует итератор, полностью, можно воспользоваться функцией `list`:

```
In [19]: list1 = ['str1', 'str2', 'str3']

In [20]: list(enumerate(list1, 100))
Out[20]: [(100, 'str1'), (101, 'str2'), (102, 'str3')]
```

## Пример использования `enumerate` для EEM

В этом примере используется Cisco **EEM**. Если в двух словах, то EEM позволяет выполнять какие-то действия (action) в ответ на событие (event).

Выглядит applet EEM так:

```
event manager applet Fa0/1_no_shut
event syslog pattern "Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state
↪to down"
action 1 cli command "enable"
action 2 cli command "conf t"
action 3 cli command "interface fa0/1"
action 4 cli command "no sh"
```

В EEM, в ситуации, когда действий выполнить нужно много, неудобно каждый раз набирать `action x cli command`. Плюс, чаще всего, уже есть готовый кусок конфигурации, который должен выполнить EEM.

С помощью простого Python-скрипта можно сгенерировать команды EEM на основании существующего списка команд (файл `enumerate_eem.py`):

```
import sys

config = sys.argv[1]

with open(config, 'r') as f:
    for i, command in enumerate(f, 1):
        print('action {:04} cli command "{}"\n'.format(i, command.rstrip()))
```

В данном примере командычитываются из файла, а затем к каждой строке добавляется приставка, которая нужна для EEM.

Файл с командами выглядит так (r1\_config.txt):

```
en
conf t
no int Gi0/0/0.300
no int Gi0/0/0.301
no int Gi0/0/0.302
int range gi0/0/0-2
    channel-group 1 mode active
interface Port-channel1.300
    encapsulation dot1Q 300
    vrf forwarding Management
    ip address 10.16.19.35 255.255.255.248
```

Вывод будет таким:

```
$ python enumerate_eem.py r1_config.txt
action 0001 cli command "en"
action 0002 cli command "conf t"
action 0003 cli command "no int Gi0/0/0.300"
action 0004 cli command "no int Gi0/0/0.301"
action 0005 cli command "no int Gi0/0/0.302"
action 0006 cli command "int range gi0/0/0-2"
action 0007 cli command " channel-group 1 mode active"
action 0008 cli command "interface Port-channel1.300"
action 0009 cli command " encapsulation dot1Q 300"
action 0010 cli command " vrf forwarding Management"
action 0011 cli command " ip address 10.16.19.35 255.255.255.248"
```

## Функция zip

Функция `zip()`:

- на вход функции передаются последовательности
- `zip()` возвращает итератор с кортежами, в котором n-ый кортеж состоит из n-ых элементов последовательностей, которые были переданы как аргументы
- например, десятый кортеж будет содержать десятый элемент каждой из переданных последовательностей
- если на вход были переданы последовательности разной длины, то все они будут отрезаны по самой короткой последовательности

- порядок элементов соблюдается

---

**Примечание:** Так как zip - это итератор, для отображение его содержимого используется list()

---

Пример использования zip:

```
In [1]: a = [1,2,3]
In [2]: b = [100,200,300]
In [3]: list(zip(a,b))
Out[3]: [(1, 100), (2, 200), (3, 300)]
```

Использование zip() со списками разной длины:

```
In [4]: a = [1,2,3,4,5]
In [5]: b = [10,20,30,40,50]
In [6]: c = [100,200,300]
In [7]: list(zip(a,b,c))
Out[7]: [(1, 10, 100), (2, 20, 200), (3, 30, 300)]
```

## Использование zip для создания словаря

Пример использования zip для создания словаря:

```
In [4]: d_keys = ['hostname', 'location', 'vendor', 'model', 'IOS', 'IP']
In [5]: d_values = ['london_r1', '21 New Globe Walk', 'Cisco', '4451', '15.4',
   ↵ '10.255.0.1']

In [6]: list(zip(d_keys,d_values))
Out[6]:
[('hostname', 'london_r1'),
 ('location', '21 New Globe Walk'),
 ('vendor', 'Cisco'),
 ('model', '4451'),
 ('IOS', '15.4'),
 ('IP', '10.255.0.1')]
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [7]: dict(zip(d_keys,d_values))
Out[7]:
{'IOS': '15.4',
'IP': '10.255.0.1',
'hostname': 'london_r1',
'location': '21 New Globe Walk',
'model': '4451',
'vendor': 'Cisco'}
In [8]: r1 = dict(zip(d_keys,d_values))

In [9]: r1
Out[9]:
{'IOS': '15.4',
'IP': '10.255.0.1',
'hostname': 'london_r1',
'location': '21 New Globe Walk',
'model': '4451',
'vendor': 'Cisco'}
```

В примере ниже есть отдельный список, в котором хранятся ключи, и словарь, в котором хранится в виде списка (чтобы сохранить порядок) информация о каждом устройстве.

Соберем их в словарь с ключами из списка и информацией из словаря data:

```
In [10]: d_keys = ['hostname', 'location', 'vendor', 'model', 'IOS', 'IP']

In [11]: data = {
    ....: 'r1': ['london_r1', '21 New Globe Walk', 'Cisco', '4451', '15.4', '10.
    ↪255.0.1'],
    ....: 'r2': ['london_r2', '21 New Globe Walk', 'Cisco', '4451', '15.4', '10.
    ↪255.0.2'],
    ....: 'sw1': ['london_sw1', '21 New Globe Walk', 'Cisco', '3850', '3.6.XE',
    ↪'10.255.0.101'],
    ....: }

In [12]: london_co = {}

In [13]: for k in data.keys():
    ....:     london_co[k] = dict(zip(d_keys,data[k]))
    ....:

In [14]: london_co
Out[14]:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
{'r1': {'IOS': '15.4',
        'IP': '10.255.0.1',
        'hostname': 'london_r1',
        'location': '21 New Globe Walk',
        'model': '4451',
        'vendor': 'Cisco'},
'r2': {'IOS': '15.4',
        'IP': '10.255.0.2',
        'hostname': 'london_r2',
        'location': '21 New Globe Walk',
        'model': '4451',
        'vendor': 'Cisco'},
'sw1': {'IOS': '3.6.XE',
        'IP': '10.255.0.101',
        'hostname': 'london_sw1',
        'location': '21 New Globe Walk',
        'model': '3850',
        'vendor': 'Cisco'}}}
```

## Функция all

Функция `all()` возвращает `True`, если все элементы истинные (или объект пустой).

```
In [1]: all([False, True, True])
Out[1]: False

In [2]: all([True, True, True])
Out[2]: True

In [3]: all([])
Out[3]: True
```

Например, с помощью `all` можно проверить, все ли октеты в IP-адресе являются числами:

```
In [4]: IP = '10.0.1.1'

In [5]: all(i.isdigit() for i in IP.split('.'))
Out[5]: True

In [6]: all(i.isdigit() for i in '10.1.1.a'.split('.'))
Out[6]: False
```

## Функция any

Функция any() возвращает True, если хотя бы один элемент истинный.

```
In [7]: any([False, True, True])
Out[7]: True

In [8]: any([False, False, False])
Out[8]: False

In [9]: any([])
Out[9]: False

In [10]: any( i.isdigit() for i in '10.1.1.a'.split('.'))
Out[10]: True
```

Например, с помощью any, можно заменить функцию ignore\_command:

```
def ignore_command(command):
    ...

    Функция проверяет содержится ли в команде слово из списка ignore.
    * command - строка. Команду, которую надо проверить
    * Возвращает True, если в команде содержится слово из списка ignore, False - если нет
    ...

    ignore = ['duplex', 'alias', 'Current configuration']

    for word in ignore:
        if word in command:
            return True
    return False
```

На такой вариант:

```
def ignore_command(command):
    ...

    Функция проверяет содержится ли в команде слово из списка ignore.
    command - строка. Команду, которую надо проверить
    Возвращает True, если в команде содержится слово из списка ignore, False - если нет
    ...

    ignore = ['duplex', 'alias', 'Current configuration']

    return any(word in command for word in ignore)
```

## Анонимная функция (лямбда-выражение)

В Python лямбда-выражение позволяет создавать анонимные функции - функции, которые не привязаны к имени.

В анонимной функции:

- может содержаться только одно выражение
- могут передаваться сколько угодно аргументов

Стандартная функция:

```
In [1]: def sum_arg(a, b): return a + b  
  
In [2]: sum_arg(1,2)  
Out[2]: 3
```

Аналогичная анонимная функция, или лямбда-функция:

```
In [3]: sum_arg = lambda a, b: a + b  
  
In [4]: sum_arg(1,2)  
Out[4]: 3
```

Обратите внимание, что в определении лямбда-функции нет оператора `return`, так как в этой функции может быть только одно выражение, которое всегда возвращает значение и завершает работу функции.

Лямбда-функцию удобно использовать в выражениях, где требуется написать небольшую функцию для обработки данных.

Например, в функции `sorted` лямбда-выражение можно использовать для указания ключа для сортировки:

```
In [5]: list_of_tuples = [('IT_VLAN', 320),  
...: ('Mngmt_VLAN', 99),  
...: ('User_VLAN', 1010),  
...: ('DB_VLAN', 11)]  
  
In [6]: sorted(list_of_tuples, key=lambda x: x[1])  
Out[6]: [('DB_VLAN', 11), ('Mngmt_VLAN', 99), ('IT_VLAN', 320), ('User_VLAN', 1010)]
```

Также лямбда-функция пригодится в функциях `map` и `filter`, которые будут рассматриваться в следующих разделах.

## Функция map

Функция map применяет функцию к каждому элементу последовательности и возвращает итератор с результатами.

Например, с помощью map можно выполнять преобразования элементов. Перевести все строки в верхний регистр:

```
In [1]: list_of_words = ['one', 'two', 'list', '', 'dict']

In [2]: map(str.upper, list_of_words)
Out[2]: <map at 0xb45eb7ec>

In [3]: list(map(str.upper, list_of_words))
Out[3]: ['ONE', 'TWO', 'LIST', '', 'DICT']
```

Конвертация в числа:

```
In [3]: list_of_str = ['1', '2', '5', '10']

In [4]: list(map(int, list_of_str))
Out[4]: [1, 2, 5, 10]
```

Вместе с map удобно использовать лямбда-выражения:

```
In [5]: vlans = [100, 110, 150, 200, 201, 202]

In [6]: list(map(lambda x: 'vlan {}'.format(x), vlans))
Out[6]: ['vlan 100', 'vlan 110', 'vlan 150', 'vlan 200', 'vlan 201', 'vlan 202']
```

Если функция, которую использует map(), ожидает два аргумента, то передаются два списка:

```
In [7]: nums = [1, 2, 3, 4, 5]

In [8]: nums2 = [100, 200, 300, 400, 500]

In [9]: list(map(lambda x, y: x*y, nums, nums2))
Out[9]: [100, 400, 900, 1600, 2500]
```

## List comprehension вместо map

Как правило, вместо map можно использовать list comprehension. Чаще всего, вариант с list comprehension более понятный, а в некоторых случаях даже быстрее.

Ответ Alex Martelli со сравнением map и list comprehension

Но map может быть эффективней в том случае, когда надо сгенерировать большое количество элементов, так как map - итератор, а list comprehension генерирует список.

Примеры, аналогичные приведенным выше, в варианте с list comprehension.

Перевести все строки в верхний регистр:

```
In [48]: list_of_words = ['one', 'two', 'list', '', 'dict']

In [49]: [ str.upper(word) for word in list_of_words ]
Out[49]: ['ONE', 'TWO', 'LIST', '', 'DICT']
```

Конвертация в числа:

```
In [50]: list_of_str = ['1', '2', '5', '10']

In [51]: [ int(i) for i in list_of_str ]
Out[51]: [1, 2, 5, 10]
```

Форматирование строк:

```
In [52]: vlans = [100, 110, 150, 200, 201, 202]

In [53]: [ 'vlan {}'.format(x) for x in vlans ]
Out[53]: ['vlan 100', 'vlan 110', 'vlan 150', 'vlan 200', 'vlan 201', 'vlan 202']
```

Для получения пар элементов используется zip:

```
In [54]: nums = [1, 2, 3, 4, 5]

In [55]: nums2 = [100, 200, 300, 400, 500]

In [56]: [ x*y for x, y in zip(nums,nums2) ]
Out[56]: [100, 400, 900, 1600, 2500]
```

## Функция filter

Функция filter() применяет функцию ко всем элементам последовательности и возвращает итератор с теми объектами, для которых функция вернула True.

Например, вернуть только те строки, в которых находятся числа:

```
In [1]: list_of_strings = ['one', 'two', 'list', '', 'dict', '100', '1', '50']

In [2]: filter(str.isdigit, list_of_strings)
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
Out[2]: <filter at 0xb45eb1cc>

In [3]: list(filter(str.isdigit, list_of_strings))
Out[3]: ['100', '1', '50']
```

Из списка чисел оставить только нечетные:

```
In [3]: list(filter(lambda x: x%2, [10, 111, 102, 213, 314, 515]))
Out[3]: [111, 213, 515]
```

Аналогично, только четные:

```
In [4]: list(filter(lambda x: not x%2, [10, 111, 102, 213, 314, 515]))
Out[4]: [10, 102, 314]
```

Из списка слов оставить только те, у которых количество букв больше двух:

```
In [5]: list_of_words = ['one', 'two', 'list', '', 'dict']

In [6]: list(filter(lambda x: len(x) > 2, list_of_words))
Out[6]: ['one', 'two', 'list', 'dict']
```

## List comprehension вместо filter

Как правило, вместо filter можно использовать list comprehension.

Примеры, аналогичные приведенным выше, в варианте с list comprehension.

Вернуть только те строки, в которых находятся числа:

```
In [7]: list_of_strings = ['one', 'two', 'list', '', 'dict', '100', '1', '50']

In [8]: [ s for s in list_of_strings if s.isdigit() ]
Out[8]: ['100', '1', '50']
```

Нечетные/четные числа:

```
In [9]: nums = [10, 111, 102, 213, 314, 515]

In [10]: [ n for n in nums if n % 2 ]
Out[10]: [111, 213, 515]

In [11]: [ n for n in nums if not n % 2 ]
Out[11]: [10, 102, 314]
```

Из списка слов оставить только те, у которых количество букв больше двух:

```
In [12]: list_of_words = ['one', 'two', 'list', '', 'dict']
```

```
In [13]: [ word for word in list_of_words if len(word) > 2 ]
```

```
Out[13]: ['one', 'two', 'list', 'dict']
```

## 11. Модули

Модуль в Python - это обычный текстовый файл с кодом Python и расширением **.py**. Он позволяет логически упорядочить и сгруппировать код.

Разделение на модули может быть, например, по такой логике:

- разделение данных, форматирования и логики кода
- группировка функций и других объектов по функционалу

Модули хороши тем, что позволяют повторно использовать уже написанный код и не копировать его (например, не копировать когда-то написанную функцию).

### Импорт модуля

В Python есть несколько способов импорта модуля:

- `import module`
- `import module as`
- `from module import object`
- `from module import *`

`import module`

Вариант `import module`:

```
In [1]: dir()
Out[1]:
['In',
 'Out',
 ...
 'exit',
 'get_ipython',
 'quit']
```

```
In [2]: import os
```

```
In [3]: dir()
Out[3]:
['In',
 'Out',
 ...]
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'exit',
'get_ipython',
'os',
'quit']
```

После импорта модуль `os` появился в выводе `dir()`. Это значит, что он теперь в текущем именном пространстве.

Чтобы вызвать какую-то функцию или метод из модуля `os`, надо указать `os.` и затем имя объекта:

```
In [4]: os.getlogin()
Out[4]: 'natasha'
```

Этот способ импорта хорош тем, что объекты модуля не попадают в именное пространство текущей программы. То есть, если создать функцию с именем `getlogin()`, она не будет конфликтовать с аналогичной функцией модуля `os`.

---

**Примечание:** Если в имени файла содержится точка, стандартный способ импортирования не будет работать. Для таких случаев используется [другой способ](#).

---

```
import module as
```

Конструкция **import module as** позволяет импортировать модуль под другим именем (как правило, более коротким):

```
In [1]: import subprocess as sp

In [2]: sp.check_output('ping -c 2 -n 8.8.8.8', shell=True)
Out[2]: 'PING 8.8.8.8 (8.8.8.8): 56 data bytes\n64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=0
ttl=48 time=49.880 ms\n64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=48 time=46.875 ms
--- 8.8.8.8 ping statistics ---\n2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss\nround-trip min/avg/max/stddev = 46.875/48.377/49.880/1.503 ms'
```

```
from module import object
```

Вариант **from module import object** удобно использовать, когда из всего модуля нужны только одна-две функции:

```
In [1]: from os import getlogin, getcwd
```

Теперь эти функции доступны в текущем именном пространстве:

```
In [2]: dir()
Out[2]:
['In',
 'Out',
 ...
 'exit',
 'get_ipython',
 'getcwd',
 'getlogin',
 'quit']
```

Их можно вызывать без имени модуля:

```
In [3]: getlogin()
Out[3]: 'natasha'

In [4]: getcwd()
Out[4]: '/Users/natasha/Desktop/Py_net_eng/code_test'
```

```
from module import *
```

Вариант `from module import *` импортирует все имена модуля в текущее именное пространство:

```
In [1]: from os import *

In [2]: dir()
Out[2]:
['EX_CANTCREATE',
 'EX_CONFIG',
 ...
 'wait',
 'wait3',
 'wait4',
 'waitpid',
 'walk',
 'write']
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [3]: len(dir())
Out[3]: 218
```

В модуле os очень много объектов, поэтому вывод сокращен. В конце указана длина списка имен текущего именного пространства.

Такой вариант импорта лучше не использовать. При таком импорте по коду непонятно, что какая-то функция взята, например, из модуля os. Это заметно усложняет понимание кода.

## Создание своих модулей

Модуль - это файл с расширением .py и кодом Python.

Пример создания своих модулей и импорта функции из одного модуля в другой.

Файл check\_ip\_function.py:

```
import ipaddress

def check_ip(ip):
    try:
        ipaddress.ip_address(ip)
        return True
    except ValueError as err:
        return False

ip1 = '10.1.1.1'
ip2 = '10.1.1'

print('Проверка IP...')
print(ip1, check_ip(ip1))
print(ip2, check_ip(ip2))
```

В файле check\_ip\_function.py создана функция check\_ip, которая проверяет, что аргумент является IP-адресом. Тут проверка выполняется с помощью модуля ipaddress, который будет рассматриваться в следующем разделе.

Функция ipaddress.ip\_address сама проверяет правильность IP-адреса и генерирует исключение ValueError, если адрес не прошел проверку.

Функция check\_ip возвращает True, если адрес прошел проверку и False - если нет.

Если запустить скрипт check\_ip\_function.py вывод будет таким:

```
$ python check_ip_function.py
Проверка IP...
10.1.1.1 True
10.1.1 False
```

Второй скрипт импортирует функцию `check_ip` и использует ее для того чтобы из списка адресов отобрать только те, которые прошли проверку (файл `get_correct_ip.py`):

```
from check_ip_function import check_ip

def return_correct_ip(ip_addresses):
    correct = []
    for ip in ip_addresses:
        if check_ip(ip):
            correct.append(ip)
    return correct

print('Проверка списка IP-адресов')
ip_list = ['10.1.1.1', '8.8.8.8', '2.2.2']
correct = return_correct_ip(ip_list)
print(correct)
```

В первой строке выполняется импорт функции `check_ip` из модуля `check_ip_function.py`.

Результат выполнения скрипта:

```
$ python get_correct_ip.py
Проверка IP...
10.1.1.1 True
10.1.1 False
Проверка списка IP-адресов
['10.1.1.1', '8.8.8.8']
```

Обратите внимание, что выведена не только информация из скрипта `get_correct_ip.py`, но и информация из скрипта `check_ip_function.py`. Так происходит из-за того, что любая разновидность `import` выполняет весь скрипт. То есть, даже когда импорт выглядит как `from check_ip_function import check_ip`, выполняется весь скрипт `check_ip_function.py`, а не только функция `check_ip`. В итоге будут выводиться все сообщения импортируемого скрипта.

Сообщения из импортируемого скрипта не страшны, они мешают и только, хуже когда скрипт выполнял что-то типа подключения к оборудованию и при импорте функции из него, придется ждать пока это подключение выполнится.

В Python есть возможность указать, что некоторые строки не должны выполняться при импорте. Это рассматривается в следующем подразделе.

**Примечание:** Функцию `return_correct_ip` можно заменить `filter` или генератором списка, выше используется более длинный, но скорее всего, пока что более понятный вариант:

```
In [19]: list(filter(check_ip, ip_list))
Out[19]: ['10.1.1.1', '8.8.8.8']

In [20]: [ip for ip in ip_list if check_ip(ip)]
Out[20]: ['10.1.1.1', '8.8.8.8']

In [21]: def return_correct_ip(ip_addresses):
...:     return [ip for ip in ip_addresses if check_ip(ip)]
...:

In [22]: return_correct_ip(ip_list)
Out[22]: ['10.1.1.1', '8.8.8.8']
```

---

```
if __name__ == "__main__"
```

Достаточно часто скрипт может выполняться и самостоятельно, и может быть импортирован как модуль другим скриптом. Так как импорт скрипта запускает этот скрипт, часто надо указать, что какие-то строки не должны выполняться при импорте.

В предыдущем примере было два скрипта: `check_ip_function.py` и `get_correct_ip.py`. И при запуске `get_correct_ip.py`, отображались `print` из `check_ip_function.py`.

В Python есть специальный прием, который позволяет указать, что какой-то код не должен выполняться при импорте: все строки, которые находятся в блоке `if __name__ == '__main__'` не выполняются при импорте.

Переменная `__name__` - это специальная переменная, которая будет равна `"__main__"`, только если файл запускается как основная программа, и выставляется равной имени модуля при импорте модуля. То есть, условие `if __name__ == '__main__'` проверяет, был ли файл запущен напрямую.

Как правило, в блок `if __name__ == '__main__'` заносят все вызовы функций и вывод информации на стандартный поток вывода. То есть, в скрипте `check_ip_function.py` в этом блоке будет все, кроме импорта и функции `return_correct_ip`:

```
import ipaddress

def check_ip(ip):
    try:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

    ipaddress.ip_address(ip)
    return True
except ValueError as err:
    return False

if __name__ == '__main__':
    ip1 = '10.1.1.1'
    ip2 = '10.1.1'

    print('Проверка IP...')
    print(ip1, check_ip(ip1))
    print(ip2, check_ip(ip2))

```

Результат выполнения скрипта:

```
$ python check_ip_function.py
Проверка IP...
10.1.1.1 True
10.1.1 False
```

При запуске скрипта `check_ip_function.py` напрямую, выполняются все строки, так как переменная `__name__` в этом случае равна '`__main__`'.

Скрипт `get_correct_ip.py` остается без изменений

```

from check_ip_function import check_ip

def return_correct_ip(ip_addresses):
    correct = []
    for ip in ip_addresses:
        if check_ip(ip):
            correct.append(ip)
    return correct

print('Проверка списка IP-адресов')
ip_list = ['10.1.1.1', '8.8.8.8', '2.2.2']
correct = return_correct_ip(ip_list)
print(correct)

```

Выполнение скрипта `get_correct_ip.py` выглядит таким образом:

```
$ python get_correct_ip.py
Проверка списка IP-адресов
['10.1.1.1', '8.8.8.8']
```

Теперь вывод содержит только информацию из скрипта `get_correct_ip.py`.

В целом, лучше привыкнуть писать весь код, который вызывает функции и выводит что-то на стандартный поток вывода, внутри блока `if __name__ == '__main__'`.

**Предупреждение:** Начиная с 9 раздела, для заданий есть программные тесты, с помощью которых можно проверить правильность выполнения заданий. Для корректной работы с тестами, надо всегда писать вызов функции в файле задания внутри блока `if __name__ == '__main__'`. Отсутствие этого блока будет вызывать ошибки, не во всех заданиях, однако это все равно позволит избежать проблем.

## Задания

**Предупреждение:** Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий есть автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

*Как работать с тестами и основы pytest.*

### Задание 11.1

Создать функцию `parse_cdp_neighbors`, которая обрабатывает вывод команды `show cdp neighbors`.

У функции должен быть один параметр `command_output`, который ожидает как аргумент вывод команды одной строкой (не имя файла). Для этого надо считать все содержимое файла в строку.

Функция должна возвращать словарь, который описывает соединения между устройствами.

Например, если как аргумент был передан такой вывод:

R4>show cdp neighbors						
Device ID	Local Intrfce	Holdtme	Capability	Platform	Port ID	
R5	Fa 0/1	122	R S I	2811	Fa 0/1	
R6	Fa 0/2	143	R S I	2811	Fa 0/0	

Функция должна вернуть такой словарь:

```
{('R4', 'Fa0/1'): ('R5', 'Fa0/1'),
 ('R4', 'Fa0/2'): ('R6', 'Fa0/0')}
```

В словаре интерфейсы должны быть записаны без пробела между типом и именем. То есть так `Fa0/0`, а не так `Fa 0/0`.

Проверить работу функции на содержимом файла `sh_cdp_n_sw1.txt`

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 11.2

Создать функцию `create_network_map`, которая обрабатывает вывод команды `show cdp neighbors` из нескольких файлов и объединяет его в одну общую топологию.

У функции должен быть один параметр filenames, который ожидает как аргумент список с именами файлов, в которых находится вывод команды show cdp neighbors.

Функция должна возвращать словарь, который описывает соединения между устройствами. Структура словаря такая же, как в задании 11.1:

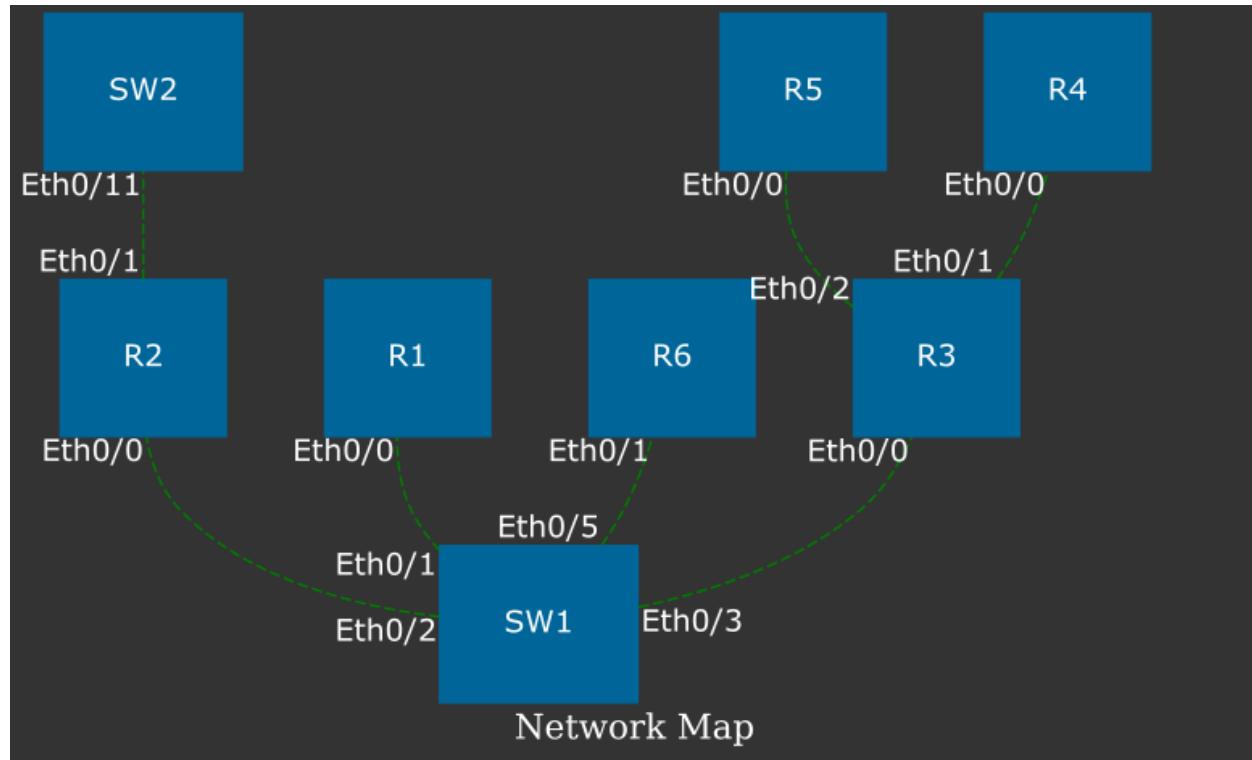
```
{('R4', 'Fa0/1'): ('R5', 'Fa0/1'),  
 ('R4', 'Fa0/2'): ('R6', 'Fa0/0')}
```

Сгенерировать топологию, которая соответствует выводу из файлов:

- sh\_cdp\_n\_sw1.txt
- sh\_cdp\_n\_r1.txt
- sh\_cdp\_n\_r2.txt
- sh\_cdp\_n\_r3.txt

В словаре, который возвращает функция create\_network\_map, не должно быть дублей.

С помощью функции draw\_topology из файла draw\_network\_graph.py нарисовать схему на основании топологии, полученной с помощью функции create\_network\_map. Результат должен выглядеть так же, как схема в файле task\_11\_2\_topology.svg



При этом:

- Расположение устройств на схеме может быть другим

- Соединения должны соответствовать схеме

Не копировать код функций `parse_cdp_neighbors` и `draw_topology`.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

---

**Примечание:** Для выполнения этого задания, должен быть установлен graphviz: `apt-get install graphviz`

И модуль python для работы с graphviz: `pip install graphviz`

---

## 12. Полезные модули

В этом разделе описаны такие модули:

- subprocess
- os
- argparse
- ipaddress
- pprint
- tabulate

### Модуль subprocess

Модуль subprocess позволяет создавать новые процессы. При этом он может подключаться к стандартным потокам ввода/вывода/ошибок и получать код возврата.

С помощью subprocess можно, например, выполнять любые команды Linux из скрипта. И в зависимости от ситуации получать вывод или только проверять, что команда выполнилась без ошибок.

---

**Примечание:** В Python 3.5 синтаксис модуля subprocess изменился.

---

#### Функция subprocess.run()

Функция subprocess.run() - основной способ работы с модулем subprocess.

Самый простой вариант использования функции - запуск её таким образом:

```
In [1]: import subprocess

In [2]: result = subprocess.run('ls')
ipython_as_mngmt_console.md  README.md      version_control.md
module_search.md           useful_functions
naming_conventions          useful_modules
```

В переменной result теперь содержится специальный объект CompletedProcess. Из этого объекта можно получить информацию о выполнении процесса, например, о коде возврата:

```
In [3]: result
Out[3]: CompletedProcess(args='ls', returncode=0)

In [4]: result.returncode
Out[4]: 0
```

Код 0 означает, что программа выполнилась успешно.

Если необходимо вызвать команду с аргументами, её нужно передавать таким образом (как список):

```
In [5]: result = subprocess.run(['ls', '-ls'])
total 28
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant  56 Jun  7 19:35 ipython_as_mngmt_console.md
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 1638 Jun  7 19:35 module_search.md
4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Jun  7 19:35 naming_conventions
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant  277 Jun  7 19:35 README.md
4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Jun 16 05:11 useful_functions
4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Jun 17 16:28 useful_modules
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant   49 Jun  7 19:35 version_control.md
```

При попытке выполнить команду с использованием wildcard-выражений, например, использовать \*, возникнет ошибка:

```
In [6]: result = subprocess.run(['ls', '-ls', '*md'])
ls: cannot access *md: No such file or directory
```

Чтобы вызывать команды, в которых используются wildcard-выражения, нужно добавлять аргумент shell и вызывать команду таким образом:

```
In [7]: result = subprocess.run('ls -ls *md', shell=True)
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant  56 Jun  7 19:35 ipython_as_mngmt_console.md
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 1638 Jun  7 19:35 module_search.md
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant  277 Jun  7 19:35 README.md
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant   49 Jun  7 19:35 version_control.md
```

Ещё одна особенность функции run() - она ожидает завершения выполнения команды. Если попробовать, например, запустить команду ping, то этот аспект будет заметен:

```
In [8]: result = subprocess.run(['ping', '-c', '3', '-n', '8.8.8.8'])
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=43 time=55.1 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=43 time=54.7 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=43 time=54.4 ms
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
--- 8.8.8.8 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2004ms
rtt min/avg/max/mdev = 54.498/54.798/55.116/0.252 ms
```

## Получение результата выполнения команды

По умолчанию функция run возвращает результат выполнения команды на стандартный поток вывода. Если нужно получить результат выполнения команды, надо добавить аргумент stdout и указать ему значение subprocess.PIPE:

```
In [9]: result = subprocess.run(['ls', '-ls'], stdout=subprocess.PIPE)
```

Теперь можно получить результат выполнения команды таким образом:

```
In [10]: print(result.stdout)
b'total 28\n4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 56 Jun  7 19:35 ipython_as_mngmt_
˓→console.md\n4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 1638 Jun  7 19:35 module_search.
˓→md\n4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Jun  7 19:35 naming_conventions\n4 -rw-
˓→r--r-- 1 vagrant vagrant 277 Jun  7 19:35 README.md\n4 drwxr-xr-x 2 vagrant
˓→vagrant 4096 Jun 16 05:11 useful_functions\n4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096
˓→Jun 17 16:30 useful_modules\n4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 49 Jun  7 19:35
˓→version_control.md\n'
```

Обратите внимание на букву b перед строкой. Она означает, что модуль вернул вывод в виде байтовой строки. Для перевода её в unicode есть два варианта:

- выполнить decode полученной строки
- указать аргумент encoding

Вариант с decode:

```
In [11]: print(result.stdout.decode('utf-8'))
total 28
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 56 Jun  7 19:35 ipython_as_mngmt_console.md
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 1638 Jun  7 19:35 module_search.md
4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Jun  7 19:35 naming_conventions
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 277 Jun  7 19:35 README.md
4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Jun 16 05:11 useful_functions
4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Jun 17 16:30 useful_modules
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 49 Jun  7 19:35 version_control.md
```

Вариант с encoding:

```
In [12]: result = subprocess.run(['ls', '-ls'], stdout=subprocess.PIPE, encoding='utf-8')

In [13]: print(result.stdout)
total 28
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 56 Jun 7 19:35 ipython_as_mngmt_console.md
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 1638 Jun 7 19:35 module_search.md
4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Jun 7 19:35 naming_conventions
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 277 Jun 7 19:35 README.md
4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Jun 16 05:11 useful_functions
4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Jun 17 16:31 useful_modules
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 49 Jun 7 19:35 version_control.md
```

## Отключение вывода

Иногда достаточно получения кода возврата и нужно отключить вывод результата выполнения на стандартный поток вывода, и при этом сам результат не нужен. Это можно сделать, передав функции run аргумент stdout со значением subprocess.DEVNULL:

```
In [14]: result = subprocess.run(['ls', '-ls'], stdout=subprocess.DEVNULL)

In [15]: print(result.stdout)
None

In [16]: print(result.returncode)
0
```

## Работа со стандартным потоком ошибок

Если команда была выполнена с ошибкой или не отработала корректно, вывод команды попадет на стандартный поток ошибок.

Получить этот вывод можно так же, как и стандартный поток вывода:

```
In [17]: result = subprocess.run(['ping', '-c', '3', '-n', 'a'], stderr=subprocess.PIPE, encoding='utf-8')
```

Теперь в result.stdout пустая строка, а в result.stderr находится стандартный поток вывода:

```
In [18]: print(result.stdout)
None
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [19]: print(result.stderr)
ping: unknown host a
```

```
In [20]: print(result.returncode)
2
```

## Примеры использования модуля

Пример использования модуля subprocess (файл subprocess\_run\_basic.py):

```
import subprocess

reply = subprocess.run(['ping', '-c', '3', '-n', '8.8.8.8'])

if reply.returncode == 0:
    print('Alive')
else:
    print('Unreachable')
```

Результат выполнения будет таким:

```
$ python subprocess_run_basic.py
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=43 time=54.0 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=43 time=54.4 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=43 time=53.9 ms

--- 8.8.8.8 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2005ms
rtt min/avg/max/mdev = 53.962/54.145/54.461/0.293 ms
Alive
```

То есть, результат выполнения команды выводится на стандартный поток вывода.

Функция ping\_ip проверяет доступность IP-адреса и возвращает True и stdout, если адрес доступен, или False и stderr, если адрес недоступен (файл subprocess\_ping\_function.py):

```
import subprocess

def ping_ip(ip_address):
    """
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

Ping IP address and return tuple:
On success:
    * True
    * command output (stdout)
On failure:
    * False
    * error output (stderr)
"""

reply = subprocess.run(['ping', '-c', '3', '-n', ip_address],
                      stdout=subprocess.PIPE,
                      stderr=subprocess.PIPE,
                      encoding='utf-8')
if reply.returncode == 0:
    return True, reply.stdout
else:
    return False, reply.stderr

print(ping_ip('8.8.8.8'))
print(ping_ip('a'))

```

Результат выполнения будет таким:

```

$ python subprocess_ping_function.py
(True, 'PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.\n64 bytes from 8.8.8.8: icmp_<--seq=1 ttl=43 time=63.8 ms\n64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=43 time=55.6 ms\n64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=43 time=55.9 ms\n--- 8.8.8.8 ping statistics ---\n3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2003ms\nrtt min/avg/max/mdev = 55.643/58.492/63.852/3.802 ms\n')
(False, 'ping: unknown host a\n')

```

На основе этой функции, можно сделать функцию, которая будет проверять список IP-адресов и возвращать в результате выполнения два списка: доступные и недоступные адреса.

---

**Примечание:** Это вынесено в задания к разделу

---

Если количество IP-адресов, которые нужно проверить, большое, можно использовать модуль `threading` или `multiprocessing`, чтобы ускорить проверку.

## Модуль os

Модуль `os` позволяет работать с файловой системой, с окружением, управлять процессами.

В этом подразделе рассматриваются лишь несколько полезных возможностей. За более полным описанием возможностей модуля можно обратиться к [документации](#) или статье на сайте PyMOTW.

Модуль os позволяет создавать каталоги:

```
In [1]: import os

In [2]: os.mkdir('test')

In [3]: ls -ls
total 0
0 drwxr-xr-x 2 nata nata 68 Jan 23 18:58 test/
```

Кроме того, в модуле есть соответствующие проверки на существование. Например, если попробовать повторно создать каталог, возникнет ошибка:

```
In [4]: os.mkdir('test')
-----
FileExistsError                                     Traceback (most recent call last)
<ipython-input-4-cbf3b897c095> in <module>()
----> 1 os.mkdir('test')

FileExistsError: [Errno 17] File exists: 'test'
```

В таком случае пригодится проверка `os.path.exists`:

```
In [5]: os.path.exists('test')
Out[5]: True

In [6]: if not os.path.exists('test'):
...:     os.mkdir('test')
...:
```

Метод `listdir` позволяет посмотреть содержимое каталога:

```
In [7]: os.listdir('.')
Out[7]: ['cover3.png', 'dir2', 'dir3', 'README.txt', 'test']
```

С помощью проверок `os.path.isdir` и `os.path.isfile` можно получить отдельно список файлов и список каталогов:

```
In [8]: dirs = [d for d in os.listdir('.') if os.path.isdir(d)]

In [9]: dirs
Out[9]: ['dir2', 'dir3', 'test']
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [10]: files = [ f for f in os.listdir('..') if os.path.isfile(f)]
```

```
In [11]: files
```

```
Out[11]: ['cover3.png', 'README.txt']
```

Также в модуле есть отдельные методы для работы с путями:

```
In [12]: os.path.basename(file)
```

```
Out[12]: 'README.md'
```

```
In [13]: os.path.dirname(file)
```

```
Out[13]: 'Programming/PyNEng/book/25_additional_info'
```

```
In [14]: os.path.split(file)
```

```
Out[14]: ('Programming/PyNEng/book/25_additional_info', 'README.md')
```

## Модуль ipaddress

Модуль `ipaddress` упрощает работу с IP-адресами.

---

**Примечание:** С версии Python 3.3 модуль `ipaddress` входит в стандартную библиотеку Python.

---

### `ipaddress.ip_address()`

Функция `ipaddress.ip_address()` позволяет создавать объект `IPv4Address` или `IPv6Address` соответственно:

```
In [1]: import ipaddress
```

```
In [2]: ipv4 = ipaddress.ip_address('10.0.1.1')
```

```
In [3]: ipv4
```

```
Out[3]: IPv4Address('10.0.1.1')
```

```
In [4]: print(ipv4)
```

```
10.0.1.1
```

У объекта есть несколько методов и атрибутов:

```
In [5]: ipv4.  
ipv4.compressed      ipv4.is_loopback      ipv4.is_unspecified  ipv4.version  
ipv4.exploded        ipv4.is_multicast     ipv4.max_prefixlen  
ipv4.is_global        ipv4.is_private       ipv4.packed  
ipv4.is_link_local    ipv4.is_reserved     ipv4.reverse_pointer
```

С помощью атрибутов `is_` можно проверить, к какому диапазону принадлежит адрес:

```
In [6]: ipv4.is_loopback  
Out[6]: False  
  
In [7]: ipv4.is_multicast  
Out[7]: False  
  
In [8]: ipv4.is_reserved  
Out[8]: False  
  
In [9]: ipv4.is_private  
Out[9]: True
```

С полученными объектами можно выполнять различные операции:

```
In [10]: ip1 = ipaddress.ip_address('10.0.1.1')  
  
In [11]: ip2 = ipaddress.ip_address('10.0.2.1')  
  
In [12]: ip1 > ip2  
Out[12]: False  
  
In [13]: ip2 > ip1  
Out[13]: True  
  
In [14]: ip1 == ip2  
Out[14]: False  
  
In [15]: ip1 != ip2  
Out[15]: True  
  
In [16]: str(ip1)  
Out[16]: '10.0.1.1'  
  
In [17]: int(ip1)  
Out[17]: 167772417
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [18]: ip1 + 5
Out[18]: IPv4Address('10.0.1.6')
```

```
In [19]: ip1 - 5
Out[19]: IPv4Address('10.0.0.252')
```

### `ipaddress.ip_network()`

Функция `ipaddress.ip_network()` позволяет создать объект, который описывает сеть (IPv4 или IPv6):

```
In [20]: subnet1 = ipaddress.ip_network('80.0.1.0/28')
```

Как и у адреса, у сети есть различные атрибуты и методы:

```
In [21]: subnet1.broadcast_address
Out[21]: IPv4Address('80.0.1.15')
```

```
In [22]: subnet1.with_netmask
Out[22]: '80.0.1.0/255.255.255.240'
```

```
In [23]: subnet1.with_hostmask
Out[23]: '80.0.1.0/0.0.0.15'
```

```
In [24]: subnet1.prefixlen
Out[24]: 28
```

```
In [25]: subnet1.num_addresses
Out[25]: 16
```

Метод `hosts()` возвращает генератор, поэтому, чтобы посмотреть все хосты, надо применить функцию `list`:

```
In [26]: list(subnet1.hosts())
Out[26]:
[IPv4Address('80.0.1.1'),
 IPv4Address('80.0.1.2'),
 IPv4Address('80.0.1.3'),
 IPv4Address('80.0.1.4'),
 IPv4Address('80.0.1.5'),
 IPv4Address('80.0.1.6'),
 IPv4Address('80.0.1.7'),
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
IPv4Address('80.0.1.8'),
IPv4Address('80.0.1.9'),
IPv4Address('80.0.1.10'),
IPv4Address('80.0.1.11'),
IPv4Address('80.0.1.12'),
IPv4Address('80.0.1.13'),
IPv4Address('80.0.1.14')]
```

Метод `subnets` позволяет разбивать на подсети. По умолчанию он разбивает сеть на две подсети:

```
In [27]: list(subnet1.subnets())
Out[27]: [IPv4Network('80.0.1.0/29'), IPv4Network(u'80.0.1.8/29')]
```

Параметр `prefixlen_diff` позволяет указать количество бит для подсетей:

```
In [28]: list(subnet1.subnets(prefixlen_diff=2))
Out[28]:
[IPv4Network('80.0.1.0/30'),
 IPv4Network('80.0.1.4/30'),
 IPv4Network('80.0.1.8/30'),
 IPv4Network('80.0.1.12/30')]
```

С помощью параметра `new_prefix` можно указать, какая маска должна быть у подсетей:

```
In [29]: list(subnet1.subnets(new_prefix=30))
Out[29]:
[IPv4Network('80.0.1.0/30'),
 IPv4Network('80.0.1.4/30'),
 IPv4Network('80.0.1.8/30'),
 IPv4Network('80.0.1.12/30')]

In [30]: list(subnet1.subnets(new_prefix=29))
Out[30]: [IPv4Network('80.0.1.0/29'), IPv4Network(u'80.0.1.8/29')]
```

По IP-адресам в сети можно проходиться в цикле:

```
In [31]: for ip in subnet1:
    ....:     print(ip)
    ....:
80.0.1.0
80.0.1.1
80.0.1.2
80.0.1.3
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
80.0.1.4
80.0.1.5
80.0.1.6
80.0.1.7
80.0.1.8
80.0.1.9
80.0.1.10
80.0.1.11
80.0.1.12
80.0.1.13
80.0.1.14
80.0.1.15
```

Или обращаться к конкретному адресу:

```
In [32]: subnet1[0]
Out[32]: IPv4Address('80.0.1.0')

In [33]: subnet1[5]
Out[33]: IPv4Address('80.0.1.5')
```

Таким образом можно проверять, находится ли IP-адрес в сети:

```
In [34]: ip1 = ipaddress.ip_address('80.0.1.3')

In [35]: ip1 in subnet1
Out[35]: True
```

### `ipaddress.ip_interface()`

Функция `ipaddress.ip_interface()` позволяет создавать объект `IPv4Interface` или `IPv6Interface` соответственно:

```
In [36]: int1 = ipaddress.ip_interface('10.0.1.1/24')
```

Используя методы объекта `IPv4Interface`, можно получать адрес, маску или сеть интерфейса:

```
In [37]: int1.ip
Out[37]: IPv4Address('10.0.1.1')

In [38]: int1.network
Out[38]: IPv4Network('10.0.1.0/24')
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [39]: int1.netmask  
Out[39]: IPv4Address('255.255.255.0')
```

## Пример использования модуля

Так как в модуль встроены проверки корректности адресов, можно ими пользоваться, например, чтобы проверить, является ли адрес адресом сети или хоста:

```
In [40]: IP1 = '10.0.1.1/24'  
  
In [41]: IP2 = '10.0.1.0/24'  
  
In [42]: def check_if_ip_is_network(ip_address):  
....:     try:  
....:         ipaddress.ip_network(ip_address)  
....:         return True  
....:     except ValueError:  
....:         return False  
....:  
  
In [43]: check_if_ip_is_network(IP1)  
Out[43]: False  
  
In [44]: check_if_ip_is_network(IP2)  
Out[44]: True
```

## Модуль tabulate

tabulate - это модуль, который позволяет красиво отображать табличные данные. Он не входит в стандартную библиотеку Python, поэтому tabulate нужно установить:

```
pip install tabulate
```

Модуль поддерживает такие типы табличных данных:

- список списков (в общем случае iterable of iterables)
- список словарей (или любой другой итерируемый объект со словарями). Ключи используются как имена столбцов
- словарь с итерируемыми объектами. Ключи используются как имена столбцов

Для генерации таблицы используется функция tabulate:

```
In [1]: from tabulate import tabulate

In [2]: sh_ip_int_br = [('FastEthernet0/0', '15.0.15.1', 'up', 'up'),
...: ('FastEthernet0/1', '10.0.12.1', 'up', 'up'),
...: ('FastEthernet0/2', '10.0.13.1', 'up', 'up'),
...: ('Loopback0', '10.1.1.1', 'up', 'up'),
...: ('Loopback100', '100.0.0.1', 'up', 'up')]
...:

In [4]: print(tabulate(sh_ip_int_br))
-----
----- -- --
FastEthernet0/0 15.0.15.1 up up
FastEthernet0/1 10.0.12.1 up up
FastEthernet0/2 10.0.13.1 up up
Loopback0 10.1.1.1 up up
Loopback100 100.0.0.1 up up
----- -- --
```

## headers

Параметр `headers` позволяет передавать дополнительный аргумент, в котором указаны имена столбцов:

```
In [8]: columns=['Interface', 'IP', 'Status', 'Protocol']

In [9]: print(tabulate(sh_ip_int_br, headers=columns))
Interface      IP        Status     Protocol
-----
FastEthernet0/0 15.0.15.1 up         up
FastEthernet0/1 10.0.12.1 up         up
FastEthernet0/2 10.0.13.1 up         up
Loopback0       10.1.1.1 up         up
Loopback100    100.0.0.1 up         up
```

Достаточно часто первый набор данных - это заголовки. Тогда достаточно указать `headers` равным «`firstrow`»:

```
In [18]: data
Out[18]:
[('Interface', 'IP', 'Status', 'Protocol'),
 ('FastEthernet0/0', '15.0.15.1', 'up', 'up'),
 ('FastEthernet0/1', '10.0.12.1', 'up', 'up'),
 ('FastEthernet0/2', '10.0.13.1', 'up', 'up'),
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
('Loopback0', '10.1.1.1', 'up', 'up'),
('Loopback100', '100.0.0.1', 'up', 'up'))
```

```
In [20]: print(tabulate(data, headers='firstrow'))
Interface      IP      Status     Protocol
-----
FastEthernet0/0 15.0.15.1  up        up
FastEthernet0/1 10.0.12.1  up        up
FastEthernet0/2 10.0.13.1  up        up
Loopback0       10.1.1.1  up        up
Loopback100    100.0.0.1 up        up
```

Если данные в виде списка словарей, надо указать headers равным «keys»:

```
In [22]: list_of_dict
Out[22]:
[{'IP': '15.0.15.1',
 'Interface': 'FastEthernet0/0',
 'Protocol': 'up',
 'Status': 'up'},
 {'IP': '10.0.12.1',
 'Interface': 'FastEthernet0/1',
 'Protocol': 'up',
 'Status': 'up'},
 {'IP': '10.0.13.1',
 'Interface': 'FastEthernet0/2',
 'Protocol': 'up',
 'Status': 'up'},
 {'IP': '10.1.1.1',
 'Interface': 'Loopback0',
 'Protocol': 'up',
 'Status': 'up'},
 {'IP': '100.0.0.1',
 'Interface': 'Loopback100',
 'Protocol': 'up',
 'Status': 'up'}]
```

```
In [23]: print(tabulate(list_of_dict, headers='keys'))
Interface      IP      Status     Protocol
-----
FastEthernet0/0 15.0.15.1  up        up
FastEthernet0/1 10.0.12.1  up        up
FastEthernet0/2 10.0.13.1  up        up
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

Loopback0	10.1.1.1	up	up
Loopback100	100.0.0.1	up	up

## Стиль таблицы

tabulate поддерживает разные стили отображения таблицы.

Формат grid:

```
In [24]: print(tabulate(list_of_dict, headers='keys', tablefmt="grid"))
+-----+-----+-----+-----+
| Interface | IP      | Status | Protocol |
+=====+=====+=====+=====+
| FastEthernet0/0 | 15.0.15.1 | up     | up       |
+-----+-----+-----+-----+
| FastEthernet0/1 | 10.0.12.1 | up     | up       |
+-----+-----+-----+-----+
| FastEthernet0/2 | 10.0.13.1 | up     | up       |
+-----+-----+-----+-----+
| Loopback0      | 10.1.1.1  | up     | up       |
+-----+-----+-----+-----+
| Loopback100    | 100.0.0.1 | up     | up       |
+-----+-----+-----+-----+
```

Таблица в формате Markdown:

```
In [25]: print(tabulate(list_of_dict, headers='keys', tablefmt='pipe'))
| Interface | IP      | Status | Protocol |
| :----- | :----- | :----- | :----- |
| FastEthernet0/0 | 15.0.15.1 | up     | up       |
| FastEthernet0/1 | 10.0.12.1 | up     | up       |
| FastEthernet0/2 | 10.0.13.1 | up     | up       |
| Loopback0      | 10.1.1.1  | up     | up       |
| Loopback100    | 100.0.0.1 | up     | up       |
```

Таблица в формате HTML:

```
In [26]: print(tabulate(list_of_dict, headers='keys', tablefmt='html'))


| Interface | IP | Status | Protocol |
|-----------|----|--------|----------|
|-----------|----|--------|----------|


```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
<tbody>
<tr><td>FastEthernet0/0</td><td>15.0.15.1</td><td>up      </td><td>up      </td>
</tr>
<tr><td>FastEthernet0/1</td><td>10.0.12.1</td><td>up      </td><td>up      </td>
</tr>
<tr><td>FastEthernet0/2</td><td>10.0.13.1</td><td>up      </td><td>up      </td>
</tr>
<tr><td>Loopback0      </td><td>10.1.1.1 </td><td>up      </td><td>up      </td>
</tr>
<tr><td>Loopback100    </td><td>100.0.0.1</td><td>up      </td><td>up      </td>
</tr>
</tbody>
</table>
```

## Выравнивание столбцов

Можно указывать выравнивание для столбцов:

```
In [27]: print(tabulate(list_of_dict, headers='keys', tablefmt='pipe', stralign=
˓→'center'))
|   Interface   |     IP      |  Status   |  Protocol  |
| :-----: | :-----: | :-----: | :-----: |
| FastEthernet0/0 | 15.0.15.1 | up       | up        |
| FastEthernet0/1 | 10.0.12.1 | up       | up        |
| FastEthernet0/2 | 10.0.13.1 | up       | up        |
| Loopback0      | 10.1.1.1  | up       | up        |
| Loopback100    | 100.0.0.1 | up       | up        |
```

Обратите внимание, что тут не только столбцы отобразились с выравниванием по центру, но и соответственно изменился синтаксис Markdown.

## Дополнительные материалы

- [Документация tabulate](#)

Статьи от автора tabulate:

- [Pretty printing tables in Python](#)
- [Tabulate 0.7.1 with LaTeX & MediaWiki tables](#)

Stack Overflow:

- Printing Lists as Tabular Data. Обратите внимание на ответ - в нём указаны другие аналоги tabulate.

## Модуль pprint

Модуль pprint позволяет красиво отображать объекты Python. При этом сохраняется структура объекта и отображение, которое выводит pprint, можно использовать для создания объекта. Модуль pprint входит в стандартную библиотеку Python.

Самый простой вариант использования модуля - функция pprint(). Например, словарь сложенными словарями отобразится так:

```
In [6]: london_co = {'r1': {'hostname': 'london_r1', 'location': '21 New Globe Wal
...: ...', 'vendor': 'Cisco', 'model': '4451', 'IOS': '15.4', 'IP': '10.255.0.1'}
...: , 'r2': {'hostname': 'london_r2', 'location': '21 New Globe Walk', 'vendor
...: ': 'Cisco', 'model': '4451', 'IOS': '15.4', 'IP': '10.255.0.2'}, 'sw1': {
...: 'hostname': 'london_sw1', 'location': '21 New Globe Walk', 'vendor': 'Cisco
...: ', 'model': '3850', 'IOS': '3.6.XE', 'IP': '10.255.0.101'}}
...:

In [7]: from pprint import pprint

In [8]: pprint(london_co)
{'r1': {'IOS': '15.4',
        'IP': '10.255.0.1',
        'hostname': 'london_r1',
        'location': '21 New Globe Walk',
        'model': '4451',
        'vendor': 'Cisco'},
 'r2': {'IOS': '15.4',
        'IP': '10.255.0.2',
        'hostname': 'london_r2',
        'location': '21 New Globe Walk',
        'model': '4451',
        'vendor': 'Cisco'},
 'sw1': {'IOS': '3.6.XE',
        'IP': '10.255.0.101',
        'hostname': 'london_sw1',
        'location': '21 New Globe Walk',
        'model': '3850',
        'vendor': 'Cisco'}}
```

Список списков:

```
In [13]: interfaces = [['FastEthernet0/0', '15.0.15.1', 'YES', 'manual', 'up', 'up'],
...:      ['FastEthernet0/1', '10.0.1.1', 'YES', 'manual', 'up', 'up'],
...:      ['FastEthernet0/2', '10.0.2.1', 'YES', 'manual', 'up', 'down']]
...:

In [14]: pprint(interfaces)
[['FastEthernet0/0', '15.0.15.1', 'YES', 'manual', 'up', 'up'],
 ['FastEthernet0/1', '10.0.1.1', 'YES', 'manual', 'up', 'up'],
 ['FastEthernet0/2', '10.0.2.1', 'YES', 'manual', 'up', 'down']]
```

Строка:

```
In [18]: tunnel
Out[18]: '\ninterface Tunnel0\n ip address 10.10.10.1 255.255.255.0\n ip mtu
↪1416\n ip ospf hello-interval 5\n tunnel source FastEthernet1/0\n tunnel
↪protection ipsec profile DMVPN\n'

In [19]: pprint(tunnel)
('
'interface Tunnel0\n'
' ip address 10.10.10.1 255.255.255.0\n'
' ip mtu 1416\n'
' ip ospf hello-interval 5\n'
' tunnel source FastEthernet1/0\n'
' tunnel protection ipsec profile DMVPN\n')
```

## Ограничение вложенности

У функции pprint есть дополнительный параметр depth, который позволяет ограничивать глубину отображения структуры данных.

Например, есть такой словарь:

```
In [3]: result = {
...:     'interface Tunnel0': [' ip unnumbered Loopback0',
...:                           ' tunnel mode mpls traffic-eng',
...:                           ' tunnel destination 10.2.2.2',
...:                           ' tunnel mpls traffic-eng priority 7 7',
...:                           ' tunnel mpls traffic-eng bandwidth 5000',
...:                           ' tunnel mpls traffic-eng path-option 10 dynamic',
...:                           ' no routing dynamic'],
...:     'ip access-list standard LDP': [' deny    10.0.0.0 0.0.255.255',
...:                                     ' permit 10.0.0.0 0.255.255.255'],
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...: 'router bgp 100': {'address-family vpnv4': ['neighbor 10.2.2.2 activate'],
...:   'neighbor 10.2.2.2 send-community both',
...:   'exit-address-family'],
...:   'bgp bestpath igr-metric ignore': [],
...:   'bgp log-neighbor-changes': [],
...:   'neighbor 10.2.2.2 next-hop-self': [],
...:   'neighbor 10.2.2.2 remote-as 100': [],
...:   'neighbor 10.2.2.2 update-source Loopback0': [],
...:   'neighbor 10.4.4.4 remote-as 40': []},
...: 'router ospf 1': ['mpls ldp autoconfig area 0',
...:   'mpls traffic-eng router-id Loopback0',
...:   'mpls traffic-eng area 0',
...:   'network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0']}
...:
```

Можно отобразить только ключи, указав глубину равной 1:

```
In [5]: pprint(result, depth=1)
{'interface Tunnel0': [...],
 'ip access-list standard LDP': [...],
 'router bgp 100': [...],
 'router ospf 1': [...]}
```

Скрытые уровни вложенности заменяются ....

Если указать глубину равной 2, отобразится следующий уровень:

```
In [6]: pprint(result, depth=2)
{'interface Tunnel0': ['ip unnumbered Loopback0',
                      'tunnel mode mpls traffic-eng',
                      'tunnel destination 10.2.2.2',
                      'tunnel mpls traffic-eng priority 7 7',
                      'tunnel mpls traffic-eng bandwidth 5000',
                      'tunnel mpls traffic-eng path-option 10 dynamic',
                      'no routing dynamic'],
 'ip access-list standard LDP': ['deny 10.0.0.0 0.0.255.255',
                                 'permit 10.0.0.0 0.255.255.255'],
 'router bgp 100': {'address-family vpnv4': [...],
                    'bgp bestpath igr-metric ignore': [],
                    'bgp log-neighbor-changes': [],
                    'neighbor 10.2.2.2 next-hop-self': [],
                    'neighbor 10.2.2.2 remote-as 100': [],
                    'neighbor 10.2.2.2 update-source Loopback0': []},
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
' neighbor 10.4.4.4 remote-as 40': []},  
'router ospf 1': [' mpls ldp autoconfig area 0',  
                  ' mpls traffic-eng router-id Loopback0',  
                  ' mpls traffic-eng area 0',  
                  ' network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0']}
```

## pformat

pformat - это функция, которая отображает результат в виде строки. Ее удобно использовать, если необходимо записать структуру данных в какой-то файл, например, для логирования.

```
In [15]: from pprint import pformat  
  
In [16]: formatted_result = pformat(result)  
  
In [17]: print(formatted_result)  
{'interface Tunnel0': [' ip unnumbered Loopback0',  
                      ' tunnel mode mpls traffic-eng',  
                      ' tunnel destination 10.2.2.2',  
                      ' tunnel mpls traffic-eng priority 7 7',  
                      ' tunnel mpls traffic-eng bandwidth 5000',  
                      ' tunnel mpls traffic-eng path-option 10 dynamic',  
                      ' no routing dynamic'],  
 'ip access-list standard LDP': [' deny 10.0.0.0 0.0.255.255',  
                                 ' permit 10.0.0.0 0.255.255.255'],  
 'router bgp 100': {' address-family vpnv4': [' neighbor 10.2.2.2 activate',  
                                              ' neighbor 10.2.2.2 ',  
                                              ' send-community both',  
                                              ' exit-address-family'],  
                     ' bgp bestpath igr-metric ignore': [],  
                     ' bgp log-neighbor-changes': [],  
                     ' neighbor 10.2.2.2 next-hop-self': [],  
                     ' neighbor 10.2.2.2 remote-as 100': [],  
                     ' neighbor 10.2.2.2 update-source Loopback0': [],  
                     ' neighbor 10.4.4.4 remote-as 40': []},  
 'router ospf 1': [' mpls ldp autoconfig area 0',  
                  ' mpls traffic-eng router-id Loopback0',  
                  ' mpls traffic-eng area 0',  
                  ' network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0']}
```

## Дополнительные материалы

Документация:

- pprint — Data pretty printer
- PyMOTW. pprint — Pretty-Print Data Structures

## Модуль argparse

argparse - это модуль для обработки аргументов командной строки. Примеры того, что позволяет делать модуль:

- создавать аргументы и опции, с которыми может вызываться скрипт
- указывать типы аргументов, значения по умолчанию
- указывать, какие действия соответствуют аргументам
- выполнять вызов функции при указании аргумента
- отображать сообщения с подсказками по использованию скрипта

argparse не единственный модуль для обработки аргументов командной строки. И даже не единственный такой модуль в стандартной библиотеке.

В книге рассматривается только argparse, но кроме него стоит обратить внимание на те модули, которые не входят в стандартную библиотеку Python. Например, [click](#).

**Примечание:** Хорошая статья, которая сравнивает разные модули обработки аргументов командной строки (рассматриваются argparse, click и docopt).

Пример скрипта ping\_function.py:

```
import subprocess
import argparse

def ping_ip(ip_address, count):
    """
    Ping IP address and return tuple:
    On success: (return code = 0, command output)
    On failure: (return code, error output (stderr))
    """

    reply = subprocess.run('ping -c {count} -n {ip}'
                          .format(count=count, ip=ip_address),
                          shell=True,
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

        stdout=subprocess.PIPE,
        stderr=subprocess.PIPE,
        encoding='utf-8')
if reply.returncode == 0:
    return True, reply.stdout
else:
    return False, reply.stdout+reply.stderr

parser = argparse.ArgumentParser(description='Ping script')

parser.add_argument('-a', action="store", dest="ip")
parser.add_argument('-c', action="store", dest="count", default=2, type=int)

args = parser.parse_args()
print(args)

rc, message = ping_ip(args.ip, args.count)
print(message)

```

Создание парсера:

- `parser = argparse.ArgumentParser(description='Ping script')`

Добавление аргументов:

- `parser.add_argument('-a', action="store", dest="ip")`
  - аргумент, который передается после опции -а, сохранится в переменную ip
- `parser.add_argument('-c', action="store", dest="count", default=2, type=int)`
  - аргумент, который передается после опции -с, будет сохранен в переменную count, но прежде будет конвертирован в число. Если аргумент не был указан, по умолчанию будет значение 2

Строка `args = parser.parse_args()` указывается после того, как определены все аргументы. После её выполнения в переменной args содержатся все аргументы, которые были переданы скрипту. К ним можно обращаться, используя синтаксис `args.ip`.

Попробуем вызвать скрипт с разными аргументами. Если переданы оба аргумента:

```
$ python ping_function.py -a 8.8.8.8 -c 5
Namespace(count=5, ip='8.8.8.8')
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8): 56 data bytes
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=0 ttl=48 time=48.673 ms
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=48 time=49.902 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=48 time=48.696 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=48 time=50.040 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=48 time=48.831 ms

--- 8.8.8.8 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 48.673/49.228/50.040/0.610 ms
```

Namespace - это объект, который возвращает метод `parse\_args()`

Передаем только IP-адрес:

```
$ python ping_function.py -a 8.8.8.8
Namespace(count=2, ip='8.8.8.8')
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8): 56 data bytes
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=0 ttl=48 time=48.563 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=48 time=49.616 ms

--- 8.8.8.8 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 48.563/49.090/49.616/0.526 ms
```

Вызов скрипта без аргументов:

```
$ python ping_function.py
Namespace(count=2, ip=None)
Traceback (most recent call last):
  File "ping_function.py", line 31, in <module>
    rc, message = ping_ip( args.ip, args.count )
  File "ping_function.py", line 16, in ping_ip
    stderr=temp)
  File "/usr/local/lib/python3.6/subprocess.py", line 336, in check_output
    **kwargs).stdout
  File "/usr/local/lib/python3.6/subprocess.py", line 403, in run
    with Popen(*popenargs, **kwargs) as process:
  File "/usr/local/lib/python3.6/subprocess.py", line 707, in __init__
    restore_signals, start_new_session)
  File "/usr/local/lib/python3.6/subprocess.py", line 1260, in _execute_child
    restore_signals, start_new_session, preexec_fn)
TypeError: expected str, bytes or os.PathLike object, not NoneType
```

Если бы функция была вызвана без аргументов, когда не используется argparse, возникла бы ошибка, что не все аргументы указаны.

Из-за argparse, фактически аргумент передается, только он равен None. Это видно в строке Namespace(count=2, ip=None).

В таком скрипте IP-адрес необходимо указывать всегда. И в argparse можно указать, что аргумент является обязательным. Для этого надо изменить опцию -а: добавить в конце required=True:

```
parser.add_argument('-a', action="store", dest="ip", required=True)
```

Теперь, если вызвать скрипт без аргументов, вывод будет таким:

```
$ python ping_function.py
usage: ping_function.py [-h] -a IP [-c COUNT]
ping_function.py: error: the following arguments are required: -a
```

Теперь отображается понятное сообщение, что надо указать обязательный аргумент, и подсказка usage.

Также, благодаря argparse, доступен help:

```
$ python ping_function.py -h
usage: ping_function.py [-h] -a IP [-c COUNT]

Ping script

optional arguments:
  -h, --help    show this help message and exit
  -a IP
  -c COUNT
```

Обратите внимание, что в сообщении все опции находятся в секции optional arguments. argparse сам определяет, что указаны опции, так как они начинаются с - и в имени только одна буква.

Зададим IP-адрес как позиционный аргумент. Файл ping\_function\_ver2.py:

```
import subprocess
from tempfile import TemporaryFile

import argparse


def ping_ip(ip_address, count):
    ...
    Ping IP address and return tuple:
    On success: (return code = 0, command output)
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

On failure: (return code, error output (stderr))
...
    reply = subprocess.run('ping -c {count} -n {ip}'.format(count=count, ip=ip_
→address),
                           shell=True,
                           stdout=subprocess.PIPE,
                           stderr=subprocess.PIPE,
                           encoding='utf-8')
    if reply.returncode == 0:
        return True, reply.stdout
    else:
        return False, reply.stdout+reply.stderr

parser = argparse.ArgumentParser(description='Ping script')

parser.add_argument('host', action="store", help="IP or name to ping")
parser.add_argument('-c', action="store", dest="count", default=2, type=int,
                    help="Number of packets")

args = parser.parse_args()
print(args)

rc, message = ping_ip( args.host, args.count )
print(message)

```

Теперь вместо указания опции `-a`, можно просто передать IP-адрес. Он будет автоматически сохранен в переменной `host`. И автоматически считается обязательным. То есть, теперь не нужно указывать `required=True` и `dest="ip"`.

Кроме того, в скрипте указаны сообщения, которые будут выводиться при вызове `help`. Теперь вызов скрипта выглядит так:

```
$ python ping_function_ver2.py 8.8.8.8 -c 2
Namespace(host='8.8.8.8', count=2)
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8): 56 data bytes
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=0 ttl=48 time=49.203 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=48 time=51.764 ms

--- 8.8.8.8 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 49.203/50.484/51.764/1.280 ms
```

А сообщение help так:

```
$ python ping_function_ver2.py -h
usage: ping_function_ver2.py [-h] [-c COUNT] host

Ping script

positional arguments:
  host      IP or name to ping

optional arguments:
  -h, --help  show this help message and exit
  -c COUNT   Number of packets
```

## Вложенные парсеры

Рассмотрим один из способов организации более сложной иерархии аргументов.

---

**Примечание:** Этот пример покажет больше возможностей argparse, но они этим не ограничиваются, поэтому, если вы будете использовать argparse, обязательно посмотрите [документацию модуля](#) или статью на PyMOTW.

---

Файл parse\_dhcp\_snooping.py:

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import argparse

# Default values:
DFLT_DB_NAME = 'dhcp_snooping.db'
DFLT_DB_SCHEMA = 'dhcp_snooping_schema.sql'

def create(args):
    print("Creating DB {} with DB schema {}".format((args.name, args.schema)))

def add(args):
    if args.sw_true:
        print("Adding switch data to database")
    else:
        print("Reading info from file(s) \n{}".format(', '.join(args.filename)))
        print("\nAdding data to db {}".format(args.db_file))
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

def get(args):
    if args.key and args.value:
        print("Getting data from DB: {}".format(args.db_file))
        print("Request data for host(s) with {} {}".format((args.key, args.
        ↪value)))
    elif args.key or args.value:
        print("Please give two or zero args\n")
        print(show_subparser_help('get'))
    else:
        print("Showing {} content...".format(args.db_file))

parser = argparse.ArgumentParser()
subparsers = parser.add_subparsers(title='subcommands',
                                    description='valid subcommands',
                                    help='description')

create_parser = subparsers.add_parser('create_db', help='create new db')
create_parser.add_argument('-n', metavar='db-filename', dest='name',
                           default=DFLT_DB_NAME, help='db filename')
create_parser.add_argument('-s', dest='schema', default=DFLT_DB_SCHEMA,
                           help='db schema filename')
create_parser.set_defaults(func=create)

add_parser = subparsers.add_parser('add', help='add data to db')
add_parser.add_argument('filename', nargs='+', help='file(s) to add to db')
add_parser.add_argument('--db', dest='db_file', default=DFLT_DB_NAME, help='db_
                           ↪name')
add_parser.add_argument('-s', dest='sw_true', action='store_true',
                       help='add switch data if set, else add normal data')
add_parser.set_defaults(func=add)

get_parser = subparsers.add_parser('get', help='get data from db')
get_parser.add_argument('--db', dest='db_file', default=DFLT_DB_NAME, help='db_
                           ↪name')
get_parser.add_argument('-k', dest="key",
                       choices=['mac', 'ip', 'vlan', 'interface', 'switch'],
                       help='host key (parameter) to search')

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
get_parser.add_argument('-v', dest="value", help='value of key')
get_parser.add_argument('-a', action='store_true', help='show db content')
get_parser.set_defaults(func=get)

if __name__ == '__main__':
    args = parser.parse_args()
    if not vars(args):
        parser.print_usage()
    else:
        args.func(args)
```

Теперь создается не только парсер, как в прошлом примере, но и вложенные парсеры. Вложенные парсеры будут отображаться как команды. Фактически, они будут использоваться как обязательные аргументы.

С помощью вложенных парсеров создается иерархия аргументов и опций. Аргументы, которые добавлены во вложенный парсер, будут доступны как аргументы этого парсера. Например, в этой части создан вложенный парсер `create_db`, и к нему добавлена опция `-n`:

```
create_parser = subparsers.add_parser('create_db', help='create new db')
create_parser.add_argument('-n', dest='name', default=DFLT_DB_NAME,
                           help='db filename')
```

Синтаксис создания вложенных парсеров и добавления к ним аргументов одинаков:

```
create_parser = subparsers.add_parser('create_db', help='create new db')
create_parser.add_argument('-n', metavar='db-filename', dest='name',
                           default=DFLT_DB_NAME, help='db filename')
create_parser.add_argument('-s', dest='schema', default=DFLT_DB_SCHEMA,
                           help='db schema filename')
create_parser.set_defaults(func=create)
```

Метод `add_argument` добавляет аргумент. Тут синтаксис точно такой же, как и без использования вложенных парсеров.

В строке `create_parser.set_defaults(func=create)` указывается, что при вызове парсера `create_parser` будет вызвана функция `create`.

Функция `create` получает как аргумент все аргументы, которые были переданы. И внутри функции можно обращаться к нужным:

```
def create(args):
    print("Creating DB {} with DB schema {}".format((args.name, args.schema)))
```

Если вызвать `help` для этого скрипта, вывод будет таким:

```
$ python parse_dhcp_snooping.py -h
usage: parse_dhcp_snooping.py [-h] {create_db,add,get} ...

optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit

subcommands:
  valid subcommands

  {create_db,add,get}  description
    create_db          create new db
    add                add data to db
    get                get data from db
```

Обратите внимание, что каждый вложенный парсер, который создан в скрипте, отображается как команда в подсказке `usage`:

```
usage: parse_dhcp_snooping.py [-h] {create_db,add,get} ...
```

У каждого вложенного парсера теперь есть свой `help`:

```
$ python parse_dhcp_snooping.py create_db -h
usage: parse_dhcp_snooping.py create_db [-h] [-n db-filename] [-s SCHEMA]

optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit
  -n db-filename      db filename
  -s SCHEMA           db schema filename
```

Кроме вложенных парсеров, в этом примере также есть несколько новых возможностей `argparse`.

## metavar

В парсере `create_parser` используется новый аргумент `- metavar`:

```
create_parser.add_argument('-n', metavar='db-filename', dest='name',
                           default=DFLT_DB_NAME, help='db filename')
create_parser.add_argument('-s', dest='schema', default=DFLT_DB_SCHEMA,
                           help='db schema filename')
```

Аргумент `metavar` позволяет указывать имя аргумента для вывода в сообщении `usage` и `help`:

```
$ python parse_dhcp_snooping.py create_db -h
usage: parse_dhcp_snooping.py create_db [-h] [-n db-filename] [-s SCHEMA]

optional arguments:
  -h, --help      show this help message and exit
  -n db-filename  db filename
  -s SCHEMA       db schema filename
```

Посмотрите на разницу между опциями `-n` и `-s`:

- после опции `-n` в usage, и в help указывается имя, которое указано в параметре metavar
- после опции `-s` указывается имя переменной, в которую сохраняется значение

### nargs

В парсере `add_parser` используется `nargs`:

```
add_parser.add_argument('filename', nargs='+', help='file(s) to add to db')
```

Параметр `nargs` позволяет указать, что в этот аргумент должно попасть определенное количество элементов. В этом случае все аргументы, которые были переданы скрипту после имени аргумента `filename`, попадут в список `nargs`, но должен быть передан хотя бы один аргумент.

Сообщение `help` в таком случае выглядит так:

```
$ python parse_dhcp_snooping.py add -h
usage: parse_dhcp_snooping.py add [-h] [--db DB_FILE] [-s]
                                    filename [filename ...]

positional arguments:
  filename      file(s) to add to db

optional arguments:
  -h, --help      show this help message and exit
  --db DB_FILE   db name
  -s             add switch data if set, else add normal data
```

Если передать несколько файлов, они попадут в список. А так как функция `add` просто выводит имена файлов, вывод получится таким:

```
$ python parse_dhcp_snooping.py add filename test1.txt test2.txt
Reading info from file(s)
filename, test1.txt, test2.txt
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
Adding data to db dhcp_snooping.db
```

`nargs` поддерживает такие значения:

- `N` - должно быть указанное количество аргументов. Аргументы будут в списке (даже если указан `1`)
- `?` - 0 или 1 аргумент
- `*` - все аргументы попадут в список
- `+` - все аргументы попадут в список, но должен быть передан хотя бы один аргумент

### choices

В парсере `get_parser` используется `choices`:

```
get_parser.add_argument('-k', dest="key",
                      choices=['mac', 'ip', 'vlan', 'interface', 'switch'],
                      help='host key (parameter) to search')
```

Для некоторых аргументов важно, чтобы значение было выбрано только из определенных вариантов. В таких случаях можно указывать `choices`.

Для этого парсера `help` выглядит так:

```
$ python parse_dhcp_snooping.py get -h
usage: parse_dhcp_snooping.py get [-h] [--db DB_FILE]
                                  [-k {mac,ip,vlan,interface,switch}]
                                  [-v VALUE] [-a]

optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit
  --db DB_FILE          db name
  -k {mac,ip,vlan,interface,switch}
                        host key (parameter) to search
  -v VALUE              value of key
  -a                   show db content
```

А если выбрать неправильный вариант:

```
$ python parse_dhcp_snooping.py get -k test
usage: parse_dhcp_snooping.py get [-h] [--db DB_FILE]
                                  [-k {mac,ip,vlan,interface,switch}]
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
[ -v VALUE] [-a]
parse_dhcp_snooping.py get: error: argument -k: invalid choice: 'test' (choose
from 'mac', 'ip', 'vlan', 'interface', 'switch')
```

В данном примере важно указать варианты на выбор, так как затем на основании выбранного варианта генерируется SQL-запрос. И, благодаря ``choices``, нет возможности указать какой-то параметр, кроме разрешенных.

## Импорт парсера

В файле parse\_dhcp\_snooping.py последние две строки будут выполняться только в том случае, если скрипт был вызван как основной.

```
if __name__ == '__main__':
    args = parser.parse_args()
    args.func(args)
```

А значит, если импортировать файл, эти строки не будут вызваны.

Попробуем импортировать парсер в другой файл (файл call\_pds.py):

```
from parse_dhcp_snooping import parser

args = parser.parse_args()
args.func(args)
```

Вызов сообщения help:

```
$ python call_pds.py -h
usage: call_pds.py [-h] {create_db,add,get} ...

optional arguments:
-h, --help            show this help message and exit

subcommands:
valid subcommands

{create_db,add,get}  description
create_db           create new db
add                add data to db
get                get data from db
```

Вызов аргумента:

```
$ python call_pds.py add test.txt test2.txt
Reading info from file(s)
test.txt, test2.txt

Adding data to db dhcp_snooping.db
```

Всё работает без проблем.

## Передача аргументов вручную

Последняя особенность argparse - возможность передавать аргументы вручную.

Аргументы можно передать как список при вызове метода `parse_args()` (файл `call_pds2.py`):

```
from parse_dhcp_snooping import parser, get

args = parser.parse_args('add test.txt test2.txt'.split())
args.func(args)
```

Необходимо использовать метод ```split()```, так как метод ```parse_args()``` ожидает список аргументов.

Результат будет таким же, как если бы скрипт был вызван с аргументами:

```
$ python call_pds2.py
Reading info from file(s)
test.txt, test2.txt

Adding data to db dhcp_snooping.db
```

## Задания

**Предупреждение:** Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий есть автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

*Как работать с тестами и основы pytest.*

### Задание 12.1

Создать функцию `ping_ip_addresses`, которая проверяет доступность IP-адресов.

Функция ожидает как аргумент список IP-адресов.

Функция должна возвращать кортеж с двумя списками:

- список доступных IP-адресов
- список недоступных IP-адресов

Для проверки доступности IP-адреса, используйте `ping`.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 12.2

Функция `ping_ip_addresses` из задания 12.1 принимает только список адресов, но было бы удобно иметь возможность указывать адреса с помощью диапазона, например, `192.168.100.1-10`.

В этом задании необходимо создать функцию `convert_ranges_to_ip_list`, которая конвертирует список IP-адресов в разных форматах в список, где каждый IP-адрес указан отдельно.

Функция ожидает как аргумент список IP-адресов и/или диапазонов IP-адресов.

Элементы списка могут быть в формате:

- `10.1.1.1`
- `10.1.1.1-10.1.1.10`
- `10.1.1.1-10`

Если адрес указан в виде диапазона, надо развернуть диапазон в отдельные адреса, включая последний адрес диапазона. Для упрощения задачи, можно считать, что в диапазоне всегда меняется только последний октет адреса.

Функция возвращает список IP-адресов.

Например, если передать функции `convert_ranges_to_ip_list` такой список:

```
[ '8.8.4.4', '1.1.1.1-3', '172.21.41.128-172.21.41.132' ]
```

Функция должна вернуть такой список:

```
[ '8.8.4.4', '1.1.1.1', '1.1.1.2', '1.1.1.3', '172.21.41.128',
  '172.21.41.129', '172.21.41.130', '172.21.41.131', '172.21.41.132' ]
```

### Задание 12.3

Создать функцию `print_ip_table`, которая отображает таблицу доступных и недоступных IP-адресов.

Функция ожидает как аргументы два списка:

- список доступных IP-адресов
- список недоступных IP-адресов

Результат работы функции - вывод на стандартный поток вывода таблицы вида:

Reachable	Unreachable
-----	-----
10.1.1.1	10.1.1.7
10.1.1.2	10.1.1.8
	10.1.1.9

Функция не должна изменять списки, которые переданы ей как аргументы. То есть, до выполнения функции и после списки должны выглядеть одинаково.

Для этого задания нет тестов

## 13. Итераторы, итерируемые объекты и генераторы

В этом разделе рассматриваются:

- итерируемые объекты (iterable)
- итераторы (iterator)
- генераторные выражения (generator expression)

### Итерируемый объект

Итерация - это общий термин, который описывает процедуру взятия элементов чего-то по очереди.

В более общем смысле, это последовательность инструкций, которая повторяется определенное количество раз или до выполнения указанного условия.

Итерируемый объект (iterable) - это объект, который способен возвращать элементы по одному. Кроме того, из этого объекта можно получить итератор.

Примеры итерируемых объектов:

- все последовательности: список, строка, кортеж
- словари
- файлы

В Python за получение итератора отвечает функция `iter()`:

```
In [1]: lista = [1, 2, 3]

In [2]: iter(lista)
Out[2]: <list_iterator at 0xb4ede28c>
```

Функция `iter()` отработает на любом объекте, у которого есть метод `__iter__` или метод `__getitem__`.

Метод `__iter__` возвращает итератор. Если этого метода нет, функция `iter()` проверяет, нет ли метода `__getitem__` - метода, который позволяет получать элементы по индексу.

Если метод `__getitem__` есть, возвращается итератор, который проходится по элементам, используя индекс (начиная с 0).

На практике использование метода `__getitem__` означает, что все последовательности элементов - это итерируемые объекты. Например, список, кортеж, строка. Хотя у этих типов данных есть и метод `__iter__`.

## Итераторы

Итератор (iterator) - это объект, который возвращает свои элементы по одному за раз.

С точки зрения Python - это любой объект, у которого есть метод `__next__`. Этот метод возвращает следующий элемент, если он есть, или возвращает исключение `StopIteration`, когда элементы закончились.

Кроме того, итератор запоминает, на каком объекте он остановился в последнюю итерацию.

В Python у каждого итератора присутствует метод `__iter__` - то есть, любой итератор является итерируемым объектом. Этот метод просто возвращает сам итератор.

Пример создания итератора из списка:

```
In [3]: numbers = [1, 2, 3]

In [4]: i = iter(numbers)
```

Теперь можно использовать функцию `next()`, которая вызывает метод `__next__`, чтобы взять следующий элемент:

```
In [5]: next(i)
Out[5]: 1

In [6]: next(i)
Out[6]: 2

In [7]: next(i)
Out[7]: 3

In [8]: next(i)
-----
StopIteration          Traceback (most recent call last)
<ipython-input-8-bed2471d02c1> in <module>()
----> 1 next(i)

StopIteration:
```

После того, как элементы закончились, возвращается исключение `StopIteration`.

Для того, чтобы итератор снова начал возвращать элементы, его надо заново создать.

Аналогичные действия выполняются, когда цикл `for` проходится по списку:

```
In [9]: for item in numbers:
...:     print(item)
...:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

[1](#)  
[2](#)  
[3](#)

Когда мы перебираем элементы списка, к списку сначала применяется функция `iter()`, чтобы создать итератор, а затем вызывается его метод `__next__` до тех пор, пока не возникнет исключение `StopIteration`.

Итераторы полезны тем, что они отдают элементы по одному. Например, при работе с файлом это полезно тем, что в памяти будет находиться не весь файл, а только одна строка файла.

## Файл как итератор

Один из самых распространенных примеров итератора - файл.

Файл `r1.txt`:

```
!
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!
```

Если открыть файл обычной функцией `open`, мы получим объект, который представляет файл:

```
In [10]: f = open('r1.txt')
```

Этот объект является итератором, что можно проверить, вызвав метод `__next__`:

```
In [11]: f.__next__()
Out[11]: '!\\n'

In [12]: f.__next__()
Out[12]: 'service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year\\n'
```

Аналогичным образом можно перебирать строки в цикле `for`:

```
In [13]: for line in f:
...:     print(line.rstrip())
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...:  
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year  
service password-encryption  
service sequence-numbers  
!  
no ip domain lookup  
!  
ip ssh version 2  
!
```

При работе с файлами, использование файла как итератора не просто позволяет перебирать файл построчно - в каждую итерацию загружена только одна строка. Это очень важно при работе с большими файлами на тысячи и сотни тысяч строк, например, с лог-файлами.

Поэтому при работе с файлами в Python чаще всего используется конструкция вида:

```
In [14]: with open('r1.txt') as f:  
...:     for line in f:  
...:         print(line.rstrip())  
...:  
!  
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year  
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year  
service password-encryption  
service sequence-numbers  
!  
no ip domain lookup  
!  
ip ssh version 2  
!
```

## Генератор (generator)

Генераторы - это специальный класс функций, который позволяет легко создавать свои итераторы. В отличие от обычных функций, генератор не просто возвращает значение и завершает работу, а возвращает итератор, который отдает элементы по одному.

Обычная функция завершает работу, если:

- встретилось выражение `return`
- закончился код функции (это срабатывает как выражение `return None`)
- возникло исключение

После выполнения функции управление возвращается, и программа выполняется дальше. Все аргументы, которые передавались в функцию, локальные переменные, все это теряется. Остается только результат, который вернула функция.

Функция может возвращать список элементов, несколько объектов или возвращать разные результаты в зависимости от аргументов, но она всегда возвращает какой-то один результат.

Генератор же генерирует значения. При этом значения возвращаются по запросу, и после возврата одного значения выполнение функции-генератора приостанавливается до запроса следующего значения. Между запросами генератор сохраняет свое состояние.

Python позволяет создавать генераторы двумя способами:

- генераторное выражение
- функция-генератор

Ниже пример генераторного выражения, а по функциям-генераторам - [отдельная заметка](#)

### generator expression (генераторное выражение)

Генераторное выражение использует такой же синтаксис, как list comprehensions, но возвращает итератор, а не список.

Генераторное выражение выглядит точно так же, как list comprehensions, но используются круглые скобки:

```
In [1]: genexpr = (x**2 for x in range(10000))

In [2]: genexpr
Out[2]: <generator object <genexpr> at 0xb571ec8c>

In [3]: next(genexpr)
Out[3]: 0

In [4]: next(genexpr)
Out[4]: 1

In [5]: next(genexpr)
Out[5]: 4
```

Обратите внимание, что это не tuple comprehensions, а генераторное выражение.

Оно полезно в том случае, когда надо работать с большим итерируемым объектом или бесконечным итератором.

## Дополнительные материалы

Документация Python:

- [Sequence types](#)
- [Iterator types](#)
- [Functional Programming HOWTO](#)

Статьи:

- [Iterables vs. Iterators vs. Generators](#)



### III. Регулярные выражения

Регулярное выражение - это последовательность из обычных и специальных символов. Эта последовательность задает шаблон, который позже используется для поиска подстрок.

При работе с сетевым оборудованием регулярные выражения могут использоваться, например, для:

- получения информации из вывода команд show
- отбора части строк из вывода команд show, которые совпадают с шаблоном
- проверки, есть ли определенные настройки в конфигурации

Несколько примеров:

- обработав вывод команды show version, можно собрать информацию про версию ОС и uptime оборудования.
- получить из log-файла те строки, которые соответствуют шаблону.
- получить из конфигурации те интерфейсы, на которых нет описания (description)

Кроме того, в самом сетевом оборудовании регулярные выражения можно использовать для фильтрации вывода любых команд show.

В целом, использование регулярных выражений будет связано с получением части текста из большого вывода. Но это не единственное, в чем они могут пригодиться. Например, с помощью регулярных выражений можно выполнять замены в строках или разделение строки на части.

Эти области применения пересекаются с методами, которые применяются к строкам. И, если задача понятно и просто решается с помощью методов строк, лучше использовать их. Такой код будет проще понять и, кроме того, методы строк быстрее работают.

Но методы строк могут справиться не со всеми задачами или могут сильно усложнить решение задачи. В этом случае могут помочь регулярные выражения.

## 14. Синтаксис регулярных выражений

### Синтаксис регулярных выражений

В Python для работы с регулярными выражениями используется модуль `re`. Соответственно, для начала работы с регулярными выражениями надо его импортировать.

В этом разделе для всех примеров будет использоваться функция `search`. А в следующем подразделе будут рассматриваться остальные функции модуля `re`.

Синтаксис функции `search` такой:

```
match = re.search(regex, string)
```

У функции `search` два обязательных параметра:

- `regex` - регулярное выражение
- `string` - строка, в которой ищется совпадение

Если совпадение было найдено, функция вернет специальный объект `Match`. Если же совпадения не было, функция вернет `None`.

При этом особенность функции `search` в том, что она ищет только первое совпадение. То есть, если в строке есть несколько подстрок, которые соответствуют регулярному выражению, `search` вернет только первое найденное совпадение.

Чтобы получить представление о регулярных выражениях, рассмотрим несколько примеров.

Самый простой пример регулярного выражения - подстрока:

```
In [1]: import re  
  
In [2]: int_line = ' MTU 1500 bytes, BW 10000 Kbit, DLY 1000 usec,'  
  
In [3]: match = re.search('MTU', int_line)
```

В этом примере:

- сначала импортируется модуль `re`
- затем идет пример строки `int_line`
- и в 3 строке функции `search` передается выражение, которое надо искать, и строка `int_line`, в которой ищется совпадение

В данном случае мы просто ищем, есть ли подстрока „MTU“ в строке `int_line`.

Если она есть, в переменной `match` будет находиться специальный объект `Match`:

```
In [4]: print(match)
<_sre.SRE_Match object; span=(2, 5), match='MTU'>
```

У объекта Match есть несколько методов, которые позволяют получать разную информацию о полученном совпадении. Например, метод group показывает, что в строке совпало с описанным выражением.

В данном случае это просто подстрока „MTU“:

```
In [5]: match.group()
Out[5]: 'MTU'
```

Если совпадения не было, в переменной match будет значение None:

```
In [6]: int_line = ' MTU 1500 bytes, BW 10000 Kbit, DLY 1000 usec, '
In [7]: match = re.search('MU', int_line)
In [8]: print(match)
None
```

Полностью возможности регулярных выражений проявляются при использовании специальных символов. Например, символ \d означает цифру, а + означает повторение предыдущего символа один или более раз. Если их совместить \d+, получится выражение, которое означает одну или более цифр.

Используя это выражение, можно получить часть строки, в которой описана пропускная способность:

```
In [9]: int_line = ' MTU 1500 bytes, BW 10000 Kbit, DLY 1000 usec, '
In [10]: match = re.search('BW \d+', int_line)
In [11]: match.group()
Out[11]: 'BW 10000'
```

Особенно полезны регулярные выражения в получении определенных подстрок из строки. Например, необходимо получить VLAN, MAC и порты из вывода такого лог-сообщения:

```
In [12]: log2 = 'Oct  3 12:49:15.941: %SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host f04d.a206.
          ↳7fd6 in vlan 1 is flapping between port Gi0/5 and port Gi0/16'
```

Это можно сделать с помощью такого регулярного выражения:

```
In [13]: re.search('Host (\S+) in vlan (\d+) is flapping between port (\S+) and  
→port (\S+)', log2).groups()  
Out[13]: ('f04d.a206.7fd6', '1', 'Gi0/5', 'Gi0/16')
```

Метод `groups` возвращает только те части исходной строки, которые попали в круглые скобки. Таким образом, заключив часть выражения в скобки, можно указать, какие части строки надо запомнить.

Выражение `\d+` уже использовалось ранее - оно описывает одну или более цифр. А выражение `\S+` описывает все символы, кроме whitespace (пробел, таб и другие).

В следующих подразделах рассматриваются специальные символы, которые используются в регулярных выражениях.

---

**Примечание:** Если вы знаете, что означают специальные символы в регулярных выражениях, можно пропустить следующий подраздел и сразу переключиться на подраздел о модуле `re`.

---

## Наборы символов

В Python есть специальные обозначения для наборов символов:

- `\d` - любая цифра
- `\D` - любое нечисловое значение
- `\s` - пробельные символы
- `\S` - все, кроме пробельные символы
- `\w` - любая буква, цифра или нижнее подчеркивание
- `\W` - все, кроме букв, цифр или нижнего подчеркивания

---

**Примечание:** Это не все наборы символов, которые поддерживает Python. Подробнее смотрите в [документации](#).

---

Наборы символов позволяют писать более короткие выражения без необходимости перечислять все нужные символы.

Например, получим время из строки лог-файла:

```
In [1]: log = '*Jul  7 06:15:18.695: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on  
→Interface Ethernet0/3, changed state to down'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [2]: re.search('\d\d:\d\d:\d\d', log).group()
Out[2]: '06:15:18'
```

Выражение \d\d:\d\d:\d\d описывает 3 пары чисел, разделенных двоеточиями.

Получение MAC-адреса из лог-сообщения:

```
In [3]: log2 = 'Jun 3 14:39:05.941: %SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host f03a.b216.
          ↪7ad7 in vlan 10 is flapping between port Gi0/5 and port Gi0/15'

In [4]: re.search('\w\w\w\w\. \w\w\w\w\. \w\w\w\w', log2).group()
Out[4]: 'f03a.b216.7ad7'
```

Выражение \w\w\w\w\. \w\w\w\w\. \w\w\w\w описывает 12 букв или цифр, которые разделены на три группы по четыре символа точками.

Группы символов очень удобны, но пока что приходится вручную указывать повторение символа. В следующем подразделе рассматриваются символы повторения, которые упростят описание выражений.

## Символы повторения

- regex+ - одно или более повторений предшествующего элемента
- regex\* - ноль или более повторений предшествующего элемента
- regex? - ноль или одно повторение предшествующего элемента
- regex{n} - ровно n повторений предшествующего элемента
- regex{n,m} - от n до m повторений предшествующего элемента
- regex{n, } - n или более повторений предшествующего элемента

+

Плюс указывает, что предыдущее выражение может повторяться сколько угодно раз, но, как минимум, один раз.

Например, тут повторение относится к букве а:

```
In [1]: line = '100      aab1.alal.a5d3      FastEthernet0/1'

In [2]: re.search('a+', line).group()
Out[2]: 'aa'
```

А в этом выражении повторяется строка „a1“:

```
In [3]: line = '100      aab1.alal.a5d3      FastEthernet0/1'

In [4]: re.search('(a1)+', line).group()
Out[4]: 'alal'
```

В выражении `^(a1)+` скобки используются для того, чтобы указать, что повторение относится к последовательности символов 'a1'.

IP-адрес можно описать выражением `\d+\.\d+\.\d+\.\d+`. Тут плюс используется, чтобы указать, что цифр может быть несколько. А также встречается выражение `\..`.

Оно необходимо из-за того, что точка является специальным символом (она обозначает любой символ). И чтобы указать, что нас интересует именно точка, надо ее экранировать - поместить перед точкой обратный слеш.

Используя это выражение, можно получить IP-адрес из строки `sh_ip_int_br`:

```
In [5]: sh_ip_int_br = 'Ethernet0/1      192.168.200.1    YES NVRAM  up          up'

In [6]: re.search('\d+\.\d+\.\d+\.\d+', sh_ip_int_br).group()
Out[6]: '192.168.200.1'
```

Еще один пример выражения: `\d+\s+\S+` - оно описывает строку, в которой идут сначала цифры, после них пробельные символы, а зачем непробельные символы (все, кроме пробела, таба и других подобных символов). С его помощью можно получить VLAN и MAC-адрес из строки:

```
In [7]: line = '1500      aab1.alal.a5d3      FastEthernet0/1'

In [8]: re.search('\d+\s+\S+', line).group()
Out[8]: '1500      aab1.alal.a5d3'
```

\*

Звездочка указывает, что предыдущее выражение может повторяться 0 или более раз.

Например, если звездочка стоит после символа, она означает повторение этого символа.

Выражение `ba*` означает b, а затем ноль или более повторений a:

```
In [9]: line = '100      a011.baaa.a5d3      FastEthernet0/1'

In [10]: re.search('ba*', line).group()
Out[10]: 'baaa'
```

Если в строке line до подстроки baaa встретится b, то совпадением будет b:

```
In [11]: line = '100      ab11.baaa.a5d3      FastEthernet0/1'

In [12]: re.search('ba*', line).group()
Out[12]: 'b'
```

Допустим, необходимо написать регулярное выражение, которое описывает электронные адреса в двух форматах: `user@example.com` и `user.test@example.com`. То есть, в левой части адреса может быть или одно слово, или два слова, разделенные точкой.

Первый вариант на примере адреса без точки:

```
In [13]: email1 = 'user1@gmail.com'
```

Этот адрес можно описать таким выражением `\w+@\w+\.\w+`:

```
In [14]: re.search('\w+@\w+\.\w+', email1).group()
Out[14]: 'user1@gmail.com'
```

Но такое выражение не подходит для электронного адреса с точкой:

```
In [15]: email2 = 'user2.test@gmail.com'
```

```
In [16]: re.search('\w+@\w+\.\w+', email2).group()
Out[16]: 'test@gmail.com'
```

Регулярное выражение для адреса с точкой:

```
In [17]: re.search('\w+\.\w+@\w+\.\w+', email2).group()
Out[17]: 'user2.test@gmail.com'
```

Чтобы описать оба варианта адресов, надо указать, что точка в адресе опциональна:

```
'\w+\.*\w+@\w+\.\w+'
```

Такое регулярное выражение описывает оба варианта:

```
In [18]: email1 = 'user1@gmail.com'

In [19]: email2 = 'user2.test@gmail.com'

In [20]: re.search('\w+\.*\w+@\w+\.\w+', email1).group()
Out[20]: 'user1@gmail.com'

In [21]: re.search('\w+\.*\w+@\w+\.\w+', email2).group()
Out[21]: 'user2.test@gmail.com'
```

?

В последнем примере регулярное выражение указывает, что точка необязательна, но в тоже время определяет, что она может появиться много раз.

В этой ситуации логичней использовать знак вопроса. Он обозначает ноль или одно повторение предыдущего выражения или символа. Теперь регулярное выражение выглядит так \w+\.\?\w+@\w+\.\w+:

```
In [22]: mail_log = ['Jun 18 14:10:35 client-ip=154.10.180.10 from=user1@gmail.  
↪com, size=551',  
...:                 'Jun 18 14:11:05 client-ip=150.10.180.10 from=user2.  
↪test@gmail.com, size=768']  
  
In [23]: for message in mail_log:  
...:     match = re.search('\w+\.\?\w+@\w+\.\w+', message)  
...:     if match:  
...:         print("Found email: ", match.group())  
...:  
Found email: user1@gmail.com  
Found email: user2.test@gmail.com
```

{n}

С помощью фигурных скобок можно указать, сколько раз должно повторяться предшествующее выражение.

Например, выражение `\w{4}\.\w{4}\.\w{4}` описывает 12 букв или цифр, которые разделены на три группы по четыре символа точками. Таким образом можно получить MAC-адрес:

```
In [24]: line = '100      aab1.a1a1.a5d3      FastEthernet0/1'
```

```
In [25]: re.search('\w{4}\.\w{4}\.\w{4}', line).group()
Out[25]: 'aab1.al1.a5d3'
```

В фигурных скобках можно указывать и диапазон повторений. Например, попробуем получить все номера VLAN из строки mac table:

```
In [26]: mac_table = '''
....: sw1#sh mac address-table
....:          Mac Address Table
....: -----
....:
....: Vlan      Mac Address        Type      Ports
....:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

...: -----
...: 100   a1b2.ac10.7000  DYNAMIC  Gi0/1
...: 200   a0d4.cb20.7000  DYNAMIC  Gi0/2
...: 300   acb4.cd30.7000  DYNAMIC  Gi0/3
...: 1100  a2bb.ec40.7000  DYNAMIC  Gi0/4
...: 500   aa4b.c550.7000  DYNAMIC  Gi0/5
...: 1200  a1bb.1c60.7000  DYNAMIC  Gi0/6
...: 1300  aa0b.cc70.7000  DYNAMIC  Gi0/7
...: ''

```

Так как `search` ищет только первое совпадение, в выражение `\d{1,4}` попадет номер VLAN:

```

In [27]: for line in mac_table.split('\n'):
...:     match = re.search('\d{1,4}', line)
...:     if match:
...:         print('VLAN: ', match.group())
...:
VLAN: 1
VLAN: 100
VLAN: 200
VLAN: 300
VLAN: 1100
VLAN: 500
VLAN: 1200
VLAN: 1300

```

Выражение `\d{1,4}` описывает от одной до четырех цифр.

Обратите внимание, что в выводе команды с оборудования нет VLAN с номером 1. При этом регулярное выражение получило откуда-то число 1. Цифра 1 попала в вывод из имени хоста в строке `sw1#sh mac address-table`.

Чтобы исправить это, достаточно дополнить выражение и указать, что после цифр должен идти хотя бы один пробел:

```

In [28]: for line in mac_table.split('\n'):
...:     match = re.search('\d{1,4} +', line)
...:     if match:
...:         print('VLAN: ', match.group())
...:
VLAN: 100
VLAN: 200
VLAN: 300
VLAN: 1100

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
VLAN: 500
VLAN: 1200
VLAN: 1300
```

## Специальные символы

- . - любой символ, кроме символа новой строки
- ^ - начало строки
- \$ - конец строки
- [abc] - любой символ в скобках
- [^abc] - любой символ, кроме тех, что в скобках
- a|b - элемент a или b
- ( regex ) - выражение рассматривается как один элемент. Кроме того, подстрока, которая совпала с выражением, запоминается

Точка обозначает любой символ.

Чаще всего точка используется с символами повторения + и \*, чтобы указать, что между определенными выражениями могут находиться любые символы.

Например, с помощью выражения Interface.+Port ID.+ можно описать строку с интерфейсами в выводе sh cdp neighbors detail:

```
In [1]: cdp = '''
...: SW1#show cdp neighbors detail
...: -----
...: Device ID: SW2
...: Entry address(es):
...:   IP address: 10.1.1.2
...: Platform: cisco WS-C2960-8TC-L,  Capabilities: Switch IGMP
...: Interface: GigabitEthernet1/0/16,  Port ID (outgoing port): ↴
...:   ↪GigabitEthernet0/1
...: Holdtime : 164 sec
...: '''

In [2]: re.search('Interface.+Port ID.+', cdp).group()
Out[2]: 'Interface: GigabitEthernet1/0/16,  Port ID (outgoing port): ↴
...:   ↪GigabitEthernet0/1'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

В результат попала только одна строка, так как точка обозначает любой символ, кроме символа перевода строки. Кроме того, символы повторения + и \* по умолчанию захватывают максимально длинную строку. Этот аспект рассматривается в подразделе «Жадность символов повторения».

^

Символ ^ означает начало строки. Выражению `^\d+` соответствует подстрока:

```
In [3]: line = "100      aa12.35fe.a5d3      FastEthernet0/1"

In [4]: re.search('^\d+', line).group()
Out[4]: '100'
```

Символы с начала строки и до решетки (включая решетку):

```
In [5]: prompt = 'SW1#show cdp neighbors detail'

In [6]: re.search('^.+#', prompt).group()
Out[6]: 'SW1#'
```

\$

Символ \$ обозначает конец строки.

Выражение `\S+$` описывает любые символы, кроме whitespace в конце строки:

```
In [7]: line = "100      aa12.35fe.a5d3      FastEthernet0/1"

In [8]: re.search('\S+$', line).group()
Out[8]: 'FastEthernet0/1'
```

[]

Символы, которые перечислены в квадратных скобках, означают, что любой из этих символов будет совпадением. Таким образом можно описывать разные регистры:

```
In [9]: line = "100      aa12.35fe.a5d3      FastEthernet0/1"

In [10]: re.search('[Ff]ast', line).group()
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
Out[10]: 'Fast'

In [11]: re.search('[Ff]ast[Ee]thernet', line).group()
Out[11]: 'FastEthernet'
```

С помощью квадратных скобок можно указать, какие символы могут встречаться на конкретной позиции. Например, выражение `^.+[>#]` описывает символы с начала строки и до решетки или знака больше (включая их). С помощью такого выражения можно получить имя устройства:

```
In [12]: commands = ['SW1#show cdp neighbors detail',
...:                  'SW1>sh ip int br',
...:                  'r1-london-core# sh ip route']
...:

In [13]: for line in commands:
...:     match = re.search('^.+[^#]', line)
...:     if match:
...:         print(match.group())
...:
SW1#
SW1>
r1-london-core#
```

В квадратных скобках можно указывать диапазоны символов. Например, таким образом можно указать, что нас интересует любая цифра от 0 до 9:

```
In [14]: line = "100      aa12.35fe.a5d3      FastEthernet0/1"

In [15]: re.search('[0-9]+', line).group()
Out[15]: '100'
```

Аналогичным образом можно указать буквы:

```
In [16]: line = "100      aa12.35fe.a5d3      FastEthernet0/1"

In [17]: re.search('[a-z]+', line).group()
Out[17]: 'aa'

In [18]: re.search('[A-Z]+', line).group()
Out[18]: 'F'
```

В квадратных скобках можно указывать несколько диапазонов:

```
In [19]: line = "100      aa12.35fe.a5d3      FastEthernet0/1"

In [20]: re.search('[a-f0-9]+.[a-f0-9]+.[a-f0-9]+', line).group()
Out[20]: 'aa12.35fe.a5d3'
```

Выражение `[a-f0-9]+.[a-f0-9]+.[a-f0-9]+` описывает три группы символов, разделенных точкой. Символами в каждой группе могут быть буквы a-f или цифры 0-9. Это выражение описывает MAC-адрес.

Еще одна особенность квадратных скобок - специальные символы внутри квадратных скобок теряют свое специальное значение и обозначают просто символ. Например, точка внутри квадратных скобок будет обозначать точку, а не любой символ.

Выражение `[a-f0-9]+[.][a-f0-9]+` описывает три группы символов:

1. буквы a-f или цифры от 0 до 9
2. точка или слеш
3. буквы a-f или цифры от 0 до 9

Для строки `line` совпадением будет такая подстрока:

```
In [21]: line = "100      aa12.35fe.a5d3      FastEthernet0/1"

In [22]: re.search('[a-f0-9]+[.][a-f0-9]+', line).group()
Out[22]: 'aa12.35fe'
```

Если после открывающейся квадратной скобки указан символ `^`, совпадением будет любой символ, кроме указанных в скобках:

```
In [23]: line = 'FastEthernet0/0    15.0.15.1        YES manual up        up'

In [24]: re.search('^[a-zA-Z]+', line).group()
Out[24]: '0/0    15.0.15.1    '
```

В данном случае выражение описывает все, кроме букв.

|

Вертикальная черта работает как „или“:

```
In [25]: line = "100      aa12.35fe.a5d3      FastEthernet0/1"

In [26]: re.search('Fast|0/1', line).group()
Out[26]: 'Fast'
```

Обратите внимание на то, как срабатывает | - Fast и 0/1 воспринимаются как целое выражение. То есть, в итоге выражение означает, что мы ищем Fast или 0/1, а не то, что мы ищем Fas, затем t или 0 и 0/1.

()

Скобки используются для группировки выражений. Как и в математических выражениях, с помощью скобок можно указать, к каким элементам применяется операция.

Например, выражение [0-9]([a-f]| [0-9])[0-9] описывает три символа: цифра, потом буква или цифра и цифра:

```
In [27]: line = "100      aa12.35fe.a5d3      FastEthernet0/1"
In [28]: re.search('[0-9]([a-f]| [0-9])[0-9]', line).group()
Out[28]: '100'
```

Скобки позволяют указывать, какое выражение является одним целым. Это особенно полезно при использовании символов повторения:

```
In [29]: line = 'FastEthernet0/0      15.0.15.1      YES manual up      up'
In [30]: re.search('([0-9]+\.)+[0-9]+', line).group()
Out[30]: '15.0.15.1'
```

Скобки позволяют не только группировать выражения. Стока, которая совпала с выражением в скобках, запоминается. Ее можно получить отдельно с помощью специальных методов groups и group(n). Это рассматривается в подразделе «Группировка выражений».

## Жадность символов повторения

По умолчанию символы повторения в регулярных выражениях жадные (greedy). Это значит, что результирующая подстрока, которая соответствует шаблону, будет наиболее длинной.

Пример жадного поведения:

```
In [1]: import re
In [2]: line = '<text line> some text'
In [3]: match = re.search('<.*>', line)

In [4]: match.group()
Out[4]: '<text line> some text'
```

То есть, в данном случае выражение захватило максимально возможный кусок символов, заключенный в <>.

Если нужно отключить жадность, достаточно добавить знак вопроса после символов повторения:

```
In [5]: line = '<text line> some text'

In [6]: match = re.search('<.*?>', line)

In [7]: match.group()
Out[7]: '<text line>'
```

Зачастую жадность наоборот полезна. Например, без отключения жадности последнего плюса, выражение `\d+\s+\S+` описывает такую строку:

```
In [8]: line = '1500      aab1.ala1.a5d3      FastEthernet0/1'

In [9]: re.search('\d+\s+\S+', line).group()
Out[9]: '1500      aab1.ala1.a5d3'
```

Символ `\S` обозначает все, кроме пробельных символов. Поэтому выражение `\S+` с жадным символом повторения описывает максимально длинную строку до первого whitespace символа. В данном случае - до первого пробела.

Если отключить жадность, результат будет таким:

```
In [10]: re.search('\d+\s+\S+?', line).group()
Out[10]: '1500      a'
```

## Группировка выражений

Группировка выражений указывает, что последовательность символов надо рассматривать как одно целое. Однако это не единственное преимущество группировки.

Кроме этого, с помощью групп можно получать только определенную часть строки, которая была описана выражением. Это очень полезно в ситуациях, когда надо описать строку достаточно подробно, чтобы отобрать нужные строки, но в то же время из самой строки надо получить только определенное значение.

Например, из log-файла надо отобрать строки, в которых встречается «%SW\_MATM-4-MACFLAP\_NOTIF», а затем из каждой такой строки получить MAC-адрес, VLAN и интерфейсы. В этом случае регулярное выражение просто должно описывать строку, а все части строки, которые надо получить в результате, просто заключаются в скобки.

В Python есть два варианта использования групп:

- Нумерованные группы
- Именованные группы

## Нумерованные группы

Группа определяется помещением выражения в круглые скобки () .

Внутри выражения группы нумеруются слева направо, начиная с 1. Затем к группам можно обращаться по номерам и получать текст, который соответствует выражению в группе.

Пример использования групп:

```
In [8]: line = "FastEthernet0/1      10.0.12.1      YES manual up
          ↵      up"
In [9]: match = re.search('(\S+)\s+([\w.]+)\s+.*', line)
```

В данном примере указаны две группы:

- первая группа - любые символы, кроме пробельных
- вторая группа - любая буква или цифра (символ \w) или точка

Вторую группу можно было описать так же, как и первую. Другой вариант сделан просто для примера

Теперь можно обращаться к группам по номеру. Группа 0 - это строка, которая соответствует всему шаблону:

```
In [10]: match.group(0)
Out[10]: 'FastEthernet0/1      10.0.12.1      YES manual up
          ↵      up'

In [11]: match.group(1)
Out[11]: 'FastEthernet0/1'

In [12]: match.group(2)
Out[12]: '10.0.12.1'
```

При необходимости можно перечислить несколько номеров групп:

```
In [13]: match.group(1, 2)
Out[13]: ('FastEthernet0/1', '10.0.12.1')

In [14]: match.group(2, 1, 2)
Out[14]: ('10.0.12.1', 'FastEthernet0/1', '10.0.12.1')
```

Начиная с версии Python 3.6, к группам можно обращаться таким образом:

```
In [15]: match[0]
Out[15]: 'FastEthernet0/1      10.0.12.1      YES manual up
          ↵      up'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [16]: match[1]
Out[16]: 'FastEthernet0/1'
```

```
In [17]: match[2]
Out[17]: '10.0.12.1'
```

Для вывода всех подстрок, которые соответствуют указанным группам, используется метод groups:

```
In [18]: match.groups()
Out[18]: ('FastEthernet0/1', '10.0.12.1')
```

## Именованные группы

Когда выражение сложное, не очень удобно определять номер группы. Плюс, при дополнении выражения, может получиться так, что порядок групп изменился, и придется изменить и код, который ссылается на группы.

Именованные группы позволяют задавать группе имя.

Синтаксис именованной группы (?P<name>regex):

```
In [19]: line = "FastEthernet0/1           10.0.12.1      YES manual up
          ↵           up"
```

```
In [20]: match = re.search('(?P<intf>\S+)\s+(?P<address>[\d.]+)\s+', line)
```

Теперь к этим группам можно обращаться по имени:

```
In [21]: match.group('intf')
Out[21]: 'FastEthernet0/1'
```

```
In [22]: match.group('address')
Out[22]: '10.0.12.1'
```

Также очень полезно то, что с помощью метода groupdict(), можно получить словарь, где ключи - имена групп, а значения - подстроки, которые им соответствуют:

```
In [23]: match.groupdict()
Out[23]: {'address': '10.0.12.1', 'intf': 'FastEthernet0/1'}
```

И в таком случае можно добавить группы в регулярное выражение и полагаться на их имя, а не на порядок:

```
In [24]: match = re.search('(?P<intf>\S+)\s+(?P<address>[\d\.]+)\s+\w+\s+\w+\s+(?P<status>up|down|administratively down)\s+(?P<protocol>up|down)', line)

In [25]: match.groupdict()
Out[25]:
{'address': '10.0.12.1',
 'intf': 'FastEthernet0/1',
 'protocol': 'up',
 'status': 'up'}
```

## Разбор вывода команды show ip dhcp snooping с помощью именованных групп

Рассмотрим еще один пример использования именованных групп. В этом примере задача в том, чтобы получить из вывода команды show ip dhcp snooping binding поля: MAC-адрес, IP-адрес, VLAN и интерфейс.

В файле dhcp\_snooping.txt находится вывод команды show ip dhcp snooping binding:

MacAddress	IpAddress	Lease(sec)	Type	VLAN	Interface
00:09:BB:3D:D6:58	10.1.10.2	86250	dhcp-snooping	10	FastEthernet0/1
00:04:A3:3E:5B:69	10.1.5.2	63951	dhcp-snooping	5	FastEthernet0/10
00:05:B3:7E:9B:60	10.1.5.4	63253	dhcp-snooping	5	FastEthernet0/9
00:09:BC:3F:A6:50	10.1.10.6	76260	dhcp-snooping	10	FastEthernet0/3
Total number of bindings: 4					

Для начала попробуем разобрать одну строку:

```
In [1]: line = '00:09:BB:3D:D6:58 10.1.10.2 86250 dhcp-snooping 10 FastEthernet0/1'
```

В регулярном выражении именованные группы используются для тех частей вывода, которые нужно запомнить:

```
In [2]: match = re.search('(?P<mac>\S+) +(?P<ip>\S+) +\d+ +\$ +(?P<vlan>\d+) +(?P<port>\S+)', line)
```

Комментарии к регулярному выражению:

- (?P<mac>\S+) + - в группу с именем „mac“ попадают любые символы, кроме пробельных. Получается, что выражение описывает последовательность любых символов до пробела
- (?P<ip>\S+) + - тут аналогично: последовательность любых непробельных символов до пробела. Имя группы „ip“
- \d+ + - числовая последовательность (одна или более цифр), а затем один или более пробелов
- сюда попадет значение Lease
- \S+ +- последовательность любых символов, кроме пробельных
- сюда попадает тип соответствия (в данном случае все они dhcp-snooping)
- (?P<vlan>\d+) + - именованная группа „vlan“. Сюда попадают только числовые последовательности с одним или более символами
- (?P<int>.\S+) - именованная группа „int“. Сюда попадают любые символы, кроме whitespace

В результате, метод groupdict вернет такой словарь:

```
In [3]: match.groupdict()
Out[3]:
{'int': 'FastEthernet0/1',
 'ip': '10.1.10.2',
 'mac': '00:09:BB:3D:D6:58',
 'vlan': '10'}
```

Так как регулярное выражение отработало как нужно, можно создавать скрипт. В скрипте перебираются все строки файла dhcp\_snooping.txt, и на стандартный поток вывода выводится информация об устройствах.

Файл parse\_dhcp\_snooping.py:

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import re

# '00:09:BB:3D:D6:58      10.1.10.2          86250      dhcp-snooping    10
# 'FastEthernet0/1'
regex = re.compile('(?P<mac>\S+) +(?P<ip>\S+) +\d+ +\S+ +(?P<vlan>\d+) +(?P<port>
                   \S+)')
result = []

with open('dhcp_snooping.txt') as data:
    for line in data:
        match = regex.search(line)
        if match:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
result.append(match.groupdict())

print('К коммутатору подключено {}'.format(len(result)))

for num, comp in enumerate(result, 1):
    print('Параметры устройства {}:'.format(num))
    for key in comp:
        print('{:10}: {:10}'.format(key, comp[key]))
```

Результат выполнения:

```
$ python parse_dhcp_snooping.py
К коммутатору подключено 4 устройства
Параметры устройства 1:
    int:      FastEthernet0/1
    ip:      10.1.10.2
    mac:      00:09:BB:3D:D6:58
    vlan:      10
Параметры устройства 2:
    int:      FastEthernet0/10
    ip:      10.1.5.2
    mac:      00:04:A3:3E:5B:69
    vlan:      5
Параметры устройства 3:
    int:      FastEthernet0/9
    ip:      10.1.5.4
    mac:      00:05:B3:7E:9B:60
    vlan:      5
Параметры устройства 4:
    int:      FastEthernet0/3
    ip:      10.1.10.6
    mac:      00:09:BC:3F:A6:50
    vlan:      10
```

## Группа без захвата

По умолчанию все, что попало в группу, запоминается. Это называется группа с захватом.

Иногда скобки нужны для указания части выражения, которое повторяется. И, при этом, не нужно запоминать выражение.

Например, надо получить MAC-адрес, VLAN и порты из такого лог-сообщения:

```
In [1]: log = 'Jun  3 14:39:05.941: %SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host f03a.b216.7ad7
↪in vlan 10 is flapping between port Gi0/5 and port Gi0/15'
```

Регулярное выражение, которое описывает нужные подстроки:

```
In [2]: match = re.search('((\w{4}\.){2}\w{4}).+vlan (\d+).+port (\S+).+port (\S+)
↪', log)
```

Выражение состоит из таких частей:

- $((\w{4}\.){2}\w{4})$  - сюда попадет MAC-адрес
- $\w{4}\.$  - эта часть описывает 4 буквы или цифры и точку
- $(\w{4}\.){2}$  - тут скобки нужны, чтобы указать, что 4 буквы или цифры и точка повторяются два раза
- $\w{4}$  - затем 4 буквы или цифры
- $.+vlan (\d+)$  - в группу попадет номер VLAN
- $.+port (\S+)$  - первый интерфейс
- $.+port (\S+)$  - второй интерфейс

Метод `groups` вернет такой результат:

```
In [3]: match.groups()
Out[3]: ('f03a.b216.7ad7', 'b216.', '10', 'Gi0/5', 'Gi0/15')
```

Второй элемент, по сути, лишний. Он попал в вывод из-за скобок в выражении  $(\w{4}\.){2}$ .

В этом случае нужно отключить захват в группе. Это делается добавлением ?: после открывающейся скобки группы.

Теперь выражение выглядит так:

```
In [4]: match = re.search('(?:\w{4}\.){2}\w{4}).+vlan (\d+).+port (\S+).+port
↪(\S+)', log)
```

И, соответственно, группы:

```
In [5]: match.groups()
Out[5]: ('f03a.b216.7ad7', '10', 'Gi0/5', 'Gi0/15')
```

## Повторение захваченного результата

При работе с группами можно использовать результат, который попал в группу, дальше в этом же выражении.

Например, в выводе `sh ip bgp` последний столбец описывает атрибут AS Path (через какие автономные системы прошел маршрут):

```
In [1]: bgp = '''
...: R9# sh ip bgp | be Network
...:      Network          Next Hop      Metric LocPrf Weight Path
...: * 192.168.66.0/24  192.168.79.7
...: *->                  192.168.89.8
...: * 192.168.67.0/24  192.168.79.7      0
...: *->                  192.168.89.8
...: * 192.168.88.0/24  192.168.79.7
...: *->                  192.168.89.8      0
...: *->
...: '''
```

Допустим, надо получить те префиксы, у которых в пути несколько раз повторяется один и тот же номер AS.

Это можно сделать с помощью ссылки на результат, который был захвачен группой. Например, такое выражение отображает все строки, в которых один и тот же номер повторяется хотя бы два раза:

```
In [2]: for line in bgp.split('\n'):
...:     match = re.search(r'(\d+) \1', line)
...:     if match:
...:         print(line)
...
* 192.168.66.0/24  192.168.79.7          0 500 500 500 i
* 192.168.67.0/24  192.168.79.7          0 700 700 700 i
* 192.168.88.0/24  192.168.79.7          0 700 700 700 i
*>                  192.168.89.8          0 800 800 i
```

В этом выражении обозначение `\1` подставляет результат, который попал в группу. Номер один указывает на конкретную группу. В данном случае это группа 1, она же единственная.

Кроме того, в этом выражении перед строкой регулярного выражения стоит буква `r`. Это так называемая raw строка.

Тут удобней использовать ее, так как иначе надо будет экранировать обратный слеш, чтобы ссылка на группу сработала корректно:

```
match = re.search('(\d+) \\1', line)
```

**Предупреждение:** При использовании регулярных выражений лучше всегда использовать raw строки.

Аналогичным образом можно описать строки, в которых один и тот же номер встречается три раза:

```
In [3]: for line in bgp.split('\n'):
...:     match = re.search(r'(\d+) \1 \1', line)
...:     if match:
...:         print(line)
...
* 192.168.66.0/24 192.168.79.7          0 500 500 500 i
* 192.168.67.0/24 192.168.79.7          0 700 700 700 i
* 192.168.88.0/24 192.168.79.7          0 700 700 700 i
```

Аналогичным образом можно ссылаться на результат, который попал в именованную группу:

```
In [129]: for line in bgp.split('\n'):
...:     match = re.search('(?P<as>\d+) (?P=as)', line)
...:     if match:
...:         print(line)
...
* 192.168.66.0/24 192.168.79.7          0 500 500 500 i
* 192.168.67.0/24 192.168.79.7          0 700 700 700 i
* 192.168.88.0/24 192.168.79.7          0 700 700 700 i
*>                  192.168.89.8          0 800 800 i
```

## 15. Модуль `re`

В Python для работы с регулярными выражениями используется модуль `re`.

Основные функции модуля `re`:

- `match()` - ищет последовательность в начале строки
- `search()` - ищет первое совпадение с шаблоном
- `findall()` - ищет все совпадения с шаблоном. Возвращает результирующие строки в виде списка
- `finditer()` - ищет все совпадения с шаблоном. Возвращает итератор
- `compile()` - компилирует регулярное выражение. К этому объекту затем можно применять все перечисленные функции
- `fullmatch()` - вся строка должна соответствовать описанному регулярному выражению

Кроме функций для поиска совпадений, в модуле есть такие функции:

- `re.sub` - для замены в строках
- `re.split` - для разделения строки на части

### Объект Match

В модуле `re` несколько функций возвращают объект `Match`, если было найдено совпадение:

- `search`
- `match`
- `finditer` возвращает итератор с объектами `Match`

В этом подразделе рассматриваются методы объекта `Match`.

Пример объекта `Match`:

```
In [1]: log = 'Jun  3 14:39:05.941: %SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host f03a.b216.7ad7 ↵
in vlan 10 is flapping between port Gi0/5 and port Gi0/15'

In [2]: match = re.search(r'Host (\S+) in vlan (\d+) .* port (\S+) and port (\S+)
↪', log)

In [3]: match
Out[3]: <_sre.SRE_Match object; span=(47, 124), match='Host f03a.b216.7ad7 in
↪vlan 10 is flapping between'>
```

Вывод в 3 строке просто отображает информацию об объекте. Поэтому не стоит полагаться на то, что отображается в части match, так как отображаемая строка обрезается по фиксированному количеству знаков.

## group()

Метод group возвращает подстроку, которая совпала с выражением или с выражением в группе.

Если метод вызывается без аргументов, отображается вся подстрока:

```
In [4]: match.group()
Out[4]: 'Host f03a.b216.7ad7 in vlan 10 is flapping between port Gi0/5 and port
         ↪Gi0/15'
```

Аналогичный вывод возвращает группа 0:

```
In [5]: match.group(0)
Out[5]: 'Host f03a.b216.7ad7 in vlan 10 is flapping between port Gi0/5 and port
         ↪Gi0/15'
```

Другие номера отображают только содержимое соответствующей группы:

```
In [6]: match.group(1)
Out[6]: 'f03a.b216.7ad7'

In [7]: match.group(2)
Out[7]: '10'

In [8]: match.group(3)
Out[8]: 'Gi0/5'

In [9]: match.group(4)
Out[9]: 'Gi0/15'
```

Если вызвать метод group с номером группы, который больше, чем количество существующих групп, возникнет ошибка:

```
In [10]: match.group(5)
-----
IndexError                                 Traceback (most recent call last)
<ipython-input-18-9df93fa7b44b> in <module>()
----> 1 match.group(5)

IndexError: no such group
```

Если вызвать метод с несколькими номерами групп, результатом будет кортеж со строками, которые соответствуют совпадениям:

```
In [11]: match.group(1, 2, 3)
Out[11]: ('f03a.b216.7ad7', '10', 'Gi0/5')
```

В группу может ничего не попасть, тогда ей будет соответствовать пустая строка:

```
In [12]: log = 'Jun 3 14:39:05.941: %SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host f03a.b216.
          ↪7ad7 in vlan 10 is flapping between port Gi0/5 and port Gi0/15'

In [13]: match = re.search(r'Host (\S+) in vlan (\D*)', log)

In [14]: match.group(2)
Out[14]: ''
```

Если группа описывает часть шаблона и совпадений было несколько, метод отобразит последнее совпадение:

```
In [15]: log = 'Jun 3 14:39:05.941: %SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host f03a.b216.
          ↪7ad7 in vlan 10 is flapping between port Gi0/5 and port Gi0/15'

In [16]: match = re.search(r'Host (\w{4}\.){1}', log)

In [17]: match.group(1)
Out[17]: 'b216.'
```

Такой вывод получился из-за того, что выражение в скобках описывает 4 буквы или цифры, точка и после этого стоит плюс. Соответственно, сначала с выражением в скобках совпала первая часть MAC-адреса, потом вторая. Но запоминается и возвращается только последнее выражение.

Если в выражении использовались именованные группы, методу group можно передать имя группы и получить соответствующую подстроку:

```
In [18]: log = 'Jun 3 14:39:05.941: %SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host f03a.b216.
          ↪7ad7 in vlan 10 is flapping between port Gi0/5 and port Gi0/15'

In [19]: match = re.search(r'Host (?P<mac>\S+) '
                         ...:                     r'in vlan (?P<vlan>\d+) .* '
                         ...:                     r'port (?P<int1>\S+) '
                         ...:                     r'and port (?P<int2>\S+)',
                         ...:                     log)
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [20]: match.group('mac')
Out[20]: 'f03a.b216.7ad7'
```

```
In [21]: match.group('int2')
Out[21]: 'Gi0/15'
```

При этом группы доступны и по номеру:

```
In [22]: match.group(3)
Out[22]: 'Gi0/5'
```

```
In [23]: match.group(4)
Out[23]: 'Gi0/15'
```

## groups()

Метод `groups()` возвращает кортеж со строками, в котором элементы - это те подстроки, которые попали в соответствующие группы:

```
In [24]: log = 'Jun 3 14:39:05.941: %SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host f03a.b216.
           ↵7ad7 in vlan 10 is flapping between port Gi0/5 and port Gi0/15'
```

```
In [25]: match = re.search(r'Host (\S+) '
                         ...:                     r'in vlan (\d+) .* '
                         ...:                     r'port (\S+) '
                         ...:                     r'and port (\S+)',
                         ...:                     log)
                         ...:
```

```
In [26]: match.groups()
Out[26]: ('f03a.b216.7ad7', '10', 'Gi0/5', 'Gi0/15')
```

У метода `groups` есть опциональный параметр `- default`. Он срабатывает в ситуации, когда все, что попадает в группу, опционально.

Например, при такой строке, совпадение будет и в первой группе, и во второй:

```
In [26]: line = '100      aab1.al1.a5d3      FastEthernet0/1'
```

```
In [27]: match = re.search(r'(\d+) +(\w+)?', line)
```

```
In [28]: match.groups()
Out[28]: ('100', 'aab1')
```

Если же в строке нет ничего после пробела, в группу ничего не попадет. Но совпадение будет, так как в регулярном выражении описано, что группа опциональна:

```
In [30]: line = '100      '
In [31]: match = re.search(r'(\d+) +(\w+)?', line)
In [32]: match.groups()
Out[32]: ('100', None)
```

Соответственно, для второй группы значением будет `None`.

Если передать методу `groups` значение `default`, оно будет возвращаться вместо `None`:

```
In [33]: line = '100      '
In [34]: match = re.search(r'(\d+) +(\w+)?', line)
In [35]: match.groups(default=0)
Out[35]: ('100', 0)
In [36]: match.groups(default='No match')
Out[36]: ('100', 'No match')
```

## groupdict()

Метод `groupdict` возвращает словарь, в котором ключи - имена групп, а значения - соответствующие строки:

```
In [37]: log = 'Jun  3 14:39:05.941: %SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host f03a.b216.
          ↪7ad7 in vlan 10 is flapping between port Gi0/5 and port Gi0/15'

In [38]: match = re.search(r'Host (?P<mac>\S+) '
          ...:                     'in vlan (?P<vlan>\d+) .* '
          ...:                     'port (?P<int1>\S+) '
          ...:                     'and port (?P<int2>\S+)',
          ...:                     log)
          ...:

In [39]: match.groupdict()
Out[39]: {'int1': 'Gi0/5', 'int2': 'Gi0/15', 'mac': 'f03a.b216.7ad7', 'vlan': '10
          ↪'}
```

## start(), end()

Методы `start` и `end` возвращают индексы начала и конца совпадения с регулярным выражением.

Если методы вызываются без аргументов, они возвращают индексы для всего совпадения:

```
In [40]: line = ' 10      aab1.al1.a5d3      FastEthernet0/1 '

In [41]: match = re.search(r'(\d+) +([0-9a-f.]+) +(\S+)', line)

In [42]: match.start()
Out[42]: 2

In [43]: match.end()
Out[43]: 42

In [45]: line[match.start():match.end()]
Out[45]: '10      aab1.al1.a5d3      FastEthernet0/1'
```

Методам можно передавать номер или имя группы. Тогда они возвращают индексы для этой группы:

```
In [46]: match.start(2)
Out[46]: 9

In [47]: match.end(2)
Out[47]: 23

In [48]: line[match.start(2):match.end(2)]
Out[48]: 'aab1.al1.a5d3'
```

Аналогично для именованных групп:

```
In [49]: log = 'Jun  3 14:39:05.941: %SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host f03a.b216.
          ↳7ad7 in vlan 10 is flapping between port Gi0/5 and port Gi0/15'

In [50]: match = re.search(r'Host (?P<mac>\S+) '
          ...:                   r'in vlan (?P<vlan>\d+) .* '
          ...:                   r'port (?P<int1>\S+) '
          ...:                   r'and port (?P<int2>\S+)',
          ...:                   log)

In [51]: match.start('mac')
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

Out[51]: 52

In [52]: match.end('mac')

Out[52]: 66

## span()

Метод `span` возвращает кортеж с индексом начала и конца подстроки. Он работает аналогично методам `start`, `end`, но возвращает пару чисел.

Без аргументов метод `span` возвращает индексы для всего совпадения:

In [53]: line = ' 10 aab1.a1a1.a5d3 FastEthernet0/1 '

In [54]: match = re.search(r'(\d+) +([0-9a-f.]+) +(\S+)', line)

In [55]: match.span()

Out[55]: (2, 42)

Но ему также можно передать номер группы:

In [56]: line = ' 10 aab1.a1a1.a5d3 FastEthernet0/1 '

In [57]: match = re.search(r'(\d+) +([0-9a-f.]+) +(\S+)', line)

In [58]: match.span(2)

Out[58]: (9, 23)

Аналогично для именованных групп:

In [59]: log = 'Jun 3 14:39:05.941: %SW\_MATM-4-MACFLAP\_NOTIF: Host f03a.b216.  
→7ad7 in vlan 10 is flapping between port Gi0/5 and port Gi0/15'In [60]: match = re.search(r'Host (?P<mac>\S+)'  
...: r'in vlan (?P<vlan>\d+) .\*'  
...: r'port (?P<int1>\S+)'  
...: r'and port (?P<int2>\S+)',  
...: log)  
...:

In [64]: match.span('mac')

Out[64]: (52, 66)

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [65]: match.span('vlan')
Out[65]: (75, 77)
```

## Функция search

Функция `search()`:

- используется для поиска подстроки, которая соответствует шаблону
- возвращает объект `Match`, если подстрока найдена
- возвращает `None`, если подстрока не найдена

Функция `search` подходит в том случае, когда надо найти только одно совпадение в строке, например, когда регулярное выражение описывает всю строку или часть строки.

Рассмотрим пример использования функции `search` в разборе лог-файла.

В файле `log.txt` находятся лог-сообщения с информацией о том, что один и тот же MAC слишком быстро переучивается то на одном, то на другом интерфейсе. Одна из причин таких сообщений - петля в сети.

Содержимое файла `log.txt`:

```
%SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host 01e2.4c18.0156 in vlan 10 is flapping between port ↵
↪Gi0/16 and port Gi0/24
%SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host 01e2.4c18.0156 in vlan 10 is flapping between port ↵
↪Gi0/16 and port Gi0/24
%SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host 01e2.4c18.0156 in vlan 10 is flapping between port ↵
↪Gi0/24 and port Gi0/19
%SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host 01e2.4c18.0156 in vlan 10 is flapping between port ↵
↪Gi0/24 and port Gi0/16
```

При этом MAC-адрес может прыгать между несколькими портами. В таком случае очень важно знать, с каких портов прилетает MAC.

Попробуем вычислить, между какими портами и в каком VLAN образовалась проблема. Проверка регулярного выражения с одной строкой из log-файла:

```
In [1]: import re

In [2]: log = '%SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host 01e2.4c18.0156 in vlan 10 is ↵
↪flapping between port Gi0/16 and port Gi0/24'

In [3]: match = re.search(r'Host \S+ '
...:                      r'in vlan (\d+ ) '
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...:             r'is flapping between port '
...:             r'(\S+) and port (\S+)', log)
...:
```

Регулярное выражение для удобства чтения разбито на части. В нём есть три группы:

- `(\d+)` - описывает номер VLAN
- `(\S+) and port (\S+)` - в это выражение попадают номера портов

В итоге, в группы попали такие части строки:

```
In [4]: match.groups()
Out[4]: ('10', 'Gi0/16', 'Gi0/24')
```

В итоговом скрипте файл `log.txt` обрабатывается построчно, и из каждой строки собирается информация о портах. Так как порты могут дублироваться, сразу добавляем их в множество, чтобы получить подборку уникальных интерфейсов (файл `parse_log_search.py`):

```
1 import re
2
3 regex = ('Host \S+ '
4           'in vlan (\d+) '
5           'is flapping between port '
6           '(\S+) and port (\S+)')
7
8 ports = set()
9
10 with open('log.txt') as f:
11     for line in f:
12         match = re.search(regex, line)
13         if match:
14             vlan = match.group(1)
15             ports.add(match.group(2))
16             ports.add(match.group(3))
17
18 print('Петля между портами {} в VLAN {}'.format(', '.join(ports), vlan))
```

Результат выполнения скрипта такой:

```
$ python parse_log_search.py
Петля между портами Gi0/19, Gi0/24, Gi0/16 в VLAN 10
```

## Обработка вывода show cdp neighbors detail

Попробуем получить параметры устройств из вывода sh cdp neighbors detail.

Пример вывода информации для одного соседа:

```
SW1#show cdp neighbors detail
-----
Device ID: SW2
Entry address(es):
    IP address: 10.1.1.2
Platform: cisco WS-C2960-8TC-L, Capabilities: Switch IGMP
Interface: GigabitEthernet1/0/16, Port ID (outgoing port): GigabitEthernet0/1
Holdtime : 164 sec

Version :
Cisco IOS Software, C2960 Software (C2960-LANBASEK9-M), Version 12.2(55)SE9, u
→RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2014 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Mon 03-Mar-14 22:53 by prod_rel_team

advertisement version: 2
VTP Management Domain: ''
Native VLAN: 1
Duplex: full
Management address(es):
    IP address: 10.1.1.2
```

Задача получить такие поля:

- имя соседа (Device ID: SW2)
- IP-адрес соседа (IP address: 10.1.1.2)
- платформу соседа (Platform: cisco WS-C2960-8TC-L)
- версию IOS (Cisco IOS Software, C2960 Software (C2960-LANBASEK9-M), Version 12.2(55)SE9, RELEASE SOFTWARE (fc1))

И для удобства надо получить данные в виде словаря. Пример итогового словаря для коммутатора SW2:

```
{'SW2': {'ip': '10.1.1.2',
          'platform': 'cisco WS-C2960-8TC-L',
          'ios': 'C2960 Software (C2960-LANBASEK9-M), Version 12.2(55)SE9'}}}
```

Пример проверяется на файле sh\_cdp\_neighbors\_sw1.txt.

Первый вариант решения (файл parse\_sh\_cdp\_neighbors\_detail\_ver1.py):

```

1 import re
2 from pprint import pprint
3
4
5 def parse_cdp(filename):
6     result = {}
7
8     with open(filename) as f:
9         for line in f:
10             if line.startswith('Device ID'):
11                 neighbor = re.search('Device ID: (\S+)', line).group(1)
12                 result[neighbor] = {}
13             elif line.startswith(' IP address'):
14                 ip = re.search('IP address: (\S+)', line).group(1)
15                 result[neighbor]['ip'] = ip
16             elif line.startswith('Platform'):
17                 platform = re.search('Platform: (\S+ \S+),', line).group(1)
18                 result[neighbor]['platform'] = platform
19             elif line.startswith('Cisco IOS Software'):
20                 ios = re.search('Cisco IOS Software, (.+), RELEASE',
21                                 line).group(1)
22                 result[neighbor]['ios'] = ios
23
24     return result
25
26
27 pprint(parse_cdp('sh_cdp_neighbors_sw1.txt'))

```

Тут нужные строки отбираются с помощью метода строк startswith. И в строке с помощью регулярного выражения получается требуемая часть строки. В итоге все собирается в словарь.

Результат выглядит так:

```
$ python parse_sh_cdp_neighbors_detail_ver1.py
{'R1': {'ios': '3800 Software (C3825-ADVENTERPRISEK9-M), Version 12.4(24)T1',
        'ip': '10.1.1.1',
        'platform': 'Cisco 3825'},
 'R2': {'ios': '2900 Software (C3825-ADVENTERPRISEK9-M), Version 15.2(2)T1',
        'ip': '10.2.2.2',
        'platform': 'Cisco 2911'},
 'SW2': {'ios': 'C2960 Software (C2960-LANBASEK9-M), Version 12.2(55)SE9',
          'ip': '10.1.1.2',
          'platform': 'cisco WS-C2960-8TC-L'}}}
```

Все получилось как нужно, но эту задачу можно решить более компактно.

Вторая версия решения (файл parse\_sh\_cdp\_neighbors\_detail\_ver2.py):

```

1 import re
2 from pprint import pprint
3
4
5 def parse_cdp(filename):
6     regex = ('Device ID: (?P<device>\S+)')
7         '|IP address: (?P<ip>\S+)'
8         '|Platform: (?P<platform>\S+ \S+),'
9         '|Cisco IOS Software, (?P<ios>.+, RELEASE')
10
11     result = {}
12
13     with open(filename) as f:
14         for line in f:
15             match = re.search(regex, line)
16             if match:
17                 if match.lastgroup == 'device':
18                     device = match.group(match.lastgroup)
19                     result[device] = {}
20                 elif device:
21                     result[device][match.lastgroup] = match.group(
22                         match.lastgroup)
23
24     return result
25
26
27 pprint(parse_cdp('sh_cdp_neighbors_sw1.txt'))

```

Пояснения ко второму варианту:

- в регулярном выражении описаны все варианты строк через знак или |
- без проверки строки ищется совпадение
- если совпадение найдено, проверяется метод lastgroup
- метод lastgroup возвращает имя последней именованной группы в регулярном выражении, для которой было найдено совпадение
- если было найдено совпадение для группы device, в переменную device записывается значение, которое попало в эту группу
- иначе в словарь записывается соответствие „имя группы“: соответствующее значение

Результат будет таким же:

```
$ python parse_sh_cdp_neighbors_detail_ver2.py
{'R1': {'ios': '3800 Software (C3825-ADVENTERPRISEK9-M), Version 12.4(24)T1',
         'ip': '10.1.1.1',
         'platform': 'Cisco 3825'},
 'R2': {'ios': '2900 Software (C3825-ADVENTERPRISEK9-M), Version 15.2(2)T1',
         'ip': '10.2.2.2',
         'platform': 'Cisco 2911'},
 'SW2': {'ios': 'C2960 Software (C2960-LANBASEK9-M), Version 12.2(55)SE9',
          'ip': '10.1.1.2',
          'platform': 'cisco WS-C2960-8TC-L'}}}
```

## Функция match

Функция `match()`:

- используется для поиска в начале строки подстроки, которая соответствует шаблону
- возвращает объект `Match`, если подстрока найдена
- возвращает `None`, если подстрока не найдена

Функция `match` отличается от `search` тем, что `match` всегда ищет совпадение в начале строки. Например, если повторить пример, который использовался для функции `search`, но уже с `match`:

```
In [2]: import re

In [3]: log = '%SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host 01e2.4c18.0156 in vlan 10 is_u
           ↵flapping between port Gi0/16 and port Gi0/24'

In [4]: match = re.match(r'Host \S+ '
...:                     r'in vlan (\d+) '
...:                     r'is flapping between port '
...:                     r'(\S+) and port (\S+)', log)
...:
```

Результатом будет `None`:

```
In [6]: print(match)
None
```

Так получилось из-за того, что `match` ищет слово `Host` в начале строки. Но это сообщение находится в середине.

В данном случае можно легко исправить выражение, чтобы функция `match` находила совпадение:

```
In [4]: match = re.match(r'\S+: Host \S+ '
...:                     r'in vlan (\d+) '
...:                     r'is flapping between port '
...:                     r'(\S+) and port (\S+)', log)
...:
```

Перед словом Host добавлено выражение \S+:. Теперь совпадение будет найдено:

```
In [11]: print(match)
<_sre.SRE_Match object; span=(0, 104), match='%SW_MATM-4-MACFLAP_NOTIF: Host 01e2.
↪4c18.0156 in >

In [12]: match.groups()
Out[12]: ('10', 'Gi0/16', 'Gi0/24')
```

Пример аналогичен тому, который использовался в функции search, с небольшими изменениями (файл parse\_log\_match.py):

```
import re

regex = (r'\S+: Host \S+ '
         r'in vlan (\d+) '
         r'is flapping between port '
         r'(\S+) and port (\S+)')

ports = set()

with open('log.txt') as f:
    for line in f:
        match = re.match(regex, line)
        if match:
            vlan = match.group(1)
            ports.add(match.group(2))
            ports.add(match.group(3))

print('Петля между портами {} в VLAN {}'.format(', '.join(ports), vlan))
```

Результат:

```
$ python parse_log_match.py
Петля между портами Gi0/19, Gi0/24, Gi0/16 в VLAN 10
```

## Функция finditer

Функция `finditer()`:

- используется для поиска всех непересекающихся совпадений в шаблоне
- возвращает итератор с объектами Match

Функция `finditer` отлично подходит для обработки тех команд, вывод которых отображается столбцами. Например, `sh ip int br`, `sh mac address-table` и др. В этом случае его можно применять ко всему выводу команды.

Пример вывода `sh ip int br`:

```
In [8]: sh_ip_int_br = '''
...: R1#show ip interface brief
...: Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
...: FastEthernet0/0    15.0.15.1       YES manual up        up
...: FastEthernet0/1    10.0.12.1       YES manual up        up
...: FastEthernet0/2    10.0.13.1       YES manual up        up
...: FastEthernet0/3    unassigned      YES unset  up        up
...: Loopback0          10.1.1.1       YES manual up        up
...: Loopback100        100.0.0.1      YES manual up        up
...: '''
```

Регулярное выражение для обработки вывода:

```
In [9]: result = re.finditer(r'(\S+) +'
...:                         r'([\d.]+) +'
...:                         r'\w+ +\w+ +'
...:                         r'(up|down|administratively down) +'
...:                         r'(up|down)',
...:                         sh_ip_int_br)
...:'
```

В переменной `result` находится итератор:

```
In [12]: result
Out[12]: <callable_iterator at 0xb583f46c>
```

В итераторе находятся объекты Match:

```
In [16]: groups = []

In [18]: for match in result:
...:     print(match)
...:     groups.append(match.groups())
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...:
<_sre.SRE_Match object; span=(103, 171), match='FastEthernet0/0'      15.0.15.1
↳ YES manual >
<_sre.SRE_Match object; span=(172, 240), match='FastEthernet0/1'      10.0.12.1
↳ YES manual >
<_sre.SRE_Match object; span=(241, 309), match='FastEthernet0/2'      10.0.13.1
↳ YES manual >
<_sre.SRE_Match object; span=(379, 447), match='Loopback0'           10.1.1.1
↳ YES manual >
<_sre.SRE_Match object; span=(448, 516), match='Loopback100'          100.0.0.1
↳ YES manual >'
```

Теперь в списке groups находятся кортежи со строками, которые попали в группы:

```
In [19]: groups
Out[19]:
[('FastEthernet0/0', '15.0.15.1', 'up', 'up'),
 ('FastEthernet0/1', '10.0.12.1', 'up', 'up'),
 ('FastEthernet0/2', '10.0.13.1', 'up', 'up'),
 ('Loopback0', '10.1.1.1', 'up', 'up'),
 ('Loopback100', '100.0.0.1', 'up', 'up')]
```

Аналогичный результат можно получить с помощью генератора списков:

```
In [20]: regex = r'(\S+) +([\d.]+) +\w+ +\w+ +(up|down|administratively down)
↳ +(up|down)'

In [21]: result = [match.groups() for match in re.finditer(regex, sh_ip_int_br)]

In [22]: result
Out[22]:
[('FastEthernet0/0', '15.0.15.1', 'up', 'up'),
 ('FastEthernet0/1', '10.0.12.1', 'up', 'up'),
 ('FastEthernet0/2', '10.0.13.1', 'up', 'up'),
 ('Loopback0', '10.1.1.1', 'up', 'up'),
 ('Loopback100', '100.0.0.1', 'up', 'up')]
```

Теперь разберем тот же лог-файл, который использовался в подразделах search и match.

В этом случае вывод можно не перебирать построчно, а передать все содержимое файла (файл parse\_log\_finditer.py):

```
import re
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

regex = (r'Host \S+ '
         r'in vlan (\d+ )'
         r'is flapping between port '
         r'(\S+) and port (\S+)')

ports = set()

with open('log.txt') as f:
    for m in re.finditer(regex, f.read()):
        vlan = m.group(1)
        ports.add(m.group(2))
        ports.add(m.group(3))

print('Петля между портами {} в VLAN {}'.format(', '.join(ports), vlan))

```

**Предупреждение:** В реальной жизни log-файл может быть очень большим. В таком случае, его лучше обрабатывать построчно.

Вывод будет таким же:

```
$ python parse_log_finditer.py
Петля между портами Gi0/19, Gi0/24, Gi0/16 в VLAN 10
```

## Обработка вывода show cdp neighbors detail

С помощью finditer можно обработать вывод sh cdp neighbors detail, так же, как и в подразделе re.search.

Скрипт почти полностью аналогичен варианту с re.search (файл parse\_sh\_cdp\_neighbors\_detail\_finditer.py):

```

import re
from pprint import pprint

def parse_cdp(filename):
    regex = (r'Device ID: (?P<device>\S+ )'
             r'| IP address: (?P<ip>\S+ )'
             r'| Platform: (?P<platform>\S+ \S+), '
             r'| Cisco IOS Software, (?P<ios>.+, RELEASE')

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

result = {}

with open(filename) as f:
    match_iter = re.finditer(regex, f.read())
    for match in match_iter:
        if match.lastgroup == 'device':
            device = match.group(match.lastgroup)
            result[device] = {}
        elif device:
            result[device][match.lastgroup] = match.group(match.lastgroup)

return result

pprint(parse_cdp('sh_cdp_neighbors_sw1.txt'))

```

Теперь совпадения ищутся во всем файле, а не в каждой строке отдельно:

```

with open(filename) as f:
    match_iter = re.finditer(regex, f.read())

```

Затем перебираются совпадения:

```

with open(filename) as f:
    match_iter = re.finditer(regex, f.read())
    for match in match_iter:

```

Остальное аналогично.

Результат будет таким:

```

$ python parse_sh_cdp_neighbors_detail_finditer.py
{'R1': {'ios': '3800 Software (C3825-ADVENTERPRISEK9-M), Version 12.4(24)T1',
         'ip': '10.1.1.1',
         'platform': 'Cisco 3825'},
 'R2': {'ios': '2900 Software (C3825-ADVENTERPRISEK9-M), Version 15.2(2)T1',
         'ip': '10.2.2.2',
         'platform': 'Cisco 2911'},
 'SW2': {'ios': 'C2960 Software (C2960-LANBASEK9-M), Version 12.2(55)SE9',
          'ip': '10.1.1.2',
          'platform': 'cisco WS-C2960-8TC-L'}}

```

Хотя результат аналогичный, с finditer больше возможностей, так как можно указывать не только то, что должно находиться в нужной строке, но и в строках вокруг.

Например, можно точнее указать, какой именно IP-адрес надо взять:

```
Device ID: SW2
Entry address(es):
  IP address: 10.1.1.2
Platform: cisco WS-C2960-8TC-L,  Capabilities: Switch IGMP
...
Native VLAN: 1
Duplex: full
Management address(es):
  IP address: 10.1.1.2
```

Например, если нужно взять первый IP-адрес, можно так дополнить регулярное выражение:

```
regex = (r'Device ID: (?P<device>\S+)'
         r'|Entry address.*\n +IP address: (?P<ip>\S+)'
         r'|Platform: (?P<platform>\S+ \S+),'
         r'|Cisco IOS Software, (?P<ios>.+), RELEASE')
```

## Функция.findall()

Функция `.findall()`:

- используется для поиска всех непересекающихся совпадений в шаблоне
- возвращает:
  - список строк, которые описаны регулярным выражением, если в регулярном выражении нет групп
  - список строк, которые совпали с регулярным выражением в группе, если в регулярном выражении одна группа
  - список кортежей, в которых находятся строки, которые совпали с выражением в группе, если групп несколько

Рассмотрим работу `.findall()` на примере вывода команды `sh mac address-table`:

```
In [2]: mac_address_table = open('CAM_table.txt').read()

In [3]: print(mac_address_table)
sw1#sh mac address-table
  Mac Address Table
-----
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

Vlan	Mac Address	Type	Ports
100	a1b2.ac10.7000	DYNAMIC	Gi0/1
200	a0d4.cb20.7000	DYNAMIC	Gi0/2
300	acb4.cd30.7000	DYNAMIC	Gi0/3
100	a2bb.ec40.7000	DYNAMIC	Gi0/4
500	aa4b.c550.7000	DYNAMIC	Gi0/5
200	a1bb.1c60.7000	DYNAMIC	Gi0/6
300	aa0b.cc70.7000	DYNAMIC	Gi0/7

Первый пример - регулярное выражение без групп. В этом случае findall возвращает список строк, которые совпали с регулярным выражением.

Например, с помощью findall можно получить список строк с соответствиями vlan - mac - interface и избавиться от заголовка в выводе команды:

```
In [4]: re.findall(r'\d+ +\S+ +\w+ +\S+', mac_address_table)
Out[4]:
['100    a1b2.ac10.7000    DYNAMIC    Gi0/1',
 '200    a0d4.cb20.7000    DYNAMIC    Gi0/2',
 '300    acb4.cd30.7000    DYNAMIC    Gi0/3',
 '100    a2bb.ec40.7000    DYNAMIC    Gi0/4',
 '500    aa4b.c550.7000    DYNAMIC    Gi0/5',
 '200    a1bb.1c60.7000    DYNAMIC    Gi0/6',
 '300    aa0b.cc70.7000    DYNAMIC    Gi0/7']
```

Обратите внимание, что findall возвращает список строк, а не объект Match.

Как только в регулярном выражении появляется группа, findall ведет себя по-другому. Если в выражении используется одна группа, findall возвращает список строк, которые совпали с выражением в группе:

```
In [5]: re.findall(r'\d+ +(\S+) +\w+ +\S+', mac_address_table)
Out[5]:
['a1b2.ac10.7000',
 'a0d4.cb20.7000',
 'acb4.cd30.7000',
 'a2bb.ec40.7000',
 'aa4b.c550.7000',
 'a1bb.1c60.7000',
 'aa0b.cc70.7000']
```

При этом findall ищет совпадение всей строки, но возвращает результат, похожий на метод groups() в объекте Match.

Если же групп несколько,.findall вернет список кортежей:

```
In [6]: re.findall(r'(\d+) +(\S+) +\w+ +(\S+)', mac_address_table)
Out[6]:
[('100', 'a1b2.ac10.7000', 'Gi0/1'),
 ('200', 'a0d4.cb20.7000', 'Gi0/2'),
 ('300', 'acb4.cd30.7000', 'Gi0/3'),
 ('100', 'a2bb.ec40.7000', 'Gi0/4'),
 ('500', 'aa4b.c550.7000', 'Gi0/5'),
 ('200', 'a1bb.1c60.7000', 'Gi0/6'),
 ('300', 'aa0b.cc70.7000', 'Gi0/7')]
```

Если такие особенности работы функции.findall мешают получить необходимый результат, то лучше использовать функцию.finditer, но иногда такое поведение подходит и удобно использовать.

Пример использования.findall в разборе лог-файла (файл parse\_log.findall.py):

```
import re

regex = (r'Host \S+
         r'in vlan (\d+)
         r'is flapping between port '
         r'(\S+) and port (\S+)')

ports = set()

with open('log.txt') as f:
    result = re.findall(regex, f.read())
    for vlan, port1, port2 in result:
        ports.add(port1)
        ports.add(port2)

print('Петля между портами {} в VLAN {}'.format(', '.join(ports), vlan))
```

Результат:

```
$ python parse_log.findall.py
Петля между портами Gi0/19, Gi0/16, Gi0/24 в VLAN 10
```

## Функция compile

В Python есть возможность заранее скомпилировать регулярное выражение, а затем использовать его. Это особенно полезно в тех случаях, когда регулярное выражение много используется в скрипте.

Использование компилированного выражения может ускорить обработку, и, как правило, такой вариант удобней использовать, так как в программе разделяется создание регулярного выражения и его использование. Кроме того, при использовании функции `re.compile` создается объект `RegexObject`, у которого есть несколько дополнительных возможностей, которых нет в объекте `MatchObject`.

Для компиляции регулярного выражения используется функция `re.compile`:

```
In [52]: regex = re.compile(r'\d+ +\S+ +\w+ +\S+')
```

Она возвращает объект `RegexObject`:

```
In [53]: regex
Out[53]: re.compile(r'\d+ +\S+ +\w+ +\S+', re.UNICODE)
```

У объекта `RegexObject` доступны такие методы и атрибуты:

```
In [55]: [method for method in dir(regex) if not method.startswith('_')]
Out[55]:
['findall',
 'finditer',
 'flags',
 'fullmatch',
 'groupindex',
 'groups',
 'match',
 'pattern',
 'scanner',
 'search',
 'split',
 'sub',
 'subn']
```

Обратите внимание, что у объекта `Regex` доступны методы `search`, `match`, `finditer`, `findall`. Это те же функции, которые доступны в модуле глобально, но теперь их надо применять к объекту.

Пример использования метода `search`:

```
In [67]: line = ' 100      a1b2.ac10.7000      DYNAMIC      Gi0/1'
In [68]: match = regex.search(line)
```

Теперь `search` надо вызывать как метод объекта `regex`. И передать как аргумент строку.

Результатом будет объект `Match`:

```
In [69]: match
Out[69]: <_sre.SRE_Match object; span=(1, 43), match='100      alb2.ac10.7000      ↵
↪DYNAMIC      Gi0/1'>

In [70]: match.group()
Out[70]: '100      alb2.ac10.7000      DYNAMIC      Gi0/1'
```

Пример компиляции регулярного выражения и его использования на примере разбора лог-файла (файл `parse_log_compile.py`):

```
import re

regex = re.compile(r'Host \S+ '
                  r'in vlan (\d+) '
                  r'is flapping between port '
                  r'(\S+) and port (\S+)')

ports = set()

with open('log.txt') as f:
    for m in regex.finditer(f.read()):
        vlan = m.group(1)
        ports.add(m.group(2))
        ports.add(m.group(3))

print('Петля между портами {} в VLAN {}'.format(', '.join(ports), vlan))
```

Это модифицированный пример с использованием `finditer`. Тут изменилось описание регулярного выражения:

```
regex = re.compile(r'Host \S+ '
                  r'in vlan (\d+) '
                  r'is flapping between port '
                  r'(\S+) and port (\S+)')
```

И вызов `finditer` теперь выполняется как метод объекта `regex`:

```
for m in regex.finditer(f.read()):
```

### Параметры, которые доступны только при использовании `re.compile`

При использовании функции `re.compile` в методах `search`, `match`, `findall`, `finditer` и `fullmatch` появляются дополнительные параметры:

- pos - позволяет указывать индекс в строке, с которого надо начать искать совпадение
- endpos - указывает, до какого индекса надо выполнять поиск

Их использование аналогично выполнению среза строки.

Например, таким будет результат без указания параметров pos, endpos:

```
In [75]: regex = re.compile(r'\d+ +\S+ +\w+ +\S+')

In [76]: line = ' 100      alb2.ac10.7000      DYNAMIC      Gi0/1'

In [77]: match = regex.search(line)

In [78]: match.group()
Out[78]: '100      alb2.ac10.7000      DYNAMIC      Gi0/1'
```

В этом случае указывается начальная позиция поиска:

```
In [79]: match = regex.search(line, 2)

In [80]: match.group()
Out[80]: '00      alb2.ac10.7000      DYNAMIC      Gi0/1'
```

Указание начальной позиции аналогично срезу строки:

```
In [81]: match = regex.search(line[2:])

In [82]: match.group()
Out[82]: '00      alb2.ac10.7000      DYNAMIC      Gi0/1'
```

И последний пример - использование двух индексов:

```
In [90]: line = ' 100      alb2.ac10.7000      DYNAMIC      Gi0/1'

In [91]: regex = re.compile(r'\d+ +\S+ +\w+ +\S+')

In [92]: match = regex.search(line, 2, 40)

In [93]: match.group()
Out[93]: '00      alb2.ac10.7000      DYNAMIC      Gi'
```

И аналогичный срез строки:

```
In [94]: match = regex.search(line[2:40])
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [95]: match.group()
Out[95]: '00    a1b2.ac10.7000    DYNAMIC    Gi'
```

В методах match, findall, finditer и fullmatch параметры pos и endpos работают аналогично.

## Флаги

При использовании функций или создании скомпилированного регулярного выражения можно указывать дополнительные флаги, которые влияют на поведение регулярного выражения.

Модуль re поддерживает такие флаги (в скобках короткий вариант обозначения флага):

- re.ASCII (re.A)
- re.IGNORECASE (re.I)
- re.MULTILINE (re.M)
- re.DOTALL (re.S)
- re.VERBOSE (re.X)
- re.LOCALE (re.L)
- re.DEBUG

В этом подразделе для примера рассматривается флаг re.DOTALL. Информация об остальных флагах доступна в [документации](#).

### re.DOTALL

С помощью регулярных выражений можно работать и с многострочной строкой.

Например, из строки sh\_cdp надо получить имя устройства, платформу и IOS:

```
In [2]: sh_cdp = '''
...: Device ID: SW2
...: Entry address(es):
...:   IP address: 10.1.1.2
...: Platform: cisco WS-C2960-8TC-L, Capabilities: Switch IGMP
...: Interface: GigabitEthernet1/0/16, Port ID (outgoing port): ↴
...:   ↪GigabitEthernet0/1
...:   Holdtime : 164 sec
...:
...: Version :
...:   Cisco IOS Software, C2960 Software (C2960-LANBASEK9-M), Version 12.
...:   ↪2(55)SE9, RELEASE SOFTWARE (fc1)'''
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
....: Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
....: Copyright (c) 1986-2014 by Cisco Systems, Inc.
....: Compiled Mon 03-Mar-14 22:53 by prod_rel_team
....:
....: advertisement version: 2
....: VTP Management Domain: ''
....: Native VLAN: 1
....: Duplex: full
....: Management address(es):
....:   IP address: 10.1.1.2
....: ''
```

Конечно, в этом случае можно разделить строку на части и работать с каждой строкой отдельно, но можно получить нужные данные и без разделения.

В этом выражении описаны строки с нужными данными:

```
In [3]: regex = r'Device ID: (\S+).+Platform: \w+ (\S+),.+Cisco IOS Software.+_
↪Version (\S+), '
```

В таком случае, совпадения не будет, потому что по умолчанию точка означает любой символ, кроме перевода строки:

```
In [4]: print(re.search(regex, sh_cdp))
None
```

Изменить поведение по умолчанию, можно с помощью флага re.DOTALL:

```
In [5]: match = re.search(regex, sh_cdp, re.DOTALL)

In [6]: match.groups()
Out[6]: ('SW2', 'WS-C2960-8TC-L', '12.2(55)SE9')
```

Так как теперь в точку входит и перевод строки, комбинация .+ захватывает все, между нужными данными.

Теперь попробуем с помощью этого регулярного выражения, получить информацию про всех соседей из файла sh\_cdp\_neighbors\_sw1.txt.

```
1 SW1#show cdp neighbors detail
2 -----
3 Device ID: SW2
4 Entry address(es):
5   IP address: 10.1.1.2
6 Platform: cisco WS-C2960-8TC-L, Capabilities: Switch IGMP
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
7 Interface: GigabitEthernet1/0/16, Port ID (outgoing port): GigabitEthernet0/1
8 Holdtime : 164 sec
9
10 Version :
11 Cisco IOS Software, C2960 Software (C2960-LANBASEK9-M), Version 12.2(55)SE9, u
   ↳RELEASE SOFTWARE (fc1)
12 Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
13 Copyright (c) 1986-2014 by Cisco Systems, Inc.
14 Compiled Mon 03-Mar-14 22:53 by prod_rel_team
15
16 advertisement version: 2
17 VTP Management Domain: ''
18 Native VLAN: 1
19 Duplex: full
20 Management address(es):
21   IP address: 10.1.1.2
22
23 -----
24 Device ID: R1
25 Entry address(es):
26   IP address: 10.1.1.1
27 Platform: Cisco 3825, Capabilities: Router Switch IGMP
28 Interface: GigabitEthernet1/0/22, Port ID (outgoing port): GigabitEthernet0/0
29 Holdtime : 156 sec
30
31 Version :
32 Cisco IOS Software, 3800 Software (C3825-ADVENTERPRISEK9-M), Version 12.4(24)T1, u
   ↳RELEASE SOFTWARE (fc3)
33 Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
34 Copyright (c) 1986-2009 by Cisco Systems, Inc.
35 Compiled Fri 19-Jun-09 18:40 by prod_rel_team
36
37 advertisement version: 2
38 VTP Management Domain: ''
39 Duplex: full
40 Management address(es):
41
42 -----
43 Device ID: R2
44 Entry address(es):
45   IP address: 10.2.2.2
46 Platform: Cisco 2911, Capabilities: Router Switch IGMP
47 Interface: GigabitEthernet1/0/21, Port ID (outgoing port): GigabitEthernet0/0
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

48 Holdtime : 156 sec
49
50 Version :
51 Cisco IOS Software, 2900 Software (C3825-ADVENTERPRISEK9-M), Version 15.2(2)T1, u
  ↵RELEASE SOFTWARE (fc3)
52 Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
53 Copyright (c) 1986-2009 by Cisco Systems, Inc.
54 Compiled Fri 19-Jun-09 18:40 by prod_rel_team
55
56 advertisement version: 2
57 VTP Management Domain: ''
58 Duplex: full
59 Management address(es):

```

Поиск всех совпадений с регулярным выражением:

```

In [7]: with open('sh_cdp_neighbors_sw1.txt') as f:
...:     sh_cdp = f.read()
...:

In [8]: regex = r'Device ID: (\S+).+Platform: \w+ (\S+),.+Cisco IOS Software.+u
  ↵Version (\S+),'

In [9]: match = re.finditer(regex, sh_cdp, re.DOTALL)

In [10]: for m in match:
...:     print(m.groups())
...:

('SW2', '2911', '15.2(2)T1')

```

На первый взгляд, кажется, что вместо трех устройств, в вывод попало только одно. Однако, если присмотреться к результатам, окажется, что кортеже находится Device ID от первого соседа, а платформа и IOS от последнего.

Короткий вариант вывода, чтобы легче было ориентироваться в результатах:

Device ID	Local Intrfce	Holdtme	Capability	Platform	Port ID
SW2	Gi 1/0/16	171	R S	C2960	Gi 0/1
R1	Gi 1/0/22	158	R	C3825	Gi 0/0
R2	Gi 1/0/21	177	R	C2911	Gi 0/0

Так получилось из-за того, что между нужными частями вывода, указана комбинация `.+`. Без флага `re.DOTALL` такое выражение захватило бы все до перевода строки, но с флагом оно захватывает максимально длинный кусок текста, так как `+` жадный. В итоге регулярное вы-

ражение описывает строку от первого Device ID до последнего места где встречается Cisco IOS Software.+ Version.

Такая ситуация возникает очень часто при использовании `re.DOTALL` и чтобы исправить ее, надо не забыть отключить жадность:

```
In [10]: regex = r'Device ID: (\S+).+?Platform: \w+ (\S+),.+?Cisco IOS Software.+?
          ↵ Version (\S+),'

In [11]: match = re.finditer(regex, sh_cdp, re.DOTALL)

In [12]: for m in match:
...:     print(m.groups())
...:
('SW2', 'WS-C2960-8TC-L', '12.2(55)SE9')
('R1', '3825', '12.4(24)T1')
('R2', '2911', '15.2(2)T1')
```

## Функция `re.split`

Функция `split` работает аналогично методу `split` в строках, но в функции `re.split` можно использовать регулярные выражения, а значит, разделять строку на части по более сложным условиям.

Например, строку `ospf_route` надо разбить на элементы по пробелам (как в методе `str.split`):

```
In [1]: ospf_route = '0      10.0.24.0/24 [110/41] via 10.0.13.3, 3d18h,
          ↵FastEthernet0/0'

In [2]: re.split(r' +', ospf_route)
Out[2]:
['0',
 '10.0.24.0/24',
 '[110/41]',
 'via',
 '10.0.13.3',
 '3d18h',
 'FastEthernet0/0']
```

Аналогичным образом можно избавиться и от запятых:

```
In [3]: re.split(r'[ ,]+', ospf_route)
Out[3]:
['0',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'10.0.24.0/24',
'[110/41]',
'via',
'10.0.13.3',
'3d18h',
'FastEthernet0/0']
```

И, если нужно, от квадратных скобок:

```
In [4]: re.split(r'[ ,\[\]]+', ospf_route)
Out[4]: ['0', '10.0.24.0/24', '110/41', 'via', '10.0.13.3', '3d18h',
         ↵'FastEthernet0/0']
```

У функции `split` есть особенность работы с группами (выражения в круглых скобках). Если указать то же выражение с помощью квадратных скобок, в итоговый список попадут и разделители.

Например, в выражении как разделитель добавлено слово `via`:

```
In [5]: re.split(r'(via|[, \[\]])+', ospf_route)
Out[5]:
['0',
 '',
 '',
 '10.0.24.0/24',
 '[',
 '110/41',
 '',
 '',
 '10.0.13.3',
 '',
 '3d18h',
 '',
 'FastEthernet0/0']
```

Для отключения такого поведения надо сделать группу `noncapture`. То есть, отключить запоминание элементов группы:

```
In [6]: re.split(r'(:?via|[, \[\]])+', ospf_route)
Out[6]: ['0', '10.0.24.0/24', '110/41', '10.0.13.3', '3d18h', 'FastEthernet0/0']
```

## Функция `re.sub`

Функция `re.sub` работает аналогично методу `replace` в строках. Но в функции `re.sub` можно использовать регулярные выражения, а значит, делать замены по более сложным условиям.

Заменим запятые, квадратные скобки и слово via на пробел в строке ospf\_route:

```
In [7]: ospf_route = '0      10.0.24.0/24 [110/41] via 10.0.13.3, 3d18h,'
          ↪FastEthernet0/0'

In [8]: re.sub(r'(via|[,\\[]])', ' ', ospf_route)
Out[8]: '0      10.0.24.0/24 110/41 10.0.13.3 3d18h FastEthernet0/0'
```

С помощью re.sub можно трансформировать строку. Например, преобразовать строку mac\_table таким образом:

```
In [9]: mac_table = '''
...: 100    aabb.cc10.7000    DYNAMIC    Gi0/1
...: 200    aabb.cc20.7000    DYNAMIC    Gi0/2
...: 300    aabb.cc30.7000    DYNAMIC    Gi0/3
...: 100    aabb.cc40.7000    DYNAMIC    Gi0/4
...: 500    aabb.cc50.7000    DYNAMIC    Gi0/5
...: 200    aabb.cc60.7000    DYNAMIC    Gi0/6
...: 300    aabb.cc70.7000    DYNAMIC    Gi0/7
...: '''

In [4]: print(re.sub(r' *(\d+) +'
...:                   r'([a-f0-9]+)\.'
...:                   r'([a-f0-9]+)\.'
...:                   r'([a-f0-9]+) +\w+ +'
...:                   r'(\S+)',
...:                   r'\1 \2:\3:\4 \5',
...:                   mac_table))
...:

100 aabb:cc10:7000 Gi0/1
200 aabb:cc20:7000 Gi0/2
300 aabb:cc30:7000 Gi0/3
100 aabb:cc40:7000 Gi0/4
500 aabb:cc50:7000 Gi0/5
200 aabb:cc60:7000 Gi0/6
300 aabb:cc70:7000 Gi0/7
```

Регулярное выражение разделено на группы:

- $(\d+)$  - первая группа. Сюда попадет номер VLAN
- $([a-f,0-9]+).([a-f,0-9]+).([a-f,0-9]+)$  - три следующие группы (2, 3, 4) описывают MAC-адрес
- $(\S+)$  - пятая группа. Описывает интерфейс.

Во втором регулярном выражении эти группы используются. Для того, чтобы сослаться на группу, используется обратный слеш и номер группы. Чтобы не пришлось экранировать обратный слеш, используется raw строка.

В итоге вместо номеров групп будут подставлены соответствующие подстроки. Для примера, также изменен формат записи MAC-адреса.

## Дополнительные материалы

Регулярные выражения в Python:

- Регулярные выражения в Python от простого к сложному. Подробности, примеры, картинки, упражнения
- Regular Expression HOWTO
- Python 3 Module of the Week. Модуль re

Сайты для проверки регулярных выражений:

- [regex101](#)
- для Python - тут можно указывать и методы search, match, findall, и флаги. [Пример регулярного выражения](#). К сожалению, иногда не все выражения воспринимает.
- Еще один сайт для Python - не поддерживает методы, но хорошо работает и отработал те выражения, на которые ругнулся предыдущий сайт. Подходит для односторочного текста отлично. С многострочным надо учитывать, что в Python будет другая ситуация.

Общие руководства по использованию регулярных выражений:

- Множество примеров использования регулярных выражений от основ до более сложных тем
- Книга [Mastering Regular Expressions](#)

Помощь в изучении регулярных выражений:

- Визуализация регулярного выражения
- [Regex Crossword](#)

## Задания

**Предупреждение:** Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий есть автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

*Как работать с тестами и основы pytest.*

### Задание 15.1

Создать функцию `get_ip_from_cfg`, которая ожидает как аргумент имя файла, в котором находится конфигурация устройства.

Функция должна обрабатывать конфигурацию и возвращать IP-адреса и маски, которые настроены на интерфейсах, в виде списка кортежей:

- первый элемент кортежа - IP-адрес
- второй элемент кортежа - маска

Например (взяты произвольные адреса):

```
[('10.0.1.1', '255.255.255.0'), ('10.0.2.1', '255.255.255.0')]
```

Для получения такого результата, используйте регулярные выражения.

Проверить работу функции на примере файла `config_r1.txt`.

Обратите внимание, что в данном случае, можно не проверять корректность IP-адреса, диапазоны адресов и так далее, так как обрабатывается вывод команды, а не ввод пользователя.

### Задание 15.1a

Скопировать функцию `get_ip_from_cfg` из задания 15.1 и переделать ее таким образом, чтобы она возвращала словарь:

- ключ: имя интерфейса
- значение: кортеж с двумя строками:
  - IP-адрес
  - маска

В словарь добавлять только те интерфейсы, на которых настроены IP-адреса.

Например (взяты произвольные адреса):

```
{'FastEthernet0/1':('10.0.1.1', '255.255.255.0'),
 'FastEthernet0/2':('10.0.2.1', '255.255.255.0')}
```

Для получения такого результата, используйте регулярные выражения.

Проверить работу функции на примере файла config\_r1.txt.

Обратите внимание, что в данном случае, можно не проверять корректность IP-адреса, диапазоны адресов и так далее, так как обрабатывается вывод команды, а не ввод пользователя.

### Задание 15.1b

Проверить работу функции get\_ip\_from\_cfg из задания 15.1а на конфигурации config\_r2.txt.

Обратите внимание, что на интерфейсе e0/1 назначены два IP-адреса:

```
interface Ethernet0/1
 ip address 10.255.2.2 255.255.255.0
 ip address 10.254.2.2 255.255.255.0 secondary
```

А в словаре, который возвращает функция get\_ip\_from\_cfg, интерфейсу Ethernet0/1 соответствует только один из них (второй).

Скопировать функцию get\_ip\_from\_cfg из задания 15.1а и переделать ее таким образом, чтобы она возвращала список кортежей для каждого интерфейса. Если на интерфейсе назначен только один адрес, в списке будет один кортеж. Если же на интерфейсе настроены несколько IP-адресов, то в списке будет несколько кортежей.

Проверьте функцию на конфигурации config\_r2.txt и убедитесь, что интерфейсу Ethernet0/1 соответствует список из двух кортежей.

Обратите внимание, что в данном случае, можно не проверять корректность IP-адреса, диапазоны адресов и так далее, так как обрабатывается вывод команды, а не ввод пользователя.

### Задание 15.2

Создать функцию parse\_sh\_ip\_int\_br, которая ожидает как аргумент имя файла, в котором находится вывод команды show ip int br

Функция должна обрабатывать вывод команды show ip int br и возвращать такие поля:

- Interface
- IP-Address
- Status
- Protocol

Информация должна возвращаться в виде списка кортежей:

```
[('FastEthernet0/0', '10.0.1.1', 'up', 'up'),
 ('FastEthernet0/1', '10.0.2.1', 'up', 'up'),
 ('FastEthernet0/2', 'unassigned', 'down', 'down')]
```

Для получения такого результата, используйте регулярные выражения.

Проверить работу функции на примере файла sh\_ip\_int\_br.txt.

### Задание 15.2а

Создать функцию convert\_to\_dict, которая ожидает два аргумента:

- список с названиями полей
- список кортежей со значениями

Функция возвращает результат в виде списка словарей, где ключи - взяты из первого списка, а значения подставлены из второго.

Например, если функции передать как аргументы список headers и список

```
[('FastEthernet0/0', 'up', 'up', '10.0.1.1'),
 'FastEthernet0/1', 'up', 'up', '10.0.2.1')]
```

Функция должна вернуть такой список со словарями (порядок полей может быть другой):

```
[{'interface': 'FastEthernet0/0', 'status': 'up', 'protocol': 'up', 'address':
 ↪'10.0.1.1'},
 {'interface': 'FastEthernet0/1', 'status': 'up', 'protocol': 'up', 'address':
 ↪'10.0.2.1'}]
```

Проверить работу функции:

- первый аргумент - список headers
- второй аргумент - результат, который возвращает функция parse\_sh\_ip\_int\_br из задания 15.2, если ей как аргумент передать sh\_ip\_int\_br.txt.

Функцию parse\_sh\_ip\_int\_br не нужно копировать.

Ограничение: Все задания надо выполнять используя только пройденные темы.

### Задание 15.3

Создать функцию convert\_ios\_nat\_to\_asa, которая конвертирует правила NAT из синтаксиса cisco IOS в cisco ASA.

Функция ожидает такие аргументы:

- имя файла, в котором находится правила NAT Cisco IOS
- имя файла, в который надо записать полученные правила NAT для ASA

Функция ничего не возвращает.

Проверить функцию на файле cisco\_nat\_config.txt.

Пример правил NAT cisco IOS

```
ip nat inside source static tcp 10.1.2.84 22 interface GigabitEthernet0/1 20022
ip nat inside source static tcp 10.1.9.5 22 interface GigabitEthernet0/1 20023
```

И соответствующие правила NAT для ASA:

```
object network LOCAL_10.1.2.84
host 10.1.2.84
nat (inside,outside) static interface service tcp 22 20022
object network LOCAL_10.1.9.5
host 10.1.9.5
nat (inside,outside) static interface service tcp 22 20023
```

В файле с правилами для ASA:

- не должно быть пустых строк между правилами
- перед строками «object network» не должны быть пробелы
- перед остальными строками должен быть один пробел

Во всех правилах для ASA интерфейсы будут одинаковыми (inside,outside).

## Задание 15.4

Создать функцию get\_ints\_without\_description, которая ожидает как аргумент имя файла, в котором находится конфигурация устройства.

Функция должна обрабатывать конфигурацию и возвращать список имен интерфейсов, на которых нет описания (команды description).

Пример интерфейса с описанием:

```
interface Ethernet0/2
description To P_r9 Ethernet0/2
ip address 10.0.19.1 255.255.255.0
mpls traffic-eng tunnels
ip rsvp bandwidth
```

Интерфейс без описания:

```
interface Loopback0
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.255
```

Проверить работу функции на примере файла config\_r1.txt.

### Задание 15.5

Создать функцию generate\_description\_from\_cdp, которая ожидает как аргумент имя файла, в котором находится вывод команды show cdp neighbors.

Функция должна обрабатывать вывод команды show cdp neighbors и генерировать на основании вывода команды описание для интерфейсов.

Например, если у R1 такой вывод команды:

```
R1>show cdp neighbors
Capability Codes: R - Router, T - Trans Bridge, B - Source Route Bridge
                  S - Switch, H - Host, I - IGMP, r - Repeater

Device ID      Local Intrfce     Holdtme   Capability Platform Port ID
SW1            Eth 0/0          140        S I         WS-C3750-  Eth 0/1
```

Для интерфейса Eth 0/0 надо сгенерировать такое описание description Connected to SW1 port Eth 0/1.

Функция должна возвращать словарь, в котором ключи - имена интерфейсов, а значения - команда задающая описание интерфейса:

```
'Eth 0/0': 'description Connected to SW1 port Eth 0/1'
```

Проверить работу функции на файле sh\_cdp\_n\_sw1.txt.

## IV. Запись и передача данных

В этой части книги рассматриваются вопросы сохранения и передачи данных. Данными могут быть, например:

- вывод команд
- обработанный вывод команд в виде словаря, списка и подобного
- информация полученная из системы мониторинга

До сих пор рассматривался только самый простой вариант - запись информации в обычный текстовый файл.

В этой части рассматривается чтение и запись данных в форматах CSV, JSON и YAML:

- CSV - это табличный формат представления данных. Он может быть получен, например, при экспорте данных из таблицы или базе данных. Аналогичным образом данные могут быть записаны в этом формате для последующего импорта в таблицу.
- JSON - это формат, который очень часто используется в API. Кроме того, этот формат позволяет сохранить такие структуры данных как словари или списки в структурированном формате и затем прочитать их из файла в формате JSON и получить те же структуры данных в Python.
- Формат YAML очень часто используется для описания сценариев. Например, он используется в Ansible. Кроме того, в этом формате удобно записывать вручную параметры, которые должны считывать скрипты.

---

**Примечание:** Python позволяет записывать объекты самого языка в файлы и считывать их с помощью модуля Pickle, но этот аспект в книге не рассматривается.

---

Также в этой части рассматриваются базы данных. Хотя данные можно записать с соблюдением структуры и в CSV или JSON, запрашивать нужную информацию из файлов в этом

формате не всегда удобно. Особенно, когда речь идет о более сложных запросах, в которых указаны несколько критериев.

Для задач такого рода отлично подходят базы данных. В разделе 18 рассматривается СУБД SQLite, а также основы языка SQL.

## 16. Unicode

Программы, которые мы пишем, не изолированы в себе. Они скачивают данные из Интернета, читают и записывают данные на диск, передают данные через сеть.

Поэтому очень важно понимать разницу между тем, как компьютер хранит и передает данные, и как эти данные воспринимает человек. Мы воспринимаем текст, а компьютер - байты.

В Python 3, соответственно, есть две концепции:

- текст - неизменяемая последовательность Unicode-символов. Для хранения этих символов используется тип строки (`str`)
- данные - неизменяемая последовательность байтов. Для хранения используется тип `bytes`

---

**Примечание:** Более корректно будет сказать, что текст - это неизменяемая последовательность кодов (codepoints) Unicode.

---

### Стандарт Юникод

Юникод - это стандарт, который описывает представление и кодировку почти всех языков и других символов.

Несколько фактов про Юникод:

- стандарт версии 12.1 (май 2019) описывает 137 994 кодов
- каждый код - это номер, который соответствует определенному символу
- стандарт также определяет кодировки - способ представления кода символа в байтах

Каждому символу в Юникод соответствует определенный код. Это число, которое обычно записывается таким образом: U+0073, где 0073 - это шестнадцатеричные цифры.

Кроме кода, у каждого символа есть свое уникальное имя. Например, букве «s» соответствует код U+0073 и имя «LATIN SMALL LETTER S».

Примеры кодов, имен и соответствующих символов:

- U+0073, «LATIN SMALL LETTER S» - s
- U+00F6, «LATIN SMALL LETTER O WITH DIAERESIS» - ö
- U+1F383, «JACK-O-LANTERN» - 🎃
- U+2615, «HOT BEVERAGE» - ☕
- U+1f600, «GRINNING FACE» - 😊

## Кодировки

Кодировки позволяют записывать код символа в байтах.

Юникод поддерживает несколько кодировок:

- UTF-8
- UTF-16
- UTF-32

Одна из самых популярных кодировок на сегодняшний день - UTF-8. Эта кодировка использует переменное количество байт для записи символов Юникод.

Примеры символов Юникод и их представление в байтах в кодировке UTF-8:

- Н - 48
- i - 69
- ☐ - 01 f6 c0
- ☐ - 01 f6 80
- ☀ - 26 03

## Юникод в Python 3

В Python 3 есть:

- строки - неизменяемая последовательность Unicode-символов. Для хранения этих символов используется тип строка (str)
- байты - неизменяемая последовательность байтов. Для хранения используется тип bytes

## Строки

Примеры строк:

```
In [11]: hi = 'привет'

In [12]: hi
Out[12]: 'привет'

In [15]: type(hi)
Out[15]: str

In [13]: beautiful = 'schön'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [14]: beautiful
Out[14]: 'schön'
```

Так как строки - это последовательность кодов Юникод, можно записать строку разными способами.

Символ Юникод можно записать, используя его имя:

```
In [1]: "\N{LATIN SMALL LETTER O WITH DIAERESIS}"
Out[1]: 'ö'
```

Или использовав такой формат:

```
In [4]: "\u00f6"
Out[4]: 'ö'
```

Строчку можно записать как последовательность кодов Юникод:

```
In [19]: hi1 = 'привет'

In [20]: hi2 = '\u043f\u0440\u0438\u0432\u0435\u0442'

In [21]: hi2
Out[21]: 'привет'

In [22]: hi1 == hi2
Out[22]: True

In [23]: len(hi2)
Out[23]: 6
```

Функция `ord` возвращает значение кода Unicode для символа:

```
In [6]: ord('ö')
Out[6]: 246
```

Функция `chr` возвращает символ Юникод, который соответствует коду:

```
In [7]: chr(246)
Out[7]: 'ö'
```

## Байты

Тип bytes - это неизменяемая последовательность байтов.

Байты обозначаются так же, как строки, но с добавлением буквы «b» перед строкой:

```
In [30]: b1 = b'\xd0\xb4\xd0\xb0'

In [31]: b2 = b"\xd0\xb4\xd0\xb0"

In [32]: b3 = b'''\\xd0\xb4\xd0\xb0'''

In [36]: type(b1)
Out[36]: bytes

In [37]: len(b1)
Out[37]: 4
```

В Python байты, которые соответствуют символам ASCII, отображаются как эти символы, а не как соответствующие им байты. Это может немного путать, но всегда можно распознать тип bytes по букве b:

```
In [38]: bytes1 = b'hello'

In [39]: bytes1
Out[39]: b'hello'

In [40]: len(bytes1)
Out[40]: 5

In [41]: bytes1.hex()
Out[41]: '68656c6c6f'

In [42]: bytes2 = b'\\x68\\x65\\x6c\\x6c\\x6f'

In [43]: bytes2
Out[43]: b'hello'
```

Если попытаться написать не ASCII-символ в байтовом литерале, возникнет ошибка:

```
In [44]: bytes3 = b'привет'
          File "<ipython-input-44-dc8b23504fa7>", line 1
            bytes3 = b'привет'
                      ^
SyntaxError: bytes can only contain ASCII literal characters.
```

## Конвертация между байтами и строками

Избежать работы с байтами нельзя. Например, при работе с сетью или файловой системой, чаще всего, результат возвращается в байтах.

Соответственно, надо знать, как выполнять преобразование байтов в строку и наоборот. Для этого и нужна кодировка.

Кодировку можно представлять как ключ шифрования, который указывает:

- как «зашифровать» строку в байты (str -> bytes). Используется метод encode (похож на encrypt)
- как «расшифровать» байты в строку (bytes -> str). Используется метод decode (похож на decrypt)

Эта аналогия позволяет понять, что преобразования строка-байты и байты-строка должны использовать одинаковую кодировку.

### encode, decode

Для преобразования строки в байты используется метод **encode**:

```
In [1]: hi = 'привет'

In [2]: hi.encode('utf-8')
Out[2]: b'\xd0\xbf\xd1\x80\xd0\xb8\xd0\xb2\xd0\xb5\xd1\x82'

In [3]: hi_bytes = hi.encode('utf-8')
```

Чтобы получить строку из байт, используется метод **decode**:

```
In [4]: hi_bytes
Out[4]: b'\xd0\xbf\xd1\x80\xd0\xb8\xd0\xb2\xd0\xb5\xd1\x82'

In [5]: hi_bytes.decode('utf-8')
Out[5]: 'привет'
```

### str.encode, bytes.decode

Метод encode есть также в классе str (как и другие методы работы со строками):

```
In [6]: hi
Out[6]: 'привет'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [7]: str.encode(hi, encoding='utf-8')
Out[7]: b'\xd0\xbf\xd1\x80\xd0\xb8\xd0\xb2\xd0\xb5\xd1\x82'
```

А метод decode есть у класса bytes (как и другие методы):

```
In [8]: hi_bytes
Out[8]: b'\xd0\xbf\xd1\x80\xd0\xb8\xd0\xb2\xd0\xb5\xd1\x82'

In [9]: bytes.decode(hi_bytes, encoding='utf-8')
Out[9]: 'привет'
```

В этих методах кодировка может указываться как ключевой аргумент (примеры выше) или как позиционный:

```
In [10]: hi_bytes
Out[10]: b'\xd0\xbf\xd1\x80\xd0\xb8\xd0\xb2\xd0\xb5\xd1\x82'

In [11]: bytes.decode(hi_bytes, 'utf-8')
Out[11]: 'привет'
```

## Как работать с Юникодом и байтами

Есть очень простое правило, придерживаясь которого, можно избежать, как минимум, части проблем. Оно называется «Юникод-сэндвич»:

- байты, которые программа считывает, надо как можно раньше преобразовать в Юникод (строку)
- внутри программы работать с Юникод
- Юникод надо преобразовать в байты как можно позже, перед передачей

## Примеры конвертации между байтами и строками

Рассмотрим несколько примеров работы с байтами и конвертации байт в строки.

### subprocess

Модуль subprocess возвращает результат команды в виде байт:

```
In [1]: import subprocess
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [2]: result = subprocess.run(['ping', '-c', '3', '-n', '8.8.8.8'],
...:                               stdout=subprocess.PIPE)
...:

In [3]: result.stdout
Out[3]: b'PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.\n64 bytes from 8.8.8.8: \n<--icmp_seq=1 ttl=43 time=59.4 ms\n64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=43 \n<--time=54.4 ms\n64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=43 time=55.1 ms\n--- 8.8.8 ping statistics ---\n3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss,\nrtt min/avg/max/mdev = 54.470/56.346/59.440/2.220 ms\n'
```

Если дальше необходимо работать с этим выводом, надо сразу конвертировать его в строку:

```
In [4]: output = result.stdout.decode('utf-8')

In [5]: print(output)
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=43 time=59.4 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=43 time=54.4 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=43 time=55.1 ms

--- 8.8.8.8 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2002ms
rtt min/avg/max/mdev = 54.470/56.346/59.440/2.220 ms
```

Модуль subprocess поддерживает еще один вариант преобразования - параметр encoding. Если указать его при вызове функции run, результат будет получен в виде строки:

```
In [6]: result = subprocess.run(['ping', '-c', '3', '-n', '8.8.8.8'],
...:                               stdout=subprocess.PIPE, encoding='utf-8')
...:

In [7]: result.stdout
Out[7]: 'PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.\n64 bytes from 8.8.8.8: \n<--icmp_seq=1 ttl=43 time=55.5 ms\n64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=43 \n<--time=54.6 ms\n64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=43 time=53.3 ms\n--- 8.8.8 ping statistics ---\n3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss,\nrtt min/avg/max/mdev = 53.368/54.534/55.564/0.941 ms\n'

In [8]: print(result.stdout)
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=43 time=55.5 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=43 time=54.6 ms
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=43 time=53.3 ms
--- 8.8.8.8 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2003ms
rtt min/avg/max/mdev = 53.368/54.534/55.564/0.941 ms
```

## telnetlib

В зависимости от модуля, преобразование между строками и байтами может выполняться автоматически, а может требоваться явно.

Например, в модуле telnetlib необходимо передавать байты в методах `read_until` и `write`:

```
import telnetlib
import time

t = telnetlib.Telnet('192.168.100.1')

t.read_until(b'Username:')
t.write(b'cisco\n')

t.read_until(b>Password:')
t.write(b'cisco\n')
t.write(b'sh ip int br\n')

time.sleep(5)

output = t.read_very_eager().decode('utf-8')
print(output)
```

И возвращает метод байты, поэтому в предпоследней строке используется `decode`.

## pexpect

Модуль `pexpect` как аргумент ожидает строку, а возвращает байты:

```
In [9]: import pexpect

In [10]: output = pexpect.run('ls -ls')
In [11]: output
Out[11]: b'total 8\r\n4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Aug 28 12:16 concurrent_
         ↵ futures\r\n4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Aug 3 07:59 iterator
         ↵ generator\r\n'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [12]: output.decode('utf-8')
Out[12]: 'total 8\r\n4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Aug 28 12:16 concurrent_
↪futures\r\n4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Aug  3 07:59 iterator_
↪generator\r\n'
```

И также поддерживает вариант передачи кодировки через параметр encoding:

```
In [13]: output = pexpect.run('ls -ls', encoding='utf-8')

In [14]: output
Out[14]: 'total 8\r\n4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Aug 28 12:16 concurrent_
↪futures\r\n4 drwxr-xr-x 2 vagrant vagrant 4096 Aug  3 07:59 iterator_
↪generator\r\n'
```

## Работа с файлами

До сих пор при работе с файлами использовалась такая конструкция:

```
with open(filename) as f:
    for line in f:
        print(line)
```

Но на самом деле, при чтении файла происходит конвертация байт в строки. И при этом использовалась кодировка по умолчанию:

```
In [1]: import locale

In [2]: locale.getpreferredencoding()
Out[2]: 'UTF-8'
```

Кодировка по умолчанию в файле:

```
In [2]: f = open('r1.txt')

In [3]: f
Out[3]: <_io.TextIOWrapper name='r1.txt' mode='r' encoding='UTF-8'>
```

При работе с файлами лучше явно указывать кодировку, так как в разных ОС она может отличаться:

```
In [4]: with open('r1.txt', encoding='utf-8') as f:
...:     for line in f:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...:         print(line, end=' ')
...:
!
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!
```

## Выводы

Эти примеры показаны тут для того, чтобы показать, что разные модули могут по-разному подходить к вопросу конвертации между строками и байтами. И разные функции и методы этих модулей могут ожидать аргументы и возвращать значения разных типов. Однако все эти вещи написаны в документации.

## Ошибки при конвертации

При конвертации между строками и байтами очень важно точно знать, какая кодировка используется, а также знать о возможностях разных кодировок.

Например, кодировка ASCII не может преобразовать в байты кириллицу:

```
In [32]: hi_unicode = 'привет'

In [33]: hi_unicode.encode('ascii')
-----
UnicodeEncodeError                                 Traceback (most recent call last)
<ipython-input-33-ec69c9fd2dae> in <module>()
      1 hi_unicode.encode('ascii')

UnicodeEncodeError: 'ascii' codec can't encode characters in position 0-5: ↴
                           ordinal not in range(128)
```

Аналогично, если строка «привет» преобразована в байты, и попробовать преобразовать ее в строку с помощью ascii, тоже получим ошибку:

```
In [34]: hi_unicode = 'привет'

In [35]: hi_bytes = hi_unicode.encode('utf-8')

In [36]: hi_bytes.decode('ascii')
-----
UnicodeDecodeError                                 Traceback (most recent call last)
<ipython-input-36-aa0ada5e44e9> in <module>()
----> 1 hi_bytes.decode('ascii')

UnicodeDecodeError: 'ascii' codec can't decode byte 0xd0 in position 0: ordinal
↪not in range(128)
```

Еще один вариант ошибки, когда используются разные кодировки для преобразований:

```
In [37]: de_hi_unicode = 'grüezi'

In [38]: utf_16 = de_hi_unicode.encode('utf-16')

In [39]: utf_16.decode('utf-8')
-----
UnicodeDecodeError                                 Traceback (most recent call last)
<ipython-input-39-4b4c731e69e4> in <module>()
----> 1 utf_16.decode('utf-8')

UnicodeDecodeError: 'utf-8' codec can't decode byte 0xff in position 0: invalid
↪start byte
```

Наличие ошибок - это хорошо. Они явно говорят, в чем проблема. Хуже, когда получается так:

```
In [40]: hi_unicode = 'привет'

In [41]: hi_bytes = hi_unicode.encode('utf-8')

In [42]: hi_bytes
Out[42]: b'\xd0\xbf\xd1\x80\xd0\xb8\xd0\xb2\xd0\xb5\xd1\x82'

In [43]: hi_bytes.decode('utf-16')
Out[43]: '𠀃𠀄𠀅𠀆𠀇𠀈'
```

## Обработка ошибок

У методов encode и decode есть режимы обработки ошибок, которые указывают, как реагировать на ошибку преобразования.

### Параметр errors в encode

По умолчанию encode использует режим strict - при возникновении ошибок кодировки генерируется исключение UnicodeError. Примеры такого поведения были выше.

Вместо этого режима можно использовать replace, чтобы заменить символ знаком вопроса:

```
In [44]: de_hi_unicode = 'grüezi'

In [45]: de_hi_unicode.encode('ascii', 'replace')
Out[45]: b'gr?ezi'
```

Или namereplace, чтобы заменить символ именем:

```
In [46]: de_hi_unicode = 'grüezi'

In [47]: de_hi_unicode.encode('ascii', 'namereplace')
Out[47]: b'gr\N{LATIN SMALL LETTER U WITH DIAERESIS}ezi'
```

Кроме того, можно полностью игнорировать символы, которые нельзя закодировать:

```
In [48]: de_hi_unicode = 'grüezi'

In [49]: de_hi_unicode.encode('ascii', 'ignore')
Out[49]: b'grezi'
```

### Параметр errors в decode

В методе decode по умолчанию тоже используется режим strict и генерируется исключение UnicodeDecodeError.

Если изменить режим на ignore, как и в encode, символы будут просто игнорироваться:

```
In [50]: de_hi_unicode = 'grüezi'

In [51]: de_hi_utf8 = de_hi_unicode.encode('utf-8')

In [52]: de_hi_utf8
Out[52]: b'gr\xc3\xbcezi'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [53]: de_hi_utf8.decode('ascii', 'ignore')
Out[53]: 'grezi'
```

Режим replace заменит символы:

```
In [54]: de_hi_unicode = 'grüezi'

In [55]: de_hi_utf8 = de_hi_unicode.encode('utf-8')

In [56]: de_hi_utf8.decode('ascii', 'replace')
Out[56]: 'gr@ezi'
```

## Дополнительные материалы

Документация Python:

- [What's New In Python 3: Text Vs. Data Instead Of Unicode Vs. 8-bit](#)
- [Unicode HOWTO](#)

Статьи:

- [Pragmatic Unicode](#) - статья, презентация и видео
- [Раздел «Strings» книги «Dive Into Python 3»](#) - очень хорошо написано о Unicode, кодировках и как все это работает в Python

Без привязки к Python:

- [The Absolute Minimum Every Software Developer Absolutely, Positively Must Know About Unicode and Character Sets \(No Excuses!\)](#)
- [The Unicode Consortium](#)
- [Unicode \(Wikipedia\)](#)
- [UTF-8 \(Wikipedia\)](#)

## 17. Работа с файлами в формате CSV, JSON, YAML

Сериализация данных - это сохранение данных в каком-то формате, чаще всего, структурированном.

Например, это могут быть:

- файлы в формате YAML или JSON
- файлы в формате CSV
- база данных

Кроме того, Python позволяет записывать объекты самого языка (этот аспект в курсе не рассматривается, но, если вам интересно, посмотрите на модуль Pickle).

В этом разделе рассматриваются форматы CSV, JSON, YAML, а в следующем разделе - базы данных.

Для чего могут пригодится форматы YAML, JSON, CSV:

- у вас могут быть данные об IP-адресах и подобной информации, которую нужно обрабатывать, в таблицах
  - таблицу можно экспортить в формат CSV и обрабатывать её с помощью Python
- управляющий софт может возвращать данные в JSON. Соответственно, преобразовав эти данные в объект Python, с ними можно работать и делать что угодно
- YAML очень удобно использовать для описания параметров, так как у него довольно приятный синтаксис
  - например, это могут быть параметры настройки различных объектов (IP-адреса, VLAN и др.)
  - как минимум, знание формата YAML пригодится при использовании Ansible

Для каждого из этих форматов в Python есть модуль, который существенно упрощает работу с ними.

### Работа с файлами в формате CSV

**CSV (comma-separated value)** - это формат представления табличных данных (например, это могут быть данные из таблицы или данные из БД).

В этом формате каждая строка файла - это строка таблицы. Несмотря на название формата, разделителем может быть не только запятая.

И хотя у форматов с другим разделителем может быть и собственное название, например, TSV (tab separated values), тем не менее, под форматом CSV понимают, как правило, любые разделители.

Пример файла в формате CSV (sw\_data.csv):

```
hostname, vendor, model, location
sw1, Cisco, 3750, London
sw2, Cisco, 3850, Liverpool
sw3, Cisco, 3650, Liverpool
sw4, Cisco, 3650, London
```

В стандартной библиотеке Python есть модуль csv, который позволяет работать с файлами в CSV формате.

## Чтение

Пример чтения файла в формате CSV (файл csv\_read.py):

```
1 import csv
2
3 with open('sw_data.csv') as f:
4     reader = csv.reader(f)
5     for row in reader:
6         print(row)
```

Вывод будет таким:

```
$ python csv_read.py
['hostname', 'vendor', 'model', 'location']
['sw1', 'Cisco', '3750', 'London']
['sw2', 'Cisco', '3850', 'Liverpool']
['sw3', 'Cisco', '3650', 'Liverpool']
['sw4', 'Cisco', '3650', 'London']
```

В первом списке находятся названия столбцов, а в остальных соответствующие значения.

Обратите внимание, что сам csv.reader возвращает итератор:

```
In [1]: import csv
In [2]: with open('sw_data.csv') as f:
...:     reader = csv.reader(f)
...:     print(reader)
...:
<_csv.reader object at 0x10385b050>
```

При необходимости его можно превратить в список таким образом:

```
In [3]: with open('sw_data.csv') as f:  
...:     reader = csv.reader(f)  
...:     print(list(reader))  
...:  
[['hostname', 'vendor', 'model', 'location'], ['sw1', 'Cisco', '3750', 'London'],  
 ↪['sw2', 'Cisco', '3850', 'Liverpool'], ['sw3', 'Cisco', '3650', 'Liverpool'], [  
 ↪'sw4', 'Cisco', '3650', 'London']]
```

Чаще всего заголовки столбцов удобней получить отдельным объектом. Это можно сделать таким образом (файл csv\_read\_headers.py):

```
1 import csv  
2  
3 with open('sw_data.csv') as f:  
4     reader = csv.reader(f)  
5     headers = next(reader)  
6     print('Headers: ', headers)  
7     for row in reader:  
8         print(row)
```

Иногда в результате обработки гораздо удобней получить словари, в которых ключи - это названия столбцов, а значения - значения столбцов.

Для этого в модуле есть **DictReader** (файл csv\_read\_dict.py):

```
1 import csv  
2  
3 with open('sw_data.csv') as f:  
4     reader = csv.DictReader(f)  
5     for row in reader:  
6         print(row)  
7         print(row['hostname'], row['model'])
```

Вывод будет таким:

```
$ python csv_read_dict.py  
OrderedDict([('hostname', 'sw1'), ('vendor', 'Cisco'), ('model', '3750'), (  
 ↪'location', 'London'))  
sw1 3750  
OrderedDict([('hostname', 'sw2'), ('vendor', 'Cisco'), ('model', '3850'), (  
 ↪'location', 'Liverpool'))  
sw2 3850  
OrderedDict([('hostname', 'sw3'), ('vendor', 'Cisco'), ('model', '3650'), (  
 ↪'location', 'Liverpool'))  
sw3 3650
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
OrderedDict([('hostname', 'sw4'), ('vendor', 'Cisco'), ('model', '3650'), (
    ↪'location', 'London'))]
sw4 3650
```

DictReader создает не стандартные словари Python, а упорядоченные словари. За счет этого порядок элементов соответствует порядку столбцов в CSV-файле.

---

**Примечание:** До Python 3.6 возвращались обычные словари, а не упорядоченные.

---

В остальном с упорядоченными словарями можно работать, используя те же методы, что и в обычных словарях.

## Запись

Аналогичным образом с помощью модуля csv можно и записать файл в формате CSV (файл csv\_write.py):

```
1 import csv
2
3 data = [['hostname', 'vendor', 'model', 'location'],
4         ['sw1', 'Cisco', '3750', 'London, Best str'],
5         ['sw2', 'Cisco', '3850', 'Liverpool, Better str'],
6         ['sw3', 'Cisco', '3650', 'Liverpool, Better str'],
7         ['sw4', 'Cisco', '3650', 'London, Best str']]
8
9
10 with open('sw_data_new.csv', 'w') as f:
11     writer = csv.writer(f)
12     for row in data:
13         writer.writerow(row)
14
15 with open('sw_data_new.csv') as f:
16     print(f.read())
```

В примере выше строки из списка сначала записываются в файл, а затем содержимое файла выводится на стандартный поток вывода.

Вывод будет таким:

```
$ python csv_write.py
hostname,vendor,model,location
sw1,Cisco,3750,"London, Best str"
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
sw2,Cisco,3850,"Liverpool, Better str"
sw3,Cisco,3650,"Liverpool, Better str"
sw4,Cisco,3650,"London, Best str"
```

Обратите внимание на интересную особенность: строки в последнем столбце взяты в кавычки, а остальные значения - нет.

Так получилось из-за того, что во всех строках последнего столбца есть запятая. И кавычки указывают на то, что именно является целой строкой. Когда запятая находится в кавычках, модуль csv не воспринимает её как разделитель.

Иногда лучше, чтобы все строки были в кавычках. Конечно, в данном случае достаточно простой пример, но когда в строках больше значений, то кавычки позволяют указать, где начинается и заканчивается значение.

Модуль csv позволяет управлять этим. Для того, чтобы все строки записывались в CSV-файл с кавычками, надо изменить скрипт таким образом (файл csv\_write\_quoting.py):

```
1 import csv
2
3
4 data = [[ 'hostname', 'vendor', 'model', 'location'],
5         [ 'sw1', 'Cisco', '3750', 'London, Best str'],
6         [ 'sw2', 'Cisco', '3850', 'Liverpool, Better str'],
7         [ 'sw3', 'Cisco', '3650', 'Liverpool, Better str'],
8         [ 'sw4', 'Cisco', '3650', 'London, Best str']]
9
10
11 with open('sw_data_new.csv', 'w') as f:
12     writer = csv.writer(f, quoting=csv.QUOTE_NONNUMERIC)
13     for row in data:
14         writer.writerow(row)
15
16 with open('sw_data_new.csv') as f:
17     print(f.read())
```

Теперь вывод будет таким:

```
$ python csv_write_quoting.py
"hostname","vendor","model","location"
"sw1","Cisco","3750","London, Best str"
"sw2","Cisco","3850","Liverpool, Better str"
"sw3","Cisco","3650","Liverpool, Better str"
"sw4","Cisco","3650","London, Best str"
```

Теперь все значения с кавычками. И поскольку номер модели задан как строка в изначальном списке, тут он тоже в кавычках.

Кроме метода writerow, поддерживается метод writerows. Ему можно передать любой итерируемый объект.

Например, предыдущий пример можно записать таким образом (файл csv\_writerows.py):

```

1 import csv
2
3 data = [['hostname', 'vendor', 'model', 'location'],
4         ['sw1', 'Cisco', '3750', 'London, Best str'],
5         ['sw2', 'Cisco', '3850', 'Liverpool, Better str'],
6         ['sw3', 'Cisco', '3650', 'Liverpool, Better str'],
7         ['sw4', 'Cisco', '3650', 'London, Best str']]
8
9
10 with open('sw_data_new.csv', 'w') as f:
11     writer = csv.writer(f, quoting=csv.QUOTE_NONNUMERIC)
12     writer.writerows(data)
13
14 with open('sw_data_new.csv') as f:
15     print(f.read())

```

## DictWriter

С помощью DictWriter можно записать словари в формат CSV.

В целом DictWriter работает так же, как writer, но так как словари не упорядочены, надо указывать явно в каком порядке будут идти столбцы в файле. Для этого используется параметр fieldnames (файл csv\_write\_dict.py):

```

1 import csv
2
3 data = [
4     {'hostname': 'sw1',
5      'location': 'London',
6      'model': '3750',
7      'vendor': 'Cisco'},
8     {'hostname': 'sw2',
9      'location': 'Liverpool',
10     'model': '3850',
11     'vendor': 'Cisco'},
12     {'hostname': 'sw3',
13     'location': 'Liverpool',
14     'model': '3650',
15     'vendor': 'Cisco'}
16 ]

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

14     'hostname': 'sw3',
15     'location': 'Liverpool',
16     'model': '3650',
17     'vendor': 'Cisco'
18 }, {
19     'hostname': 'sw4',
20     'location': 'London',
21     'model': '3650',
22     'vendor': 'Cisco'
23 ]
24
25 with open('csv_write_dictwriter.csv', 'w') as f:
26     writer = csv.DictWriter(
27         f, fieldnames=list(data[0].keys()), quoting=csv.QUOTE_NONNUMERIC)
28     writer.writeheader()
29     for d in data:
30         writer.writerow(d)

```

### Указание разделителя

Иногда в качестве разделителя используются другие значения. В таком случае должна быть возможность подсказать модулю, какой именно разделитель использовать.

Например, если в файле используется разделитель ; (файл sw\_data2.csv):

```

hostname;vendor;model;location
sw1;Cisco;3750;London
sw2;Cisco;3850;Liverpool
sw3;Cisco;3650;Liverpool
sw4;Cisco;3650;London

```

Достаточно просто указать, какой разделитель используется в reader (файл csv\_read\_delimiter.py):

```

1 import csv
2
3 with open('sw_data2.csv') as f:
4     reader = csv.reader(f, delimiter=';')
5     for row in reader:
6         print(row)

```

## Работа с файлами в формате JSON

**JSON (JavaScript Object Notation)** - это текстовый формат для хранения и обмена данными.

JSON по синтаксису очень похож на Python и достаточно удобен для восприятия.

Как и в случае с CSV, в Python есть модуль, который позволяет легко записывать и читать данные в формате JSON.

### Чтение

Файл sw\_templates.json:

```

1 {
2     "access": [
3         "switchport mode access",
4         "switchport access vlan",
5         "switchport nonegotiate",
6         "spanning-tree portfast",
7         "spanning-tree bpduguard enable"
8     ],
9     "trunk": [
10        "switchport trunk encapsulation dot1q",
11        "switchport mode trunk",
12        "switchport trunk native vlan 999",
13        "switchport trunk allowed vlan"
14    ]
15 }
```

Для чтения в модуле json есть два метода:

- json.load() - метод считывает файл в формате JSON и возвращает объекты Python
- json.loads() - метод считывает строку в формате JSON и возвращает объекты Python

### json.load()

Чтение файла в формате JSON в объект Python (файл json\_read\_load.py):

```

1 import json
2
3 with open('sw_templates.json') as f:
4     templates = json.load(f)
5
6 print(templates)
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
7  
8 for section, commands in templates.items():  
9     print(section)  
10    print('\n'.join(commands))
```

Вывод будет таким:

```
$ python json_read_load.py  
{'access': ['switchport mode access', 'switchport access vlan', 'switchport  
nonegotiate', 'spanning-tree portfast', 'spanning-tree bpduguard enable'],  
'trunk': ['switchport trunk encapsulation dot1q', 'switchport mode trunk',  
'switchport trunk native vlan 999', 'switchport trunk allowed vlan']}  
access  
switchport mode access  
switchport access vlan  
switchport nonegotiate  
spanning-tree portfast  
spanning-tree bpduguard enable  
trunk  
switchport trunk encapsulation dot1q  
switchport mode trunk  
switchport trunk native vlan 999  
switchport trunk allowed vlan
```

## json.loads()

Считывание строки в формате JSON в объект Python (файл json\_read\_loads.py):

```
1 import json  
2  
3 with open('sw_templates.json') as f:  
4     file_content = f.read()  
5     templates = json.loads(file_content)  
6  
7 print(templates)  
8  
9 for section, commands in templates.items():  
10    print(section)  
11    print('\n'.join(commands))
```

Результат будет аналогичен предыдущему выводу.

## Запись

Запись файла в формате JSON также осуществляется достаточно легко.

Для записи информации в формате JSON в модуле json также два метода:

- `json.dump()` - метод записывает объект Python в файл в формате JSON
- `json.dumps()` - метод возвращает строку в формате JSON

### `json.dumps()`

Преобразование объекта в строку в формате JSON (`json_write.dumps.py`):

```

1 import json
2
3 trunk_template = [
4     'switchport trunk encapsulation dot1q', 'switchport mode trunk',
5     'switchport trunk native vlan 999', 'switchport trunk allowed vlan'
6 ]
7
8 access_template = [
9     'switchport mode access', 'switchport access vlan',
10    'switchport nonegotiate', 'spanning-tree portfast',
11    'spanning-tree bpduguard enable'
12 ]
13
14 to_json = {'trunk': trunk_template, 'access': access_template}
15
16 with open('sw_templates.json', 'w') as f:
17     f.write(json.dumps(to_json))
18
19 with open('sw_templates.json') as f:
20     print(f.read())

```

Метод `json.dumps()` подходит для ситуаций, когда надо вернуть строку в формате JSON. Например, чтобы передать ее API.

### `json.dump()`

Запись объекта Python в файл в формате JSON (файл `json_write_dump.py`):

```

1 import json
2

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

3 trunk_template = [
4     'switchport trunk encapsulation dot1q', 'switchport mode trunk',
5     'switchport trunk native vlan 999', 'switchport trunk allowed vlan'
6 ]
7
8 access_template = [
9     'switchport mode access', 'switchport access vlan',
10    'switchport nonegotiate', 'spanning-tree portfast',
11    'spanning-tree bpduguard enable'
12 ]
13
14 to_json = {'trunk': trunk_template, 'access': access_template}
15
16 with open('sw_templates.json', 'w') as f:
17     json.dump(to_json, f)
18
19 with open('sw_templates.json') as f:
20     print(f.read())

```

Когда нужно записать информацию в формате JSON в файл, лучше использовать метод `dump`.

## Дополнительные параметры методов записи

Методам `dump` и `dumps` можно передавать дополнительные параметры для управления форматом вывода.

По умолчанию эти методы записывают информацию в компактном представлении. Как правило, когда данные используются другими программами, визуальное представление данных не важно. Если же данные в файле нужно будет считывать человеку, такой формат не очень удобно воспринимать.

К счастью, модуль `json` позволяет управлять подобными вещами.

Передав дополнительные параметры методу `dump` (или методу `dumps`), можно получить более удобный для чтения вывод (файл `json_write_indent.py`):

```

1 import json
2
3 trunk_template = [
4     'switchport trunk encapsulation dot1q', 'switchport mode trunk',
5     'switchport trunk native vlan 999', 'switchport trunk allowed vlan'
6 ]
7
8 access_template = [

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

9   'switchport mode access', 'switchport access vlan',
10  'switchport nonegotiate', 'spanning-tree portfast',
11  'spanning-tree bpduguard enable'
12 ]
13
14 to_json = {'trunk': trunk_template, 'access': access_template}
15
16 with open('sw_templates.json', 'w') as f:
17     json.dump(to_json, f, sort_keys=True, indent=2)
18
19 with open('sw_templates.json') as f:
20     print(f.read())

```

Теперь содержимое файла `sw_templates.json` выглядит так:

```
{
    "access": [
        "switchport mode access",
        "switchport access vlan",
        "switchport nonegotiate",
        "spanning-tree portfast",
        "spanning-tree bpduguard enable"
    ],
    "trunk": [
        "switchport trunk encapsulation dot1q",
        "switchport mode trunk",
        "switchport trunk native vlan 999",
        "switchport trunk allowed vlan"
    ]
}
```

## Изменение типа данных

Еще один важный аспект преобразования данных в формат JSON: данные не всегда будут того же типа, что исходные данные в Python.

Например, кортежи при записи в JSON превращаются в списки:

```
In [1]: import json

In [2]: trunk_template = ('switchport trunk encapsulation dot1q',
...:                      'switchport mode trunk',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

...:           'switchport trunk native vlan 999',
...:           'switchport trunk allowed vlan')

In [3]: print(type(trunk_template))
<class 'tuple'>

In [4]: with open('trunk_template.json', 'w') as f:
...:     json.dump(trunk_template, f, sort_keys=True, indent=2)
...:

In [5]: cat trunk_template.json
[
    "switchport trunk encapsulation dot1q",
    "switchport mode trunk",
    "switchport trunk native vlan 999",
    "switchport trunk allowed vlan"
]
In [6]: templates = json.load(open('trunk_template.json'))

In [7]: type(templates)
Out[7]: list

In [8]: print(templates)
['switchport trunk encapsulation dot1q', 'switchport mode trunk', 'switchport
→trunk native vlan 999', 'switchport trunk allowed vlan']

```

Так происходит из-за того, что в JSON используются другие типы данных и не для всех типов данных Python есть соответствия.

Таблица конвертации данных Python в JSON:

Python	JSON
dict	object
list, tuple	array
str	string
int, float	number
True	true
False	false
None	null

Таблица конвертации JSON в данные Python:

JSON	Python
object	dict
array	list
string	str
number (int)	int
number (real)	float
true	True
false	False
null	None

## Ограничение по типам данных

В формат JSON нельзя записать словарь, у которого ключи - кортежи:

```
In [23]: to_json = { ('trunk', 'cisco'): trunk_template, 'access':
    ↪template}

In [24]: with open('sw_templates.json', 'w') as f:
    ...:     json.dump(to_json, f)
    ...:
...
TypeError: key ('trunk', 'cisco') is not a string
```

С помощью дополнительного параметра можно игнорировать подобные ключи:

```
In [25]: to_json = { ('trunk', 'cisco'): trunk_template, 'access':
    ↪template}

In [26]: with open('sw_templates.json', 'w') as f:
    ...:     json.dump(to_json, f, skipkeys=True)
    ...:
    ...:

In [27]: cat sw_templates.json
{"access": ["switchport mode access", "switchport access vlan", "switchport_
    ↪nonegotiate", "spanning-tree portfast", "spanning-tree bpduguard enable"]}
```

Кроме того, в JSON ключами словаря могут быть только строки. Но, если в словаре Python использовались числа, ошибки не будет. Вместо этого выполнится конвертация чисел в строки:

```
In [28]: d = {1:100, 2:200}
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [29]: json.dumps(d)
Out[29]: '{"1": 100, "2": 200}'
```

## Работа с файлами в формате YAML

**YAML (YAML Ain't Markup Language)** - еще один текстовый формат для записи данных.

YAML более приятен для восприятия человеком, чем JSON, поэтому его часто используют для описания сценариев в ПО. Например, в Ansible.

### Синтаксис YAML

Как и Python, YAML использует отступы для указания структуры документа. Но в YAML можно использовать только пробелы и нельзя использовать знаки табуляции.

Еще одна схожесть с Python: комментарии начинаются с символа # и продолжаются до конца строки.

### Список

Список может быть записан в одну строку:

```
[switchport mode access, switchport access vlan, switchport nonegotiate, spanning-
tree portfast, spanning-tree bpduguard enable]
```

Или каждый элемент списка в своей строке:

```
- switchport mode access
- switchport access vlan
- switchport nonegotiate
- spanning-tree portfast
- spanning-tree bpduguard enable
```

Когда список записан таким блоком, каждая строка должна начинаться с - (минуса и пробела), и все строки в списке должны быть на одном уровне отступа.

### Словарь

Словарь также может быть записан в одну строку:

```
{ vlan: 100, name: IT }
```

Или блоком:

```
vlan: 100
name: IT
```

## Строки

Строки в YAML не обязательно брать в кавычки. Это удобно, но иногда всё же следует использовать кавычки. Например, когда в строке используется какой-то специальный символ (специальный для YAML).

Такую строку, например, нужно взять в кавычки, чтобы она была корректно воспринята YAML:

```
command: "sh interface | include Queueing strategy:"
```

## Комбинация элементов

Словарь, в котором есть два ключа: access и trunk. Значения, которые соответствуют этим ключам - списки команд:

```
access:
- switchport mode access
- switchport access vlan
- switchport nonegotiate
- spanning-tree portfast
- spanning-tree bpduguard enable

trunk:
- switchport trunk encapsulation dot1q
- switchport mode trunk
- switchport trunk native vlan 999
- switchport trunk allowed vlan
```

Список словарей:

```
- BS: 1550
IT: 791
id: 11
name: Liverpool
to_id: 1
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
to_name: LONDON
- BS: 1510
  IT: 793
  id: 12
  name: Bristol
  to_id: 1
  to_name: LONDON
- BS: 1650
  IT: 892
  id: 14
  name: Coventry
  to_id: 2
  to_name: Manchester
```

## Модуль PyYAML

Для работы с YAML в Python используется модуль PyYAML. Он не входит в стандартную библиотеку модулей, поэтому его нужно установить:

```
pip install pyyaml
```

Работа с ним аналогична модулям csv и json.

## Чтение из YAML

Попробуем преобразовать данные из файла YAML в объекты Python.

Файл info.yaml:

```
1 - BS: 1550
2   IT: 791
3   id: 11
4   name: Liverpool
5   to_id: 1
6   to_name: LONDON
7 - BS: 1510
8   IT: 793
9   id: 12
10  name: Bristol
11  to_id: 1
12  to_name: LONDON
13 - BS: 1650
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
14 IT: 892
15 id: 14
16 name: Coventry
17 to_id: 2
18 to_name: Manchester
```

Чтение из YAML (файл yaml\_read.py):

```
1 import yaml
2 from pprint import pprint
3
4 with open('info.yaml') as f:
5     templates = yaml.safe_load(f)
6
7 pprint(templates)
```

Результат:

```
$ python yaml_read.py
[{'BS': 1550,
 'IT': 791,
 'id': 11,
 'name': 'Liverpool',
 'to_id': 1,
 'to_name': 'LONDON'},
 {'BS': 1510,
 'IT': 793,
 'id': 12,
 'name': 'Bristol',
 'to_id': 1,
 'to_name': 'LONDON'},
 {'BS': 1650,
 'IT': 892,
 'id': 14,
 'name': 'Coventry',
 'to_id': 2,
 'to_name': 'Manchester'}]
```

Формат YAML очень удобен для хранения различных параметров, особенно, если они заполняются вручную.

## Запись в YAML

Запись объектов Python в YAML (файл yaml\_write.py):

```
1 import yaml
2
3 trunk_template = [
4     'switchport trunk encapsulation dot1q', 'switchport mode trunk',
5     'switchport trunk native vlan 999', 'switchport trunk allowed vlan'
6 ]
7
8 access_template = [
9     'switchport mode access', 'switchport access vlan',
10    'switchport nonegotiate', 'spanning-tree portfast',
11    'spanning-tree bpduguard enable'
12 ]
13
14 to_yaml = {'trunk': trunk_template, 'access': access_template}
15
16 with open('sw_templates.yaml', 'w') as f:
17     yaml.dump(to_yaml, f)
18
19 with open('sw_templates.yaml') as f:
20     print(f.read())
```

Файл sw\_templates.yaml выглядит таким образом:

```
access:
- switchport mode access
- switchport access vlan
- switchport nonegotiate
- spanning-tree portfast
- spanning-tree bpduguard enable
trunk:
- switchport trunk encapsulation dot1q
- switchport mode trunk
- switchport trunk native vlan 999
- switchport trunk allowed vlan
```

## Дополнительные материалы

В этом разделе рассматривались только базовые операции чтения и записи, без дополнительных параметров. Подробнее можно почитать в документации модулей.

- CSV
- JSON
- YAML

Кроме того, на сайте [PyMOTW](#) очень хорошо расписываются все модули Python, которые входят в стандартную библиотеку (устанавливаются вместе с самим Python):

- CSV
- JSON

Пример получения данных в формате JSON через GitHub API:

- Пример работы с GitHub API с помощью requests
- Запись кириллицы и других не ASCII символов в формате JSON

## Задания

**Предупреждение:** Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий есть автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

*Как работать с тестами и основы pytest.*

### Задание 17.1

В этом задании нужно:

- взять содержимое нескольких файлов с выводом команды `sh version`
- распарсить вывод команды с помощью регулярных выражений и получить информацию об устройстве
- записать полученную информацию в файл в CSV формате

Для выполнения задания нужно создать две функции.

Функция `parse_sh_version`:

- ожидает как аргумент вывод команды `sh version` одной строкой (не имя файла)
- обрабатывает вывод, с помощью регулярных выражений
- возвращает кортеж из трёх элементов:
  - `ios` - в формате «12.4(5)T»
  - `image` - в формате «flash:c2800-adipservicesk9-mz.124-5.T.bin»
  - `uptime` - в формате «5 days, 3 hours, 3 minutes»

У функции `write_inventory_to_csv` должно быть два параметра:

- `data_filenames` - ожидает как аргумент список имен файлов с выводом `sh version`
- `csv_filename` - ожидает как аргумент имя файла (например, `routers_inventory.csv`), в который будет записана информация в формате CSV
- функция записывает содержимое в файл, в формате CSV и ничего не возвращает

Функция `write_inventory_to_csv` должна делать следующее:

- обработать информацию из каждого файла с выводом `sh version`:
  - `sh_version_r1.txt`, `sh_version_r2.txt`, `sh_version_r3.txt`
- с помощью функции `parse_sh_version`, из каждого вывода должна быть получена информация `ios`, `image`, `uptime`

- из имени файла нужно получить имя хоста
- после этого вся информация должна быть записана в CSV файл

В файле routers\_inventory.csv должны быть такие столбцы: hostname, ios, image, uptime

В скрипте, с помощью модуля glob, создан список файлов, имя которых начинается на sh\_vers. вы можете раскомментировать строку print(sh\_version\_files), чтобы посмотреть содержимое списка.

Кроме того, создан список заголовков (headers), который должен быть записан в CSV.

```
import glob

sh_version_files = glob.glob('sh_ver*')
#print(sh_version_files)

headers = ['hostname', 'ios', 'image', 'uptime']
```

## Задание 17.2

Создать функцию parse\_sh\_cdp\_neighbors, которая обрабатывает вывод команды show cdp neighbors.

Функция ожидает, как аргумент, вывод команды одной строкой (не имя файла). Функция должна возвращать словарь, который описывает соединения между устройствами.

Например, если как аргумент был передан такой вывод:

R4>show cdp neighbors						
Device ID	Local Intrfce	Holdtme	Capability	Platform	Port ID	
R5	Fa 0/1	122	R S I	2811	Fa 0/1	
R6	Fa 0/2	143	R S I	2811	Fa 0/0	

Функция должна вернуть такой словарь:

```
{'R4': {'Fa 0/1': {'R5': 'Fa 0/1'},
         'Fa 0/2': {'R6': 'Fa 0/0'}}}
```

Интерфейсы должны быть записаны с пробелом. То есть, так Fa 0/0, а не так Fa0/0.

Проверить работу функции на содержимом файла sh\_cdp\_n\_sw1.txt

### Задание 17.2a

Создать функцию `generate_topology_from_cdp`, которая обрабатывает вывод команды `show cdp neighbor` из нескольких файлов и записывает итоговую топологию в один словарь.

Функция `generate_topology_from_cdp` должна быть создана с параметрами:

- `list_of_files` - список файлов из которых надо считать вывод команды `sh cdp neighbor`
- `save_to_filename` - имя файла в формате YAML, в который сохранится топология.
  - значение по умолчанию - `None`. По умолчанию, топология не сохраняется в файл
  - топология сохраняется только, если `save_to_filename` как аргумент указано имя файла

Функция должна возвращать словарь, который описывает соединения между устройствами, независимо от того сохраняется ли топология в файл.

Структура словаря должна быть такой:

```
{'R4': {'Fa 0/1': {'R5': 'Fa 0/1'},
         'Fa 0/2': {'R6': 'Fa 0/0'}},
 'R5': {'Fa 0/1': {'R4': 'Fa 0/1'}},
 'R6': {'Fa 0/0': {'R4': 'Fa 0/2'}}}
```

Интерфейсы должны быть записаны с пробелом. То есть, так `Fa 0/0`, а не так `Fa0/0`.

Проверить работу функции `generate_topology_from_cdp` на списке файлов:

- `sh_cdp_n_sw1.txt`
- `sh_cdp_n_r1.txt`
- `sh_cdp_n_r2.txt`
- `sh_cdp_n_r3.txt`
- `sh_cdp_n_r4.txt`
- `sh_cdp_n_r5.txt`
- `sh_cdp_n_r6.txt`

Проверить работу параметра `save_to_filename` и записать итоговый словарь в файл `topology.yaml`.

### Задание 17.2b

Создать функцию `transform_topology`, которая преобразует топологию в формат подходящий для функции `draw_topology`.

Функция ожидает как аргумент имя файла в формате YAML, в котором хранится топология.

Функция должна считать данные из YAML файла, преобразовать их соответственно, чтобы функция возвращала словарь такого вида:

```
{('R4', 'Fa 0/1'): ('R5', 'Fa 0/1'),
 ('R4', 'Fa 0/2'): ('R6', 'Fa 0/0')}
```

Функция `transform_topology` должна не только менять формат представления топологии, но и удалять дублирующиеся соединения (их лучше всего видно на схеме, которую генерирует `draw_topology`).

Проверить работу функции на файле `topology.yaml`. На основании полученного словаря надо сгенерировать изображение топологии с помощью функции `draw_topology`. Не копировать код функции `draw_topology`.

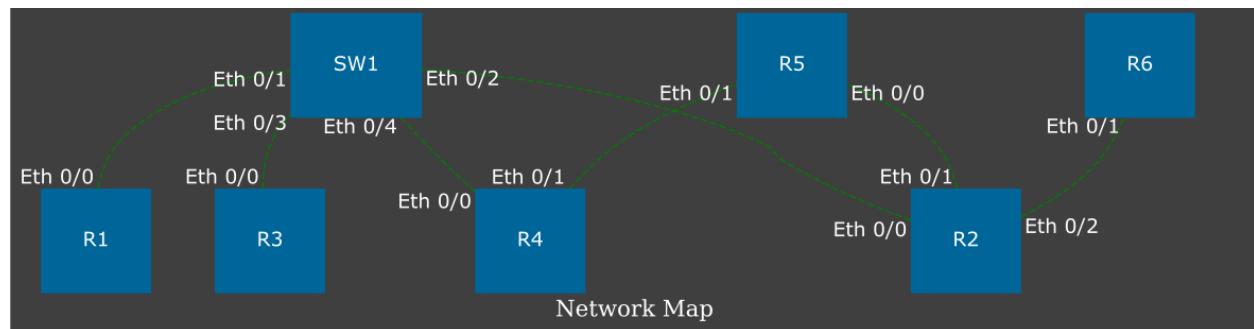
Результат должен выглядеть так же, как схема в файле `task_17_2b_topology.svg`

При этом:

- Интерфейсы должны быть записаны с пробелом Fa 0/0
- Расположение устройств на схеме может быть другим
- Соединения должны соответствовать схеме
- На схеме не должно быть дублирующихся линков

**Примечание:** Для выполнения этого задания, должен быть установлен graphviz: `apt-get install graphviz`

И модуль python для работы с graphviz: `pip install graphviz`



## 18. Работа с базами данных

Использование баз данных - это еще один способ хранения информации. Базы данных полезны не только в хранении информации. Используя СУБД, можно делать срезы информации по различным параметрам.

**База данных (БД)** - это данные, которые хранятся в соответствии с определенной схемой. В этой схеме каким-то образом описаны соотношения между данными.

**Язык БД (лингвистические средства)** - используется для описания структуры БД, управления данными (добавление, изменение, удаление, получение), управления правами доступа к БД и ее объектам, управления транзакциями.

**Система управления базами данных (СУБД)** - это программные средства, которые дают возможность управлять БД. СУБД должны поддерживать соответствующий язык (языки) для управления БД.

## SQL

**SQL (structured query language)** - используется для описания структуры БД, управления данными (добавление, изменение, удаление, получение), управления правами доступа к БД и ее объектам, управления транзакциями.

Язык SQL подразделяется на такие категории:

- DDL (Data Definition Language) - язык описания данных
- DML (Data Manipulation Language) - язык манипулирования данными
- DCL (Data Control Language) - язык определения доступа к данным
- TCL (Transaction Control Language) - язык управления транзакциями

В каждой категории есть свои операторы (перечислены не все операторы):

- DDL
  - CREATE - создание новой таблицы, СУБД, схемы
  - ALTER - изменение существующей таблицы, колонки
  - DROP - удаление существующих объектов из СУБД
- DML
  - SELECT - выбор данных
  - INSERT - добавление новых данных
  - UPDATE - обновление существующих данных
  - DELETE - удаление данных

- DCL
  - GRANT - предоставление пользователям разрешения на чтение/запись определенных объектов в СУБД
  - REVOKE - отзыв ранее предоставленных разрешений
- TCL
  - COMMIT - применение транзакции
  - ROLLBACK - откат всех изменений, сделанных в текущей транзакции

## SQL и Python

Для работы с реляционной СУБД в Python можно использовать два подхода:

- работать с библиотекой, которая соответствует конкретной СУБД, и использовать для работы с БД язык SQL. Например, для работы с SQLite используется модуль sqlite3
- работать с [ORM](#), которая использует объектно-ориентированный подход для работы с БД. Например, SQLAlchemy

## SQLite

[SQLite](#) — встраиваемая в процесс реализация SQL-машины. SQLite часто используется как встроенная СУБД в приложениях.

---

**Примечание:** Слово SQL-сервер здесь не используем, потому что таковой сервер там не нужен — весь функционал, который встраивается в SQLite-сервер, реализован внутри библиотеки (и, соответственно, внутри программы, которая её использует).

---

## SQLite CLI

В комплекте поставки SQLite идёт также утилита для работы с SQLite в командной строке. Утилита представлена в виде исполняемого файла sqlite3 (sqlite3.exe для Windows), и с ее помощью можно вручную выполнять команды SQL.

С помощью этой утилиты очень удобно проверять правильность команд SQL, а также в целом знакомиться с языком SQL.

Попробуем с помощью этой утилиты разобраться с базовыми командами SQL, которые понадобятся для работы с БД.

Для начала разберемся, как создавать БД.

---

**Примечание:** Если вы используете Linux или Mac OS, то, скорее всего, sqlite3 установлен. Если вы используете Windows, то можно скачать sqlite3 [тут](#).

---

Для того, чтобы создать БД (или открыть уже созданную), надо просто вызвать sqlite3 таким образом:

```
$ sqlite3 testDB.db
SQLite version 3.8.7.1 2014-10-29 13:59:56
Enter ".help" for usage hints.
sqlite>
```

Внутри sqlite3 можно выполнять команды SQL или так называемые метакоманды (или dot-команды).

К метакомандам относятся несколько специальных команд для работы с SQLite. Они относятся только к утилите sqlite3, а не к SQL языку. В конце этих команд ; ставить не нужно.

Примеры метакоманд:

- .help - подсказка со списком всех метакоманд
- .exit или .quit - выход из сессии sqlite3
- .databases - показывает присоединенные БД
- .tables - показывает доступные таблицы

Примеры выполнения:

```
sqlite> .help
.backup ?DB? FILE      Backup DB (default "main") to FILE
.bail ON|OFF            Stop after hitting an error. Default OFF
.databases              List names and files of attached databases
...
sqlite> .databases
seq  name      file
--- -----
0    main      /home/nata/py_for_ne/db/db_article/testDB.db
```

## litecli

У стандартного CLI-интерфейса SQLite есть несколько недостатков:

- нет автодополнения команд
- нет подсказок

- не всегда отображается все содержимое столбца

Все эти недостатки исправлены в litecli. Поэтому лучше использовать его.

Установка litecli:

```
$ pip install litecli
```

Открыть базу данных в litecli:

```
$ litecli example.db
Version: 1.0.0
Mail: https://groups.google.com/forum/#!forum/litecli-users
Github: https://github.com/dbcli/litecli
example.db>
```

## Основы SQL (в sqlite3 CLI)

В этом разделе рассматривается синтаксис языка SQL.

Если вы знакомы с базовым синтаксисом SQL, этот раздел можно пропустить и сразу перейти к разделу [Модуль sqlite3](#)

### CREATE

Оператор CREATE позволяет создавать таблицы.

Сначала подключимся к базе данных или создадим ее с помощью litecli:

```
$ litecli new_db.db
Version: 1.0.0
Mail: https://groups.google.com/forum/#!forum/litecli-users
Github: https://github.com/dbcli/litecli
new_db.db>
```

Создадим таблицу switch, в которой хранится информация о коммутаторах:

```
new_db.db> create table switch (mac text not NULL primary key, hostname text,
→model text, location text);
Query OK, 0 rows affected
Time: 0.010s
```

В данном примере мы описали таблицу switch: определили, какие поля будут в таблице, и значения какого типа будут в них находиться.

Кроме того, поле mac является первичным ключом. Это автоматически значит, что:

- поле должно быть уникальным
- в нём не может находиться значение NULL (в SQLite это надо задавать явно)

В этом примере это вполне логично, так как MAC-адрес должен быть уникальным.

На данный момент записей в таблице нет, есть только ее определение. Просмотреть определение можно такой командой:

```
new_db.db> .schema switch
+-----+
| sql
+-----+
| CREATE TABLE switch (mac text not NULL primary key, hostname text, model text, location text) |
+-----+
Time: 0.037s
```

## DROP

Оператор DROP удаляет таблицу вместе со схемой и всеми данными.

Удалить таблицу можно так:

```
new_db.db> DROP table switch;
You're about to run a destructive command.
Do you want to proceed? (y/n): y
Your call!
Query OK, 0 rows affected
Time: 0.009s
```

## INSERT

Оператор INSERT используется для добавления данных в таблицу.

---

**Примечание:** Если таблица была удалена на предыдущем шаге, надо ее создать:

```
new_db.db> create table switch (mac text not NULL primary key, hostname text, model text, location text);
Query OK, 0 rows affected
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

Time: 0.010s

Есть несколько вариантов добавления записей, в зависимости от того, все ли поля будут заполнены, и будут ли они идти по порядку определения полей или нет.

Если указываются значения для всех полей, добавить запись можно таким образом (порядок полей должен соблюдаться):

```
new_db.db> INSERT into switch values ('0010.A1AA.C1CC', 'sw1', 'Cisco 3750',
→'London, Green Str');
Query OK, 1 row affected
Time: 0.008s
```

Если нужно указать не все поля или указать их в произвольном порядке, используется такая запись:

```
new_db.db> INSERT into switch (mac, model, location, hostname) values ('0020.A2AA.
→C2CC', 'Cisco 3850', 'London, Green Str', 'sw2');
Query OK, 1 row affected
Time: 0.009s
```

## SELECT

Оператор SELECT позволяет запрашивать информацию в таблице.

Например:

```
new_db.db> SELECT * from switch;
+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model    | location   |
+-----+-----+-----+-----+
| 0010.A1AA.C1CC | sw1      | Cisco 3750 | London, Green Str |
| 0020.A2AA.C2CC | sw2      | Cisco 3850 | London, Green Str |
+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set
Time: 0.033s
```

SELECT \* означает, что нужно вывести все поля таблицы. Следом указывается, из какой таблицы запрашиваются данные: from switch.

Таким образом можно указывать конкретные столбцы, которые нужно вывести и в каком порядке:

```
new_db.db> SELECT hostname, mac, model from switch;
+-----+-----+-----+
| hostname | mac           | model      |
+-----+-----+-----+
| sw1      | 0010.A1AA.C1CC | Cisco 3750 |
| sw2      | 0020.A2AA.C2CC | Cisco 3850 |
+-----+-----+-----+
2 rows in set
Time: 0.033s
```

## WHERE

Оператор WHERE используется для уточнения запроса. С помощью этого оператора можно указывать определенные условия, по которым отбираются данные. Если условие выполнено, возвращается соответствующее значение из таблицы, если нет - не возвращается.

Сейчас в таблице switch всего две записи:

```
new_db.db> SELECT * from switch;
+-----+-----+-----+-----+
| mac       | hostname | model     | location   |
+-----+-----+-----+-----+
| 0010.A1AA.C1CC | sw1      | Cisco 3750 | London, Green Str |
| 0020.A2AA.C2CC | sw2      | Cisco 3850 | London, Green Str |
+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set
Time: 0.033s
```

Чтобы в таблице было больше записей, надо создать еще несколько строк. В litecli есть команда source, которая позволяет загружать команды SQL из файла.

Для добавления записей заготовлен файл add\_rows\_to\_testdb.txt:

```
INSERT into switch values ('0030.A3AA.C1CC', 'sw3', 'Cisco 3750', 'London, Green Str');
INSERT into switch values ('0040.A4AA.C2CC', 'sw4', 'Cisco 3850', 'London, Green Str');
INSERT into switch values ('0050.A5AA.C3CC', 'sw5', 'Cisco 3850', 'London, Green Str');
INSERT into switch values ('0060.A6AA.C4CC', 'sw6', 'Cisco 3750', 'London, Green Str');
INSERT into switch values ('0070.A7AA.C5CC', 'sw7', 'Cisco 3650', 'London, Green Str');
```

Для загрузки команд из файла надо выполнить команду:

```
new_db.db> source add_rows_to_testdb.txt
Query OK, 1 row affected
Time: 0.023s

Query OK, 1 row affected
Time: 0.002s

Query OK, 1 row affected
Time: 0.003s

Query OK, 1 row affected
Time: 0.002s

Query OK, 1 row affected
Time: 0.002s
```

Теперь таблица switch выглядит так:

```
new_db.db> SELECT * from switch;
+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model    | location   |
+-----+-----+-----+-----+
| 0010.A1AA.C1CC | sw1      | Cisco 3750 | London, Green Str |
| 0020.A2AA.C2CC | sw2      | Cisco 3850 | London, Green Str |
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3750 | London, Green Str |
| 0040.A4AA.C2CC | sw4      | Cisco 3850 | London, Green Str |
| 0050.A5AA.C3CC | sw5      | Cisco 3850 | London, Green Str |
| 0060.A6AA.C4CC | sw6      | C3750     | London, Green Str |
| 0070.A7AA.C5CC | sw7      | Cisco 3650 | London, Green Str |
+-----+-----+-----+-----+
7 rows in set
Time: 0.040s
```

С помощью оператора WHERE можно показать только те коммутаторы, модель которых 3850:

```
new_db.db> SELECT * from switch WHERE model = 'Cisco 3850';
+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model    | location   |
+-----+-----+-----+-----+
| 0020.A2AA.C2CC | sw2      | Cisco 3850 | London, Green Str |
| 0040.A4AA.C2CC | sw4      | Cisco 3850 | London, Green Str |
| 0050.A5AA.C3CC | sw5      | Cisco 3850 | London, Green Str |
+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

Time: 0.033s

Оператор WHERE позволяет указывать не только конкретное значение поля. Если добавить к нему оператор LIKE, можно указывать шаблон поля.

LIKE с помощью символов \_ и % указывает, на что должно быть похоже значение:

- \_ - обозначает один символ или число
- % - обозначает ноль, один или много символов

Например, если поле model записано в разном формате, с помощью предыдущего запроса не получится вывести нужные коммутаторы.

Например, у коммутатора sw6 поле model записано в таком формате: C3750, а у коммутаторов sw1 и sw3 в таком: Cisco 3750.

В таком варианте запрос с оператором WHERE не покажет sw6:

```
new_db.db> SELECT * from switch WHERE model = 'Cisco 3750';
+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model      | location    |
+-----+-----+-----+-----+
| 0010.A1AA.C1CC | sw1      | Cisco 3750 | London, Green Str |
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3750 | London, Green Str |
+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set
Time: 0.037s
```

Если вместе с оператором WHERE использовать оператор LIKE:

```
new_db.db> SELECT * from switch WHERE model LIKE '%3750';
+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model      | location    |
+-----+-----+-----+-----+
| 0010.A1AA.C1CC | sw1      | Cisco 3750 | London, Green Str |
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3750 | London, Green Str |
| 0060.A6AA.C4CC | sw6      | C3750      | London, Green Str |
+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set
Time: 0.040s
```

## ALTER

Оператор ALTER позволяет менять существующую таблицу: добавлять новые колонки или переименовывать таблицу.

Добавим в таблицу новые поля:

- mngmt\_ip - IP-адрес коммутатора в менеджмент VLAN
- mngmt\_vid - VLAN ID (номер VLAN) для менеджмент VLAN

Добавление записей с помощью команды ALTER:

```
new_db.db> ALTER table switch ADD COLUMN mngmt_ip text;
You're about to run a destructive command.
Do you want to proceed? (y/n): y
Your call!
Query OK, 0 rows affected
Time: 0.009s

new_db.db> ALTER table switch ADD COLUMN mngmt_vid integer;
You're about to run a destructive command.
Do you want to proceed? (y/n): y
Your call!
Query OK, 0 rows affected
Time: 0.010s
```

Теперь таблица выглядит так (новые поля установлены в значение NULL):

mac	hostname	model	location	mngmt_ip	mngmt_vid
0010.A1AA.C1CC	sw1	Cisco 3750	London, Green Str	<null>	<null>
0020.A2AA.C2CC	sw2	Cisco 3850	London, Green Str	<null>	<null>
0030.A3AA.C1CC	sw3	Cisco 3750	London, Green Str	<null>	<null>
0040.A4AA.C2CC	sw4	Cisco 3850	London, Green Str	<null>	<null>
0050.A5AA.C3CC	sw5	Cisco 3850	London, Green Str	<null>	<null>
0060.A6AA.C4CC	sw6	C3750	London, Green Str	<null>	<null>
0070.A7AA.C5CC	sw7	Cisco 3650	London, Green Str	<null>	<null>

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
7 rows in set
Time: 0.034s
```

## UPDATE

Оператор UPDATE используется для изменения существующей записи таблицы.

Обычно, UPDATE используется вместе с оператором WHERE, чтобы уточнить, какую именно запись необходимо изменить.

С помощью UPDATE можно заполнить новые столбцы в таблице.

Например, добавить IP-адрес для коммутатора sw1:

```
new_db.db> UPDATE switch set mngmt_ip = '10.255.1.1' WHERE hostname = 'sw1';
Query OK, 1 row affected
Time: 0.009s
```

Теперь таблица выглядит так:

```
new_db.db> SELECT * from switch;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| mac           | hostname | model      | location       | mngmt_ip    | mngmt_
| vid          |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0010.A1AA.C1CC | sw1       | Cisco 3750 | London, Green Str | 10.255.1.1 | <null>
|             |
| 0020.A2AA.C2CC | sw2       | Cisco 3850 | London, Green Str | <null>   | <null>
|             |
| 0030.A3AA.C1CC | sw3       | Cisco 3750 | London, Green Str | <null>   | <null>
|             |
| 0040.A4AA.C2CC | sw4       | Cisco 3850 | London, Green Str | <null>   | <null>
|             |
| 0050.A5AA.C3CC | sw5       | Cisco 3850 | London, Green Str | <null>   | <null>
|             |
| 0060.A6AA.C4CC | sw6       | C3750      | London, Green Str | <null>   | <null>
|             |
| 0070.A7AA.C5CC | sw7       | Cisco 3650 | London, Green Str | <null>   | <null>
|             |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 7 rows in set
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

Time: 0.035s

Аналогичным образом можно изменить и номер VLAN:

```
new_db.db> UPDATE switch set mngmt_vid = 255 WHERE hostname = 'sw1';
Query OK, 1 row affected
Time: 0.009s

new_db.db> SELECT * from switch;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model      | location      | mngmt_ip   | mngmt_-
| vid      |           |            |              |             | _vid
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0010.A1AA.C1CC | sw1      | Cisco 3750 | London, Green Str | 10.255.1.1 | 255
| 0020.A2AA.C2CC | sw2      | Cisco 3850 | London, Green Str | <null>    | <null>
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3750 | London, Green Str | <null>    | <null>
| 0040.A4AA.C2CC | sw4      | Cisco 3850 | London, Green Str | <null>    | <null>
| 0050.A5AA.C3CC | sw5      | Cisco 3850 | London, Green Str | <null>    | <null>
| 0060.A6AA.C4CC | sw6      | C3750      | London, Green Str | <null>    | <null>
| 0070.A7AA.C5CC | sw7      | Cisco 3650 | London, Green Str | <null>    | <null>
+-----+-----+-----+-----+-----+
7 rows in set
Time: 0.037s
```

Можно изменить несколько полей за раз:

```
new_db.db> UPDATE switch set mngmt_ip = '10.255.1.2', mngmt_vid = 255 WHERE
| hostname = 'sw2'
Query OK, 1 row affected
Time: 0.009s
```

```
new_db.db> SELECT * from switch;
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)					
mac ↳ vid	hostname   model   location   mngmt_ip   mngmt_				
0010.A1AA.C1CC   sw1   Cisco 3750   London, Green Str   10.255.1.1   255 ↳					
0020.A2AA.C2CC   sw2   Cisco 3850   London, Green Str   10.255.1.2   255 ↳					
0030.A3AA.C1CC   sw3   Cisco 3750   London, Green Str   <null>   <null>					
0040.A4AA.C2CC   sw4   Cisco 3850   London, Green Str   <null>   <null>					
0050.A5AA.C3CC   sw5   Cisco 3850   London, Green Str   <null>   <null>					
0060.A6AA.C4CC   sw6   C3750   London, Green Str   <null>   <null>					
0070.A7AA.C5CC   sw7   Cisco 3650   London, Green Str   <null>   <null>					

7 rows in set  
Time: 0.033s

Чтобы не заполнять поля mngmt\_ip и mngmt\_vid вручную, заполним остальное из файла update\_fields\_in\_testdb.txt (команда source update\_fields\_in\_testdb.txt):

```
UPDATE switch set mngmt_ip = '10.255.1.3', mngmt_vid = 255 WHERE hostname = 'sw3';
UPDATE switch set mngmt_ip = '10.255.1.4', mngmt_vid = 255 WHERE hostname = 'sw4';
UPDATE switch set mngmt_ip = '10.255.1.5', mngmt_vid = 255 WHERE hostname = 'sw5';
UPDATE switch set mngmt_ip = '10.255.1.6', mngmt_vid = 255 WHERE hostname = 'sw6';
UPDATE switch set mngmt_ip = '10.255.1.7', mngmt_vid = 255 WHERE hostname = 'sw7';
```

После загрузки команд таблица выглядит так:

new_db.db> SELECT * from switch;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
mac ↳ vid
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
0010.A1AA.C1CC   sw1   Cisco 3750   London, Green Str   10.255.1.1   255 ↳
0020.A2AA.C2CC   sw2   Cisco 3850   London, Green Str   10.255.1.2   255 ↳
0030.A3AA.C1CC   sw3   Cisco 3750   London, Green Str   <null>   <null>
0040.A4AA.C2CC   sw4   Cisco 3850   London, Green Str   <null>   <null>
0050.A5AA.C3CC   sw5   Cisco 3850   London, Green Str   <null>   <null>
0060.A6AA.C4CC   sw6   C3750   London, Green Str   <null>   <null>
0070.A7AA.C5CC   sw7   Cisco 3650   London, Green Str   <null>   <null>

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)						
0020.A2AA.C2CC   sw2   Cisco 3850   London, Green Str   10.255.1.2   255   ↵						
0030.A3AA.C1CC   sw3   Cisco 3750   London, Green Str   10.255.1.3   255   ↵						
0040.A4AA.C2CC   sw4   Cisco 3850   London, Green Str   10.255.1.4   255   ↵						
0050.A5AA.C3CC   sw5   Cisco 3850   London, Green Str   10.255.1.5   255   ↵						
0060.A6AA.C4CC   sw6   C3750   London, Green Str   10.255.1.6   255   ↵						
0070.A7AA.C5CC   sw7   Cisco 3650   London, Green Str   10.255.1.7   255   ↵						

Теперь предположим, что sw1 был заменен с модели 3750 на модель 3850. Соответственно, изменилось не только поле модель, но и поле MAC-адрес.

## Внесение изменений:

```
new_db.db> UPDATE switch set model = 'Cisco 3850', mac = '0010.D1DD.E1EE' WHERE
→hostname = 'sw1';
Query OK, 1 row affected
Time: 0.009s
```

Результат будет таким:

```
new_db.db> SELECT * from switch;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model      | location      | mngmt_ip    | mngmt_
+-----+-----+-----+-----+-----+
| vid |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0010.D1DD.E1EE | sw1      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.1 | 255
| 0020.A2AA.C2CC | sw2      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.2 | 255
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3750 | London, Green Str | 10.255.1.3 | 255
| 0040.A4AA.C2CC | sw4      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.4 | 255
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
| 0050.A5AA.C3CC | sw5      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.5 | 255 |
| 0060.A6AA.C4CC | sw6      | C3750     | London, Green Str | 10.255.1.6 | 255 |
| 0070.A7AA.C5CC | sw7      | Cisco 3650 | London, Green Str | 10.255.1.7 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
7 rows in set
Time: 0.049s
```

## REPLACE

Оператор REPLACE используется для добавления или замены данных в таблице.

**Примечание:** Оператор REPLACE может поддерживаться не во всех СУБД.

Когда возникает нарушение условия уникальности поля, выражение с оператором REPLACE:

- удаляет существующую строку, которая вызвала нарушение
- добавляет новую строку

Пример нарушения правила уникальности:

```
new_db.db> INSERT INTO switch VALUES ('0030.A3AA.C1CC', 'sw3', 'Cisco 3850',
                                         'London, Green Str', '10.255.1.3', 255);
UNIQUE constraint failed: switch.mac
```

У выражения REPLACE есть два вида:

```
new_db.db> INSERT OR REPLACE INTO switch VALUES ('0030.A3AA.C1CC', 'sw3', 'Cisco 3850',
                                                 'London, Green Str', '10.255.1.3', 255);
Query OK, 1 row affected
Time: 0.010s
```

Или более короткий вариант:

```
new_db.db> REPLACE INTO switch VALUES ('0030.A3AA.C1CC', 'sw3', 'Cisco 3850',
                                         'London, Green Str', '10.255.1.3', 255);
Query OK, 1 row affected
Time: 0.009s
```

Результатом любой из этих команд будет замена модели коммутатора sw3:

```
new_db.db> SELECT * from switch;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model      | location      | mngmt_ip    | mngmt_
| vid      |          |           |             |             |             |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0010.D1DD.E1EE | sw1      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.1 | 255 |
| 0020.A2AA.C2CC | sw2      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.2 | 255 |
| 0040.A4AA.C2CC | sw4      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.4 | 255 |
| 0050.A5AA.C3CC | sw5      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.5 | 255 |
| 0060.A6AA.C4CC | sw6      | C3750      | London, Green Str | 10.255.1.6 | 255 |
| 0070.A7AA.C5CC | sw7      | Cisco 3650 | London, Green Str | 10.255.1.7 | 255 |
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.3 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
```

В данном случае MAC-адрес в новой записи совпадает с уже существующей, поэтому происходит замена.

**Примечание:** Если были указаны не все поля, в новой записи будут только те поля, которые были указаны. Это связано с тем, что REPLACE сначала удаляет существующую запись.

При добавлении записи, для которой не возникает нарушения уникальности поля, REPLACE работает как обычный INSERT:

```
new_db.db> REPLACE INTO switch VALUES ('0080.A8AA.C8CC', 'sw8', 'Cisco 3850',
+                                         'London, Green Str', '10.255.1.8', 255);
Query OK, 1 row affected
Time: 0.009s
```

```
new_db.db> SELECT * from switch;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model      | location      | mngmt_ip    | mngmt_
| vid      |          |           |             |             |             |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0010.D1DD.E1EE | sw1      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.1 | 255 |
| 0020.A2AA.C2CC | sw2      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.2 | 255 |
| 0040.A4AA.C2CC | sw4      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.4 | 255 |
| 0050.A5AA.C3CC | sw5      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.5 | 255 |
| 0060.A6AA.C4CC | sw6      | C3750      | London, Green Str | 10.255.1.6 | 255 |
| 0070.A7AA.C5CC | sw7      | Cisco 3650 | London, Green Str | 10.255.1.7 | 255 |
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.3 | 255 |
| 0080.A8AA.C8CC | sw8      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.8 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

mac	hostname	model	location	mngmt_ip	mngmt_
0010.D1DD.E1EE	sw1	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.1	255
0020.A2AA.C2CC	sw2	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.2	255
0040.A4AA.C2CC	sw4	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.4	255
0050.A5AA.C3CC	sw5	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.5	255
0060.A6AA.C4CC	sw6	C3750	London, Green Str	10.255.1.6	255
0070.A7AA.C5CC	sw7	Cisco 3650	London, Green Str	10.255.1.7	255
0030.A3AA.C1CC	sw3	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.3	255
0080.A8AA.C8CC	sw8	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.8	255

8 rows in set  
Time: 0.034s

## DELETE

Оператор DELETE используется для удаления записей. Как правило, он используется вместе с оператором WHERE.

Например, таблица switch выглядит так:

new_db.db> SELECT * from switch;					
mac	hostname	model	location	mngmt_ip	mngmt_
0010.D1DD.E1EE	sw1	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.1	255
0020.A2AA.C2CC	sw2	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.2	255
0040.A4AA.C2CC	sw4	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.4	255

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)					
0050.A5AA.C3CC   sw5	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.5	255	↵
0060.A6AA.C4CC   sw6	C3750	London, Green Str	10.255.1.6	255	↵
0070.A7AA.C5CC   sw7	Cisco 3650	London, Green Str	10.255.1.7	255	↵
0030.A3AA.C1CC   sw3	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.3	255	↵
0080.A8AA.C8CC   sw8	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.8	255	↵
8 rows in set					
Time: 0.033s					

Удаление информации про коммутатор sw8 выполняется таким образом:

```
new_db.db> DELETE from switch where hostname = 'sw8';
You're about to run a destructive command.
Do you want to proceed? (y/n): y
Your call!
Query OK, 1 row affected
Time: 0.008s
```

Теперь в таблице нет строки с коммутатором sw8:

new_db.db> SELECT * <b>from switch</b> ;					
mac	hostname	model	location	mngmt_ip	mngmt_
↵vid					
0010.D1DD.E1EE   sw1	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.1	255	↵
↵					
0020.A2AA.C2CC   sw2	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.2	255	↵
↵					
0040.A4AA.C2CC   sw4	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.4	255	↵
↵					
0050.A5AA.C3CC   sw5	Cisco 3850	London, Green Str	10.255.1.5	255	↵
↵					
0060.A6AA.C4CC   sw6	C3750	London, Green Str	10.255.1.6	255	↵
↵					

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
| 0070.A7AA.C5CC | sw7      | Cisco 3650 | London, Green Str | 10.255.1.7 | 255 |
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.3 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
7 rows in set
Time: 0.039s
```

## ORDER BY

Оператор ORDER BY используется для сортировки вывода по определенному полю, по возрастанию или убыванию. Для этого он добавляется к оператору SELECT.

Если выполнить простой запрос SELECT, вывод будет таким:

```
new_db.db> SELECT * from switch;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| mac           | hostname | model       | location        | mngmt_ip     | mngmt_
| vid          |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0010.D1DD.E1EE | sw1      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.1 | 255 |
| 0020.A2AA.C2CC | sw2      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.2 | 255 |
| 0040.A4AA.C2CC | sw4      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.4 | 255 |
| 0050.A5AA.C3CC | sw5      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.5 | 255 |
| 0060.A6AA.C4CC | sw6      | C3750       | London, Green Str | 10.255.1.6 | 255 |
| 0070.A7AA.C5CC | sw7      | Cisco 3650 | London, Green Str | 10.255.1.7 | 255 |
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.3 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
7 rows in set
Time: 0.039s
```

С помощью оператора ORDER BY можно вывести записи в таблице switch, отсортировав их по

имени коммутаторов:

```
new_db.db> SELECT * from switch ORDER BY hostname ASC;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model     | location      | mngmt_ip   | mngmt_
| vid      |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0010.D1DD.E1EE | sw1      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.1 | 255
| 0020.A2AA.C2CC | sw2      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.2 | 255
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.3 | 255
| 0040.A4AA.C2CC | sw4      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.4 | 255
| 0050.A5AA.C3CC | sw5      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.5 | 255
| 0060.A6AA.C4CC | sw6      | C3750      | London, Green Str | 10.255.1.6 | 255
| 0070.A7AA.C5CC | sw7      | Cisco 3650 | London, Green Str | 10.255.1.7 | 255
+-----+-----+-----+-----+-----+
7 rows in set
Time: 0.034s
```

По умолчанию сортировка выполняется по возрастанию, поэтому в запросе можно было не указывать параметр ASC:

```
new_db.db> SELECT * from switch ORDER BY hostname;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model     | location      | mngmt_ip   | mngmt_
| vid      |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0010.D1DD.E1EE | sw1      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.1 | 255
| 0020.A2AA.C2CC | sw2      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.2 | 255
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.3 | 255
+-----+-----+-----+-----+-----+
```

(continues on next page)

```
(продолжение с предыдущей страницы)
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0040.A4AA.C2CC | sw4      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.4 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0050.A5AA.C3CC | sw5      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.5 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0060.A6AA.C4CC | sw6      | C3750     | London, Green Str | 10.255.1.6 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0070.A7AA.C5CC | sw7      | Cisco 3650 | London, Green Str | 10.255.1.7 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+
7 rows in set
Time: 0.034s
```

Сортировка по IP-адресу по убыванию:

```
SELECT * from switch ORDER BY mngmt_ip DESC;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| mac          | hostname | model       | location        | mngmt_ip    | mngmt_ |
| vid          |          |             |                |             |           |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0070.A7AA.C5CC | sw7      | Cisco 3650 | London, Green Str | 10.255.1.7 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0060.A6AA.C4CC | sw6      | C3750     | London, Green Str | 10.255.1.6 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0050.A5AA.C3CC | sw5      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.5 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0040.A4AA.C2CC | sw4      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.4 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.3 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0020.A2AA.C2CC | sw2      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.2 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0010.D1DD.E1EE | sw1      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.1 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+
7 rows in set
Time: 0.034s
```

## AND

Оператор AND позволяет группировать несколько условий:

```
new_db.db> select * from switch where model = 'Cisco 3850' and mngmt_ip LIKE '10.
˓→255.%';
+-----+-----+-----+-----+-----+
| mac | hostname | model | location | mngmt_ip | mngmt_
˓→vid |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0010.D1DD.E1EE | sw1 | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.1 | 255
˓→ |
| 0020.A2AA.C2CC | sw2 | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.2 | 255
˓→ |
| 0040.A4AA.C2CC | sw4 | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.4 | 255
˓→ |
| 0050.A5AA.C3CC | sw5 | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.5 | 255
˓→ |
| 0030.A3AA.C1CC | sw3 | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.3 | 255
˓→ |
+-----+-----+-----+-----+-----+
˓→+
5 rows in set
Time: 0.034s
```

## OR

Оператор OR:

```
new_db.db> select * from switch where model LIKE '%3750' or model LIKE '%3850';
+-----+-----+-----+-----+-----+
| mac | hostname | model | location | mngmt_ip | mngmt_
˓→vid |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0010.D1DD.E1EE | sw1 | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.1 | 255
˓→ |
| 0020.A2AA.C2CC | sw2 | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.2 | 255
˓→ |
| 0040.A4AA.C2CC | sw4 | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.4 | 255
˓→ |
+-----+-----+-----+-----+-----+
˓→+
(continues on next page)
```

(продолжение с предыдущей страницы)

```
| 0050.A5AA.C3CC | sw5      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.5 | 255 |
| 0060.A6AA.C4CC | sw6      | C3750     | London, Green Str | 10.255.1.6 | 255 |
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.3 | 255 |
+-----+
6 rows in set
Time: 0.046s
```

## IN

Оператор IN:

```
new_db.db> select * from switch where model in ('Cisco 3750', 'C3750');
+-----+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model   | location | mngmt_ip | mngmt_vid |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0060.A6AA.C4CC | sw6      | C3750   | London, Green Str | 10.255.1.6 | 255
+-----+-----+-----+-----+-----+
1 row in set
Time: 0.034s
```

## NOT

Оператор NOT:

```
new_db.db> select * from switch where model not in ('Cisco 3750', 'C3750');
+-----+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model   | location | mngmt_ip | mngmt_
| vid |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0010.D1DD.E1EE | sw1      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.1 | 255
| vid |
| 0020.A2AA.C2CC | sw2      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.2 | 255
| vid |
| 0040.A4AA.C2CC | sw4      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.4 | 255
| vid |
```

(continues on next page)

```
(продолжение с предыдущей страницы)
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0050.A5AA.C3CC | sw5      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.5 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0070.A7AA.C5CC | sw7      | Cisco 3650 | London, Green Str | 10.255.1.7 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0030.A3AA.C1CC | sw3      | Cisco 3850 | London, Green Str | 10.255.1.3 | 255 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+
6 rows in set
Time: 0.037s
```

## Модуль sqlite3

Для работы с SQLite в Python используется модуль sqlite3.

Объект **Connection** - это подключение к конкретной БД. Можно сказать, что этот объект представляет БД.

Пример создания подключения:

```
import sqlite3

connection = sqlite3.connect('dhcp_snooping.db')
```

После создания соединения надо создать объект Cursor - это основной способ работы с БД.

Создается курсор из соединения с БД:

```
connection = sqlite3.connect('dhcp_snooping.db')
cursor = connection.cursor()
```

## Выполнение команд SQL

Для выполнения команд SQL в модуле есть несколько методов:

- `execute()` - метод для выполнения одного выражения SQL
- `executemany()` - метод позволяет выполнить одно выражение SQL для последовательности параметров (или для итератора)
- `executescript()` - метод позволяет выполнить несколько выражений SQL за один раз

## Метод execute

Метод execute позволяет выполнить одну команду SQL.

Сначала надо создать соединение и курсор:

```
In [1]: import sqlite3  
  
In [2]: connection = sqlite3.connect('sw_inventory.db')  
  
In [3]: cursor = connection.cursor()
```

Создание таблицы switch с помощью метода execute:

```
In [4]: cursor.execute("create table switch (mac text not NULL primary key,  
    ↪hostname text, model text, location text)")  
Out[4]: <sqlite3.Cursor at 0x1085be880>
```

Выражения SQL могут быть параметризованы - вместо данных можно подставлять специальные значения. За счет этого можно использовать одну и ту же команду SQL для передачи разных данных.

Например, таблицу switch нужно заполнить данными из списка data:

```
In [5]: data = [  
    ...: ('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),  
    ...: ('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),  
    ...: ('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),  
    ...: ('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
```

Для этого можно использовать запрос вида:

```
In [6]: query = "INSERT into switch values (?, ?, ?, ?)"
```

Знаки вопроса в команде используются для подстановки данных, которые будут передаваться методу execute.

Теперь можно передать данные таким образом:

```
In [7]: for row in data:  
    ...:     cursor.execute(query, row)  
    ...:
```

Второй аргумент, который передается методу execute, должен быть кортежем. Если нужно передать кортеж с одним элементом, используется запись (value, ).

Чтобы изменения были применены, нужно выполнить commit (обратите внимание, что метод commit вызывается у соединения):

```
In [8]: connection.commit()
```

Теперь при запросе из командной строки sqlite3, можно увидеть эти строки в таблице switch:

```
$ litecli sw_inventory.db
Version: 1.0.0
Mail: https://groups.google.com/forum/#!forum/litecli-users
Github: https://github.com/dbcli/litecli
sw_inventory.db> SELECT * from switch;
+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model     | location   |
+-----+-----+-----+-----+
| 0000.AAAA.CCCC | sw1      | Cisco 3750 | London, Green Str |
| 0000.BBBB.CCCC | sw2      | Cisco 3780 | London, Green Str |
| 0000.AAAA.DDDD | sw3      | Cisco 2960 | London, Green Str |
| 0011.AAAA.CCCC | sw4      | Cisco 3750 | London, Green Str |
+-----+-----+-----+-----+
4 rows in set
Time: 0.039s
sw_inventory.db>
```

## Метод executemany

Метод executemany позволяет выполнить одну команду SQL для последовательности параметров (или для итератора).

С помощью метода executemany в таблицу switch можно добавить аналогичный список данных одной командой.

Например, в таблицу switch надо добавить данные из списка data2:

```
In [9]: data2 = [
    ...: ('0000.1111.0001', 'sw5', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
    ...: ('0000.1111.0002', 'sw6', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
    ...: ('0000.1111.0003', 'sw7', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
    ...: ('0000.1111.0004', 'sw8', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
```

Для этого нужно использовать аналогичный запрос вида:

```
In [10]: query = "INSERT into switch values (?, ?, ?, ?, ?)"
```

Теперь можно передать данные методу executemany:

```
In [11]: cursor.executemany(query, data2)
Out[11]: <sqlite3.Cursor at 0x10ee5e810>
```

```
In [12]: connection.commit()
```

После выполнения commit данные доступны в таблице:

```
$ litecli sw_inventory.db
Version: 1.0.0
Mail: https://groups.google.com/forum/#!forum/litecli-users
Github: https://github.com/dbcli/litecli
sw_inventory.db> SELECT * from switch;
+-----+-----+-----+-----+
| mac      | hostname | model    | location   |
+-----+-----+-----+-----+
| 0000.AAAA.CCCC | sw1      | Cisco 3750 | London, Green Str |
| 0000.BBBB.CCCC | sw2      | Cisco 3780 | London, Green Str |
| 0000.AAAA.DDDD | sw3      | Cisco 2960 | London, Green Str |
| 0011.AAAA.CCCC | sw4      | Cisco 3750 | London, Green Str |
| 0000.1111.0001 | sw5      | Cisco 3750 | London, Green Str |
| 0000.1111.0002 | sw6      | Cisco 3750 | London, Green Str |
| 0000.1111.0003 | sw7      | Cisco 3750 | London, Green Str |
| 0000.1111.0004 | sw8      | Cisco 3750 | London, Green Str |
+-----+-----+-----+-----+
8 rows in set
Time: 0.034s
```

Метод executemany подставил соответствующие кортежи в команду SQL, и все данные добавились в таблицу.

## Метод executescript

Метод executescript позволяет выполнить несколько выражений SQL за один раз.

Особенно удобно использовать этот метод при создании таблиц:

```
In [13]: connection = sqlite3.connect('new_db.db')

In [14]: cursor = connection.cursor()

In [15]: cursor.executescript('''
...:     create table switches(
...:         hostname    text not NULL primary key,
...:         location    text
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

...:     );
...:
...:     create table dhcp(
...:         mac          text not NULL primary key,
...:         ip           text,
...:         vlan         text,
...:         interface    text,
...:         switch       text not null references switches(hostname)
...:     );
...: '')
Out[15]: <sqlite3.Cursor at 0x10efd67a0>

```

## Получение результатов запроса

Для получения результатов запроса в sqlite3 есть несколько способов:

- использование методов `fetch...()` - в зависимости от метода возвращаются одна, несколько или все строки
- использование курсора как итератора - возвращается итератор

### Метод `fetchone`

Метод `fetchone` возвращает одну строку данных.

Пример получения информации из базы данных `sw_inventory.db`:

```

In [16]: import sqlite3

In [17]: connection = sqlite3.connect('sw_inventory.db')

In [18]: cursor = connection.cursor()

In [19]: cursor.execute('select * from switch')
Out[19]: <sqlite3.Cursor at 0x104eda810>

In [20]: cursor.fetchone()
Out[20]: ('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')

```

Обратите внимание, что хотя запрос SQL подразумевает, что запрашивалось всё содержимое таблицы, метод `fetchone` вернёт только одну строку.

Если повторно вызвать метод, он вернет следующую строку:

```
In [21]: print(cursor.fetchone())
('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str')
```

Аналогичным образом метод будет возвращать следующие строки. После обработки всех строк метод начинает возвращать None.

За счет этого метод можно использовать в цикле, например, так:

```
In [22]: cursor.execute('select * from switch')
Out[22]: <sqlite3.Cursor at 0x104eda810>

In [23]: while True:
...:     next_row = cursor.fetchone()
...:     if next_row:
...:         print(next_row)
...:     else:
...:         break
...
('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str')
('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str')
('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.1111.0001', 'sw5', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.1111.0002', 'sw6', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.1111.0003', 'sw7', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.1111.0004', 'sw8', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
```

## Метод fetchmany

Метод fetchmany возвращает список строк данных.

Синтаксис метода:

```
cursor.fetchmany([size=cursor.arraysize])
```

С помощью параметра size можно указывать, какое количество строк возвращается. По умолчанию параметр size равен значению cursor.arraysize:

```
In [24]: print(cursor.arraysize)
1
```

Например, таким образом можно возвращать по три строки из запроса:

```
In [25]: cursor.execute('select * from switch')
Out[25]: <sqlite3.Cursor at 0x104eda810>

In [26]: from pprint import pprint

In [27]: while True:
...:     three_rows = cursor.fetchmany(3)
...:     if three_rows:
...:         pprint(three_rows)
...:     else:
...:         break
...:
[('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
 ('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str')]
[('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.1111.0001', 'sw5', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.1111.0002', 'sw6', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
[('0000.1111.0003', 'sw7', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.1111.0004', 'sw8', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
```

Метод выдает нужное количество строк, а если строк осталось меньше, чем параметр size, то оставшиеся строки.

## Метод fetchall

Метод fetchall возвращает все строки в виде списка:

```
In [28]: cursor.execute('select * from switch')
Out[28]: <sqlite3.Cursor at 0x104eda810>

In [29]: cursor.fetchall()
Out[29]:
[('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
 ('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),
 ('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.1111.0001', 'sw5', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.1111.0002', 'sw6', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.1111.0003', 'sw7', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.1111.0004', 'sw8', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
```

Важный аспект работы метода - он возвращает все оставшиеся строки.

То есть, если до метода fetchall использовался, например, метод fetchone, то метод fetchall вернет оставшиеся строки запроса:

```
In [30]: cursor.execute('select * from switch')
Out[30]: <sqlite3.Cursor at 0x104eda810>

In [31]: cursor.fetchone()
Out[31]: ('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')

In [32]: cursor.fetchone()
Out[32]: ('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str')

In [33]: cursor.fetchall()
Out[33]:
[('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),
 ('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.1111.0001', 'sw5', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.1111.0002', 'sw6', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.1111.0003', 'sw7', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.1111.0004', 'sw8', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
```

Метод fetchmany в этом аспекте работает аналогично.

## Cursor как итератор

Если нужно построчно обрабатывать результирующие строки, лучше использовать курсор как итератор. При этом не нужно использовать методы fetch.

При использовании методов execute возвращается курсор. А, так как курсор можно использовать как итератор, можно использовать его, например, в цикле for:

```
In [34]: result = cursor.execute('select * from switch')

In [35]: for row in result:
    ...:     print(row)
    ...:
('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str')
('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str')
('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.1111.0001', 'sw5', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.1111.0002', 'sw6', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.1111.0003', 'sw7', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.1111.0004', 'sw8', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
```

Аналогичный вариант отработает и без присваивания переменной:

```
In [36]: for row in cursor.execute('select * from switch'):
    ...:     print(row)
    ...:
('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str')
('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str')
('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.1111.0001', 'sw5', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.1111.0002', 'sw6', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.1111.0003', 'sw7', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.1111.0004', 'sw8', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
```

## Использование модуля sqlite3 без явного создания курсора

Методы execute доступны и в объекте Connection, и в объекте Cursor, а методы fetch доступны только в объекте Cursor.

При использовании методов execute с объектом Connection курсор возвращается как результат выполнения метода execute. Его можно использовать как итератор и получать данные без методов fetch. За счет этого при работе с модулем sqlite3 можно не создавать курсор.

Пример итогового скрипта (файл create\_sw\_inventory\_ver1.py):

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2 import sqlite3
3
4
5 data = [('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
6         ('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
7         ('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),
8         ('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
9
10
11 con = sqlite3.connect('sw_inventory2.db')
12
13 con.execute('''create table switch
14             (mac text not NULL primary key, hostname text, model text, location
15             ↴text)''')
16
17 query = 'INSERT into switch values (?, ?, ?, ?)'
18 con.executemany(query, data)
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

19 con.commit()
20
21 for row in con.execute('select * from switch'):
22     print(row)
23
24 con.close()

```

Результат выполнения будет таким:

```
$ python create_sw_inventory_ver1.py
('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str')
('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str')
('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')
```

## Обработка исключений

Посмотрим на пример использования метода execute при возникновении ошибки.

В таблице switch поле mac должно быть уникальным. И, если попытаться записать пересекающийся MAC-адрес, возникнет ошибка:

```

In [37]: con = sqlite3.connect('sw_inventory2.db')

In [38]: query = "INSERT into switch values ('0000.AAAA.DDDD', 'sw7', 'Cisco 2960'
   ↪, 'London, Green Str')"

In [39]: con.execute(query)
-----
IntegrityError          Traceback (most recent call last)
<ipython-input-56-ad34d83a8a84> in <module>()
----> 1 con.execute(query)

IntegrityError: UNIQUE constraint failed: switch.mac

```

Соответственно, можно перехватить исключение:

```

In [40]: try:
...:     con.execute(query)
...: except sqlite3.IntegrityError as e:
...:     print("Error occurred: ", e)
...:
Error occurred:  UNIQUE constraint failed: switch.mac

```

Обратите внимание, что надо перехватывать исключение `sqlite3.IntegrityError`, а не `IntegrityError`.

## Connection как менеджер контекста

После выполнения операций изменения должны быть сохранены (надо выполнить `commit()`), а затем можно закрыть соединение, если оно больше не нужно.

Python позволяет использовать объект `Connection` как менеджер контекста. В таком случае не нужно явно делать `commit`.

При этом:

- при возникновении исключения, транзакция автоматически откатывается
- если исключения не было, автоматически выполняется `commit`

Пример использования соединения с базой данных как менеджера контекстов (`create_sw_inventory_ver2.py`):

```

1 # -*- coding: utf-8 -*-
2 import sqlite3
3
4
5 data = [('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
6         ('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
7         ('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),
8         ('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
9
10
11 con = sqlite3.connect('sw_inventory3.db')
12 con.execute('''create table switch
13             (mac text not NULL primary key, hostname text, model text,
14             location text)''')
15
16 try:
17     with con:
18         query = 'INSERT into switch values (?, ?, ?, ?)'
19         con.executemany(query, data)
20
21 except sqlite3.IntegrityError as e:
22     print('Error occurred: ', e)
23
24 for row in con.execute('select * from switch'):
25     print(row)

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
26  
27 con.close()
```

Обратите внимание, что хотя транзакция будет откатываться при возникновении исключения, само исключение всё равно надо перехватывать.

Для проверки этого функционала надо записать в таблицу данные, в которых MAC-адрес повторяется. Но прежде, чтобы не повторять части кода, лучше разнести код в файле `create_sw_inventory_ver2.py` по функциям (файл `create_sw_inventory_ver2_functions.py`):

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-  
2 from pprint import pprint  
3 import sqlite3  
4  
5  
6 data = [('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),  
7          ('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),  
8          ('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),  
9          ('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]  
10  
11  
12 def create_connection(db_name):  
13     """  
14         Функция создает соединение с БД db_name  
15         и возвращает его  
16     """  
17     connection = sqlite3.connect(db_name)  
18     return connection  
19  
20  
21 def write_data_to_db(connection, query, data):  
22     """  
23         Функция ожидает аргументы:  
24             * connection - соединение с БД  
25             * query - запрос, который нужно выполнить  
26             * data - данные, которые надо передать в виде списка кортежей  
27  
28         Функция пытается записать все данные из списка data.  
29         Если данные удалось записать успешно, изменения сохраняются в БД  
30         и функция возвращает True.  
31         Если в процессе записи возникла ошибка, транзакция откатывается  
32         и функция возвращает False.  
33     """
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

34     try:
35         with connection:
36             connection.executemany(query, data)
37     except sqlite3.IntegrityError as e:
38         print('Error occurred: ', e)
39         return False
40     else:
41         print('Запись данных прошла успешно')
42         return True
43
44
45 def get_all_from_db(connection, query):
46     """
47     Функция ожидает аргументы:
48     * connection - соединение с БД
49     * query - запрос, который нужно выполнить
50
51     Функция возвращает данные полученные из БД.
52     """
53     result = [row for row in connection.execute(query)]
54     return result
55
56
57 if __name__ == '__main__':
58     con = create_connection('sw_inventory3.db')
59
60     print('Создание таблицы...')
61     schema = '''create table switch
62                 (mac text primary key, hostname text, model text, location text)'''
63     ↪
64     con.execute(schema)
65
66     query_insert = 'INSERT into switch values (?, ?, ?, ?)'
67     query_get_all = 'SELECT * from switch'
68
69     print('Запись данных в БД:')
70     pprint(data)
71     write_data_to_db(con, query_insert, data)
72     print('\nПроверка содержимого БД')
73     pprint(get_all_from_db(con, query_get_all))
74
75     con.close()

```

Результат выполнения скрипта выглядит так:

```
$ python create_sw_inventory_ver2_functions.py
Создание таблицы...
Запись данных в БД:
[('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
 ('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),
 ('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
Запись данных прошла успешно

Проверка содержимого БД
[('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
 ('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),
 ('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
```

Теперь проверим, как функция `write_data_to_db` отработает при наличии одинаковых MAC-адресов в данных.

В файле `create_sw_inventory_ver3.py` используются функции из файла `create_sw_inventory_ver2_functions.py` и подразумевается, что скрипт будет запускаться после записи предыдущих данных:

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2 from pprint import pprint
3 import sqlite3
4 import create_sw_inventory_ver2_functions as dbf
5
6 #MAC-адрес sw7 совпадает с MAC-адресом коммутатора sw3 в списке data
7 data2 = [('0055.AAAA.CCCC', 'sw5', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
8         ('0066.BBBB.CCCC', 'sw6', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
9         ('0000.AAAA.DDDD', 'sw7', 'Cisco 2960',
10           'London, Green Str'), ('0088.AAAA.CCCC', 'sw8', 'Cisco 3750',
11           'London, Green Str')]
12
13 con = dbf.create_connection('sw_inventory3.db')
14
15 query_insert = "INSERT into switch values (?, ?, ?, ?)"
16 query_get_all = "SELECT * from switch"
17
18 print("\nПроверка текущего содержимого БД")
19 pprint(dbf.get_all_from_db(con, query_get_all))
20
21 print('-' * 60)
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

22 print("Попытка записать данные с повторяющимся MAC-адресом:")
23 pprint(data2)
24 dbf.write_data_to_db(con, query_insert, data2)
25 print("\nПроверка содержимого БД")
26 pprint(dbf.get_all_from_db(con, query_get_all))
27
28 con.close()

```

В списке data2 у коммутатора sw7 MAC-адрес совпадает с уже существующим в БД коммутатором sw3.

Результат выполнения скрипта:

```

$ python create_sw_inventory_ver3.py

Проверка текущего содержимого БД
[('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
 ('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),
 ('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
-----
Попытка записать данные с повторяющимся MAC-адресом:
[('0055.AAAA.CCCC', 'sw5', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0066.BBBB.CCCC', 'sw6', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
 ('0000.AAAA.DDDD', 'sw7', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),
 ('0088.AAAA.CCCC', 'sw8', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
Error occurred: UNIQUE constraint failed: switch.mac

Проверка содержимого БД
[('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
 ('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),
 ('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]

```

Обратите внимание, что содержимое таблицы switch до и после добавления информации однаково. Это значит, что не записалась ни одна строка из списка data2.

Так получилось из-за того, что используется метод executemany, и в пределах одной транзакции мы пытаемся записать все 4 строки. Если возникает ошибка с одной из них - откатываются все изменения.

Иногда это именно то поведение, которое нужно. Если же надо, чтобы игнорировались только строки с ошибками, надо использовать метод execute и записывать каждую строку отдельно.

В файле create\_sw\_inventory\_ver4.py создана функция write\_rows\_to\_db, которая уже поочереди пишет данные и, если возникла ошибка, то только изменения для конкретных данных

откатываются:

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2 from pprint import pprint
3 import sqlite3
4 import create_sw_inventory_ver2_functions as dbf
5
6 #MAC-адрес sw7 совпадает с MAC-адресом коммутатора sw3 в списке data
7 data2 = [('0055.AAAA.CCCC', 'sw5', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
8          ('0066.BBBB.CCCC', 'sw6', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
9          ('0000.AAAA.DDDD', 'sw7', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),
10         ('0088.AAAA.CCCC', 'sw8', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
11
12
13 def write_rows_to_db(connection, query, data, verbose=False):
14     """
15     Функция ожидает аргументы:
16     * connection - соединение с БД
17     * query - запрос, который нужно выполнить
18     * data - данные, которые надо передать в виде списка кортежей
19
20     Функция пытается записать поочереди кортежи из списка data.
21     Если кортеж удалось записать успешно, изменения сохраняются в БД.
22     Если в процессе записи кортежа возникла ошибка, транзакция откатывается.
23
24     Флаг verbose контролирует то, будут ли выведены сообщения об удачной
25     или неудачной записи кортежа.
26     """
27
28     for row in data:
29         try:
30             with connection:
31                 connection.execute(query, row)
32         except sqlite3.IntegrityError as e:
33             if verbose:
34                 print("При записи данных '{}' возникла ошибка".format(
35                     ', '.join(row), e))
36         else:
37             if verbose:
38                 print("Запись данных '{}' прошла успешно".format(
39                     ', '.join(row)))
40
41 con = dbf.create_connection('sw_inventory3.db')
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

43 query_insert = 'INSERT into switch values (?, ?, ?, ?, ?)'
44 query_get_all = 'SELECT * from switch'
45
46 print('\nПроверка текущего содержимого БД')
47 pprint(dbf.get_all_from_db(con, query_get_all))
48
49 print('-' * 60)
50 print('Попытка записать данные с повторяющимся MAC-адресом: ')
51 pprint(data2)
52 write_rows_to_db(con, query_insert, data2, verbose=True)
53 print('\nПроверка содержимого БД')
54 pprint(dbf.get_all_from_db(con, query_get_all))
55
56 con.close()

```

Теперь результат выполнения будет таким (пропущен только sw7):

```

$ python create_sw_inventory_ver4.py

Проверка текущего содержимого БД
[('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
 ('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),
 ('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
-----
Попытка записать данные с повторяющимся MAC-адресом:
[('0055.AAAA.CCCC', 'sw5', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0066.BBBB.CCCC', 'sw6', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
 ('0000.AAAA.DDDD', 'sw7', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),
 ('0088.AAAA.CCCC', 'sw8', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
Запись данных "0055.AAAA.CCCC, sw5, Cisco 3750, London, Green Str" прошла успешно
Запись данных "0066.BBBB.CCCC, sw6, Cisco 3780, London, Green Str" прошла успешно
При записи данных "0000.AAAA.DDDD, sw7, Cisco 2960, London, Green Str" возникла
    ↵ ошибка
Запись данных "0088.AAAA.CCCC, sw8, Cisco 3750, London, Green Str" прошла успешно

Проверка содержимого БД
[('0000.AAAA.CCCC', 'sw1', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0000.BBBB.CCCC', 'sw2', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
 ('0000.AAAA.DDDD', 'sw3', 'Cisco 2960', 'London, Green Str'),
 ('0011.AAAA.CCCC', 'sw4', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0055.AAAA.CCCC', 'sw5', 'Cisco 3750', 'London, Green Str'),
 ('0066.BBBB.CCCC', 'sw6', 'Cisco 3780', 'London, Green Str'),
 ('0000.AAAA.DDDD', 'sw7', 'Cisco 2960', 'London, Green Str')]

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
('0088.AAAA.CCCC', 'sw8', 'Cisco 3750', 'London, Green Str')]
```

## Пример использования SQLite

В 15 разделе был пример разбора вывода команды `show ip dhcp snooping binding`. На выходе мы получили информацию о параметрах подключенных устройств (interface, IP, MAC, VLAN).

В таком варианте можно посмотреть только все подключенные устройства к коммутатору. Если же нужно узнать на основании одного из параметров другие, то в таком виде это не очень удобно.

Например, если нужно по IP-адресу получить информацию о том, к какому интерфейсу подключен компьютер, какой у него MAC-адрес и в каком он VLAN, то по выводу скрипта это сделать не очень просто и, главное, не очень удобно.

Запишем информацию, полученную из вывода `sh ip dhcp snooping binding` в SQLite. Это позволит делать запросы по любому параметру и получать недостающие. Для этого примера достаточно создать одну таблицу, где будет храниться информация.

Определение таблицы прописано в отдельном файле `dhcp_snooping_schema.sql` и выглядит так:

```
create table if not exists dhcp (
    mac      text not NULL primary key,
    ip       text,
    vlan     text,
    interface text
);
```

Для всех полей определен тип данных «текст».

MAC-адрес является первичным ключом нашей таблицы, что вполне логично, так как MAC-адрес должен быть уникальным.

Кроме того, используется выражение `create table if not exists` - SQLite создаст таблицу только в том случае, если она не существует.

Теперь надо создать файл БД, подключиться к базе данных и создать таблицу (файл `create_sqlite_ver1.py`):

```
1 import sqlite3
2
3 conn = sqlite3.connect('dhcp_snooping.db')
4
5 print('Creating schema...')
6 with open('dhcp_snooping_schema.sql', 'r') as f:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

7     schema = f.read()
8     conn.executescript(schema)
9     print("Done")
10
11 conn.close()

```

Комментарии к файлу:

- при выполнении строки `conn = sqlite3.connect('dhcp_snooping.db'):`
  - создается файл dhcp\_snooping.db, если его нет
  - создается объект Connection
- в БД создается таблица (если ее не было) на основании команд, которые указаны в файле `dhcp_snooping_schema.sql`:
  - открывается файл dhcp\_snooping\_schema.sql
  - `schema = f.read()` - весь файл считывается в одну строку
  - `conn.executescript(schema)` - метод executescript позволяет выполнять команды SQL, которые прописаны в файле

Выполнение скрипта:

```
$ python create_sqlite_ver1.py
Creating schema...
Done
```

В результате должен быть создан файл БД и таблица dhcp.

Проверить, что таблица создалась, можно с помощью утилиты sqlite3, которая позволяет выполнять запросы прямо в командной строке.

Список созданных таблиц выводится таким образом:

```
$ sqlite3 dhcp_snooping.db "SELECT name FROM sqlite_master WHERE type='table'"
dhcp
```

Теперь нужно записать информацию из вывода команды `sh ip dhcp snooping binding` в таблицу (файл `dhcp_snooping.txt`):

MacAddress	IpAddress	Lease(sec)	Type	VLAN	Interface
00:09:BB:3D:D6:58	10.1.10.2	86250	dhcp-snooping	10	FastEthernet0/1
00:04:A3:3E:5B:69	10.1.5.2	63951	dhcp-snooping	5	FastEthernet0/10

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

<b>00:05:B3:7E:9B:60</b>	<b>10.1.5.4</b>	<b>63253</b>	<b>dhcp-snooping</b>	<b>5</b>	<b>■</b>
↪FastEthernet0/9					
<b>00:09:BC:3F:A6:50</b>	<b>10.1.10.6</b>	<b>76260</b>	<b>dhcp-snooping</b>	<b>10</b>	<b>■</b>
↪FastEthernet0/3					
<b>Total number of bindings: 4</b>					

Во второй версии скрипта сначала вывод в файле dhcp\_snooping.txt обрабатывается регулярными выражениями, а затем записи добавляются в БД (файл create\_sqlite\_ver2.py):

```

1 import sqlite3
2 import re
3
4 regex = re.compile('(\S+) +(\S+) +\d+ +\S+ +(\d+) +(\S+)')
5
6 result = []
7
8 with open('dhcp_snooping.txt') as data:
9     for line in data:
10         match = regex.search(line)
11         if match:
12             result.append(match.groups())
13
14 conn = sqlite3.connect('dhcp_snooping.db')
15
16 print('Creating schema...')
17 with open('dhcp_snooping_schema.sql', 'r') as f:
18     schema = f.read()
19     conn.executescript(schema)
20 print('Done')
21
22 print('Inserting DHCP Snooping data')
23
24 for row in result:
25     try:
26         with conn:
27             query = '''insert into dhcp (mac, ip, vlan, interface)
28                         values (?, ?, ?, ?)'''
29             conn.execute(query, row)
30     except sqlite3.IntegrityError as e:
31         print('Error occurred: ', e)
32
33 conn.close()
```

---

**Примечание:** Пока что файл БД каждый раз надо удалять, так как скрипт пытается его создать при каждом запуске.

---

Комментарии к скрипту:

- в регулярном выражении, которое проходится по выводу команды `sh ip dhcp snooping binding`, используются не именованные группы, как в примере раздела [Регулярные выражения](#), а нумерованные
  - группы созданы только для тех элементов, которые нас интересуют
- `result` - это список, в котором хранится результат обработки вывода команды
  - но теперь тут не словари, а кортежи с результатами
  - это нужно для того, чтобы их можно было сразу передавать на запись в БД
- Перебираем в полученном списке кортежей элементы
- В этом скрипте используется еще один вариант записи в БД
  - строка `query` описывает запрос. Но вместо значений указываются знаки вопроса. Такой вариант записи запроса позволяет динамически подставлять значение полей
  - затем методу `execute` передается строка запроса и кортеж `row`, где находятся значения

Выполняем скрипт:

```
$ python create_sqlite_ver2.py
Creating schema...
Done
Inserting DHCP Snooping data
```

Проверим, что данные записались:

```
$ sqlite3 dhcp_snooping.db "select * from dhcp"
-- Loading resources from /home/vagrant/.sqliterc

mac           ip        vlan      interface
-----
00:09:BB:3D:D6:58  10.1.10.2    10        FastEthernet0/1
00:04:A3:3E:5B:69  10.1.5.2     5        FastEthernet0/1
00:05:B3:7E:9B:60  10.1.5.4     5        FastEthernet0/9
00:09:BC:3F:A6:50  10.1.10.6    10       FastEthernet0/3
```

Теперь попробуем запросить по определенному параметру:

```
$ sqlite3 dhcp_snooping.db "select * from dhcp where ip = '10.1.5.2'"
-- Loading resources from /home/vagrant/.sqliterc

mac                  ip          vlan      interface
-----
00:04:A3:3E:5B:69  10.1.5.2    5        FastEthernet0/10
```

То есть, теперь на основании одного параметра можно получать остальные.

Переделаем скрипт таким образом, чтобы в нём была проверка на наличие файла dhcp\_snooping.db. Если файл БД есть, то не надо создавать таблицу, считаем, что она уже создана.

Файл create\_sqlite\_ver3.py:

```

1 import os
2 import sqlite3
3 import re
4
5 data_filename = 'dhcp_snooping.txt'
6 db_filename = 'dhcp_snooping.db'
7 schema_filename = 'dhcp_snooping_schema.sql'
8
9 regex = re.compile('(\S+) +(\S+) +\d+ +\S+ +(\d+) +(\S+)')
10
11 result = []
12
13 with open('dhcp_snooping.txt') as data:
14     for line in data:
15         match = regex.search(line)
16         if match:
17             result.append(match.groups())
18
19 db_exists = os.path.exists(db_filename)
20
21 conn = sqlite3.connect(db_filename)
22
23 if not db_exists:
24     print('Creating schema...')
25     with open(schema_filename, 'r') as f:
26         schema = f.read()
27     conn.executescript(schema)
28     print('Done')
29 else:
30     print('Database exists, assume dhcp table does, too.')
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

31
32 print('Inserting DHCP Snooping data')
33
34 for row in result:
35     try:
36         with conn:
37             query = '''insert into dhcp (mac, ip, vlan, interface)
38                         values (?, ?, ?, ?)'''
39             conn.execute(query, row)
40     except sqlite3.IntegrityError as e:
41         print('Error occurred: ', e)
42
43 conn.close()

```

Теперь есть проверка наличия файла БД, и файл dhcp\_snooping.db будет создаваться только в том случае, если его нет. Данные также записываются только в том случае, если не создан файл dhcp\_snooping.db.

---

**Примечание:** Разделение процесса создания таблицы и заполнения ее данными вынесено в задания к разделу.

---

Если файла нет (предварительно его удалить):

```

$ rm dhcp_snooping.db
$ python create_sqlite_ver3.py
Creating schema...
Done
Inserting DHCP Snooping data

```

Проверим. В случае, если файл уже есть, но данные не записаны:

```

$ rm dhcp_snooping.db

$ python create_sqlite_ver1.py
Creating schema...
Done
$ python create_sqlite_ver3.py
Database exists, assume dhcp table does, too.
Inserting DHCP Snooping data

```

Если есть и БД и данные:

```
$ python create_sqlite_ver3.py
Database exists, assume dhcp table does, too.
Inserting DHCP Snooping data
Error occurred: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac
```

Теперь делаем отдельный скрипт, который занимается отправкой запросов в БД и выводом результатов. Он должен:

- ожидать от пользователя ввода параметров:
  - имя параметра
  - значение параметра
- делать нормальный вывод данных по запросу

Файл get\_data\_ver1.py:

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2 import sqlite3
3 import sys
4
5 db_filename = 'dhcp_snooping.db'
6
7 key, value = sys.argv[1:]
8 keys = ['mac', 'ip', 'vlan', 'interface']
9 keys.remove(key)
10
11 conn = sqlite3.connect(db_filename)
12
13 #Позволяет далее обращаться к данным в колонках, по имени колонки
14 conn.row_factory = sqlite3.Row
15
16 print('\nDetailed information for host(s) with', key, value)
17 print('-' * 40)
18
19 query = 'select * from dhcp where {} = ?'.format(key)
20 result = conn.execute(query, (value, ))
21
22 for row in result:
23     for k in keys:
24         print('{:12}: {}'.format(k, row[k]))
25     print('-' * 40)
```

Комментарии к скрипту:

- из аргументов, которые передали скрипту, считываются параметры key, value
  - из списка keys удаляется выбранный ключ. Таким образом, в списке остаются только те параметры, которые нужно вывести
- подключаемся к БД
  - conn.row\_factory = sqlite3.Row - позволяет далее обращаться к данным в колонках по имени колонки
- из БД выбираются те строки, в которых ключ равен указанному значению
  - в SQL значения можно подставлять через знак вопроса, но нельзя подставлять имя столбца. Поэтому имя столбца подставляется через форматирование строк, а значение - штатным средством SQL.
  - Обратите внимание на (value,) - таким образом передается кортеж с одним элементом
- Полученная информация выводится на стандартный поток вывода: \* перебираем полученные результаты и выводим только те поля, названия которых находятся в списке keys

Проверим работу скрипта.

Показать параметры хоста с IP 10.1.10.2:

```
$ python get_data_ver1.py ip 10.1.10.2

Detailed information for host(s) with ip 10.1.10.2
-----
mac      : 00:09:BB:3D:D6:58
vlan     : 10
interface : FastEthernet0/1
-----
```

Показать хосты в VLAN 10:

```
$ python get_data_ver1.py vlan 10

Detailed information for host(s) with vlan 10
-----
mac      : 00:09:BB:3D:D6:58
ip       : 10.1.10.2
interface : FastEthernet0/1
-----
mac      : 00:07:BC:3F:A6:50
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
ip          : 10.1.10.6
interface   : FastEthernet0/3
-----
```

Вторая версия скрипта для получения данных с небольшими улучшениями:

- Вместо форматирования строк используется словарь, в котором описаны запросы, соответствующие каждому ключу.
- Выполняется проверка ключа, который был выбран
- Для получения заголовков всех столбцов, который соответствуют запросу, используется метод keys()

Файл get\_data\_ver2.py:

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2 import sqlite3
3 import sys
4
5 db_filename = 'dhcp_snooping.db'
6
7 query_dict = {
8     'vlan': 'select mac, ip, interface from dhcp where vlan = ?',
9     'mac': 'select vlan, ip, interface from dhcp where mac = ?',
10    'ip': 'select vlan, mac, interface from dhcp where ip = ?',
11    'interface': 'select vlan, mac, ip from dhcp where interface = ?'
12 }
13
14 key, value = sys.argv[1:]
15 keys = query_dict.keys()
16
17 if not key in keys:
18     print('Enter key from {}'.format(', '.join(keys)))
19 else:
20     conn = sqlite3.connect(db_filename)
21     conn.row_factory = sqlite3.Row
22
23     print('\nDetailed information for host(s) with', key, value)
24     print('-' * 40)
25
26     query = query_dict[key]
27     result = conn.execute(query, (value, ))
28
29     for row in result:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
30 for row_name in row.keys():
31     print('{:12}: {}'.format(row_name, row[row_name]))
32     print('-' * 40)
```

В этом скрипте есть несколько недостатков:

- не проверяется количество аргументов, которые передаются скрипту
- хотелось бы собирать информацию с разных коммутаторов. А для этого надо добавить поле, которое указывает, на каком коммутаторе была найдена запись

Кроме того, многое нужно доработать в скрипте, который создает БД и записывает данные.

Все доработки будут выполняться в заданиях этого раздела.

## Дополнительные материалы

Документация:

- [SQLite Tutorial](#) - подробное описание SQLite
- [Документация модуля sqlite3](#)
- [sqlite3 на сайте PyMOTW](#)

Статьи:

- [A thorough guide to SQLite database operations in Python](#)

## Задания

**Предупреждение:** Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий есть автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

*Как работать с тестами и основы pytest.*

### Задание 18.1

Для заданий 18 раздела нет тестов!

Необходимо создать два скрипта:

1. create\_db.py
2. add\_data.py

Код в скриптах должен быть разбит на функции. Какие именно функции и как разделить код, надо решить самостоятельно. Часть кода может быть глобальной.

1. create\_db.py - в этот скрипт должна быть вынесена функциональность по созданию БД:
  - должна выполняться проверка наличия файла БД
  - если файла нет, согласно описанию схемы БД в файле dhcp\_snooping\_schema.sql, должна быть создана БД
  - имя файла бд - dhcp\_snooping.db

В БД должно быть две таблицы (схема описана в файле dhcp\_snooping\_schema.sql):

- switches - в ней находятся данные о коммутаторах
- dhcp - тут хранится информация полученная из вывода sh ip dhcp snooping binding

Пример выполнения скрипта, когда файла dhcp\_snooping.db нет:

```
$ python create_db.py
Создаю базу данных...
```

После создания файла:

```
$ python create_db.py
База данных существует
```

2. add\_data.py - с помощью этого скрипта, выполняется добавление данных в БД. Скрипт должен добавлять данные из вывода sh ip dhcp snooping binding и информацию о коммутаторах

Соответственно, в файле `add_data.py` должны быть две части:

- информация о коммутаторах добавляется в таблицу `switches`
  - данные о коммутаторах, находятся в файле `switches.yml`
- информация на основании вывода `sh ip dhcp snooping binding` добавляется в таблицу `dhcp`
  - вывод с трёх коммутаторов: файлы `sw1_dhcp_snooping.txt`, `sw2_dhcp_snooping.txt`, `sw3_dhcp_snooping.txt`
  - так как таблица `dhcp` изменилась, и в ней теперь присутствует поле `switch`, его нужно также заполнять. Имя коммутатора определяется по имени файла с данными

Пример выполнения скрипта, когда база данных еще не создана:

```
$ python add_data.py
База данных не существует. Перед добавлением данных, ее надо создать
```

Пример выполнения скрипта первый раз, после создания базы данных:

```
$ python add_data.py
Добавляю данные в таблицу switches...
Добавляю данные в таблицу dhcp...
```

Пример выполнения скрипта, после того как данные были добавлены в таблицу (порядок добавления данных может быть произвольным, но сообщения должны выводиться аналогично выводу ниже):

```
$ python add_data.py
Добавляю данные в таблицу switches...
При добавлении данных: ('sw1', 'London, 21 New Globe Walk') Возникла ошибка: ↴
↳ UNIQUE constraint failed: switches.hostname
При добавлении данных: ('sw2', 'London, 21 New Globe Walk') Возникла ошибка: ↴
↳ UNIQUE constraint failed: switches.hostname
При добавлении данных: ('sw3', 'London, 21 New Globe Walk') Возникла ошибка: ↴
↳ UNIQUE constraint failed: switches.hostname
Добавляю данные в таблицу dhcp...
При добавлении данных: ('00:09:BB:3D:D6:58', '10.1.10.2', '10', 'FastEthernet0/1',
↳ 'sw1') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac
При добавлении данных: ('00:04:A3:3E:5B:69', '10.1.5.2', '5', 'FastEthernet0/10',
↳ 'sw1') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac
При добавлении данных: ('00:05:B3:7E:9B:60', '10.1.5.4', '5', 'FastEthernet0/9',
↳ 'sw1') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac
При добавлении данных: ('00:07:BC:3F:A6:50', '10.1.10.6', '10', 'FastEthernet0/3',
↳ 'sw1') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac
При добавлении данных: ('00:09:BC:3F:A6:50', '192.168.100.100', '1',
↳ 'FastEthernet0/7', 'sw1') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

При добавлении данных: ('00:E9:BC:3F:A6:50', '100.1.1.6', '3', 'FastEthernet0/20',  
 ↵ 'sw3') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac  
 При добавлении данных: ('00:E9:22:11:A6:50', '100.1.1.7', '3', 'FastEthernet0/21',  
 ↵ 'sw3') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac  
 При добавлении данных: ('00:A9:BB:3D:D6:58', '10.1.10.20', '10', 'FastEthernet0/7'  
 ↵ ', 'sw2') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac  
 При добавлении данных: ('00:B4:A3:3E:5B:69', '10.1.5.20', '5', 'FastEthernet0/5',  
 ↵ 'sw2') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac  
 При добавлении данных: ('00:C5:B3:7E:9B:60', '10.1.5.40', '5', 'FastEthernet0/9',  
 ↵ 'sw2') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac  
 При добавлении данных: ('00:A9:BC:3F:A6:50', '10.1.10.60', '20', 'FastEthernet0/2'  
 ↵ ', 'sw2') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac

Оба скрипта вызываются без аргументов.

## Задание 18.2

Для заданий 18 раздела нет тестов!

В этом задании необходимо создать скрипт `get_data.py`.

Код в скрипте должен быть разбит на функции. Какие именно функции и как разделить код, надо решить самостоятельно. Часть кода может быть глобальной.

Скрипту могут передаваться аргументы и, в зависимости от аргументов, надо выводить разную информацию. Если скрипт вызван:

- без аргументов, вывести всё содержимое таблицы `dhcp`
- с двумя аргументами, вывести информацию из таблицы `dhcp`, которая соответствует полю и значению
- с любым другим количеством аргументов, вывести сообщение, что скрипт поддерживает только два или ноль аргументов

Файл БД можно скопировать из задания 18.1.

Примеры вывода для разного количества и значений аргументов:

```
$ python get_data.py
В таблице dhcp такие записи:
-----
00:09:BB:3D:D6:58  10.1.10.2      10  FastEthernet0/1    sw1
00:04:A3:3E:5B:69  10.1.5.2       5   FastEthernet0/10   sw1
00:05:B3:7E:9B:60  10.1.5.4       5   FastEthernet0/9    sw1
00:07:BC:3F:A6:50  10.1.10.6      10  FastEthernet0/3    sw1
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

00:09:BC:3F:A6:50	192.168.100.100	1	FastEthernet0/7	sw1
00:E9:BC:3F:A6:50	100.1.1.6	3	FastEthernet0/20	sw3
00:E9:22:11:A6:50	100.1.1.7	3	FastEthernet0/21	sw3
00:A9:BB:3D:D6:58	10.1.10.20	10	FastEthernet0/7	sw2
00:B4:A3:3E:5B:69	10.1.5.20	5	FastEthernet0/5	sw2
00:C5:B3:7E:9B:60	10.1.5.40	5	FastEthernet0/9	sw2
00:A9:BC:3F:A6:50	10.1.10.60	20	FastEthernet0/2	sw2
-----				

```
$ python get_data.py vlan 10
```

Информация об устройствах с такими параметрами: vlan 10

00:09:BB:3D:D6:58	10.1.10.2	10	FastEthernet0/1	sw1
00:07:BC:3F:A6:50	10.1.10.6	10	FastEthernet0/3	sw1
00:A9:BB:3D:D6:58	10.1.10.20	10	FastEthernet0/7	sw2
-----				

```
$ python get_data.py ip 10.1.10.2
```

Информация об устройствах с такими параметрами: ip 10.1.10.2

00:09:BB:3D:D6:58	10.1.10.2	10	FastEthernet0/1	sw1
-----				
-----				

```
$ python get_data.py vln 10
```

Данный параметр не поддерживается.

Допустимые значения параметров: mac, ip, vlan, interface, switch

```
$ python get_data.py ip vlan 10
```

Пожалуйста, введите два или ноль аргументов

### Задание 18.3

Для заданий 18 раздела нет тестов!

В прошлых заданиях информация добавлялась в пустую БД. В этом задании, разбирается ситуация, когда в БД уже есть информация.

Скопируйте скрипт add\_data.py из задания 18.1 и попробуйте выполнить его повторно, на существующей БД. Должен быть такой вывод:

```
$ python add_data.py
Добавляю данные в таблицу switches...
При добавлении данных: ('sw1', 'London, 21 New Globe Walk') Возникла ошибка: ↴
↳ UNIQUE constraint failed: switches.hostname
При добавлении данных: ('sw2', 'London, 21 New Globe Walk') Возникла ошибка: ↴
↳ UNIQUE constraint failed: switches.hostname
При добавлении данных: ('sw3', 'London, 21 New Globe Walk') Возникла ошибка: ↴
↳ UNIQUE constraint failed: switches.hostname
Добавляю данные в таблицу dhcp...
При добавлении данных: ('00:09:BB:3D:D6:58', '10.1.10.2', '10', 'FastEthernet0/1',
↳ 'sw1') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac
При добавлении данных: ('00:04:A3:3E:5B:69', '10.1.5.2', '5', 'FastEthernet0/10',
↳ 'sw1') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac
При добавлении данных: ('00:05:B3:7E:9B:60', '10.1.5.4', '5', 'FastEthernet0/9',
↳ 'sw1') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac
При добавлении данных: ('00:07:BC:3F:A6:50', '10.1.10.6', '10', 'FastEthernet0/3',
↳ 'sw1') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac
При добавлении данных: ('00:09:BC:3F:A6:50', '192.168.100.100', '1',
↳ 'FastEthernet0/7', 'sw1') Возникла ошибка: UNIQUE constraint failed: dhcp.mac
... (вывод сокращен)
```

При создании схемы БД, было явно указано, что поле MAC-адрес, должно быть уникальным. Поэтому, при добавлении записи с таким же MAC-адресом, возникает исключение (ошибка). В задании 18.1 исключение обрабатывается и выводится сообщение на стандартный поток вывода.

В этом задании считается, что информация периодически считывается с коммутаторов и записывается в файлы. После этого, информацию из файлов надо перенести в базу данных. При этом, в новых данных могут быть изменения: MAC пропал, MAC перешел на другой порт/vlan, появился новый MAC и тп.

В этом задании в таблице dhcp надо создать новое поле active, которое будет указывать является ли запись актуальной. Новая схема БД находится в файле dhcp\_snooping\_schema.sql

Поле active должно принимать такие значения:

- 0 - означает False. Используется для того, чтобы отметить запись как неактивную
- 1 - True. Используется чтобы указать, что запись активна

Каждый раз, когда информация из файлов с выводом DHCP snooping добавляется заново, надо пометить все существующие записи (для данного коммутатора), как неактивные (active = 0). Затем можно обновлять информацию и пометить новые записи, как активные (active = 1).

Таким образом, в БД останутся и старые записи, для MAC-адресов, которые сейчас не активны, и появится обновленная информация для активных адресов.

Например, в таблице dhcp такие записи:

mac	ip	vlan	interface	switch	active
00:09:BB:3D:D6:58	10.1.10.2	10	FastEthernet0/1	sw1	1
00:04:A3:3E:5B:69	10.1.15.2	5	FastEthernet0/10	sw1	1
00:05:B3:7E:9B:60	10.1.15.4	5	FastEthernet0/9	sw1	1
00:07:BC:3F:A6:50	10.1.10.6	10	FastEthernet0/3	sw1	1
00:09:BC:3F:A6:50	192.168.10.1		FastEthernet0/7	sw1	1

И надо добавить такую информацию из файла:

MacAddress	IpAddress	Lease(sec)	Type	VLAN	Interface
00:09:BB:3D:D6:58	10.1.10.2	86250	dhcp-snooping	10	FastEthernet0/1
00:04:A3:3E:5B:69	10.1.15.2	63951	dhcp-snooping	15	FastEthernet0/15
00:05:B3:7E:9B:60	10.1.15.4	63253	dhcp-snooping	5	FastEthernet0/9
00:07:BC:3F:A6:50	10.1.10.6	76260	dhcp-snooping	10	FastEthernet0/5

После добавления данных таблица должна выглядеть так:

mac	ip	vlan	interface	switch	active
00:09:BC:3F:A6:50	192.168.100.100	1	FastEthernet0/7	sw1	0
00:09:BB:3D:D6:58	10.1.10.2	10	FastEthernet0/1	sw1	1
00:04:A3:3E:5B:69	10.1.15.2	15	FastEthernet0/15	sw1	1
00:05:B3:7E:9B:60	10.1.15.4	5	FastEthernet0/9	sw1	1
00:07:BC:3F:A6:50	10.1.10.6	10	FastEthernet0/5	sw1	1

Новая информация должна перезаписывать предыдущую:

- MAC 00:04:A3:3E:5B:69 перешел на другой порт и попал в другой интерфейс и получил другой адрес
- MAC 00:07:BC:3F:A6:50 перешел на другой порт

Если какого-то MAC-адреса нет в новом файле, его надо оставить в бд со значением active = 0: MAC-адреса 00:09:BC:3F:A6:50 нет в новой информации (выключили комп).

Измените скрипт add\_data.py таким образом, чтобы выполнялись новые условия и заполнялось поле active.

Код в скрипте должен быть разбит на функции. Какие именно функции и как разделить код, надо решить самостоятельно. Часть кода может быть глобальной.

> Для проверки корректности запроса SQL, можно выполнить его в командной строке, с помощью утилиты sqlite3.

Для проверки задания и работы нового поля, сначала добавьте в бд информацию из файлов sw\*\_dhcp\_snooping.txt, а потом добавьте информацию из файлов new\_data/sw\*\_dhcp\_snooping.txt

Данные должны выглядеть так (порядок строк может быть любым)

00:09:BC:3F:A6:50	192.168.100.100	1	FastEthernet0/7	sw1	0
00:C5:B3:7E:9B:60	10.1.5.40	5	FastEthernet0/9	sw2	0
00:09:BB:3D:D6:58	10.1.10.2	10	FastEthernet0/1	sw1	1
00:04:A3:3E:5B:69	10.1.15.2	15	FastEthernet0/15	sw1	1
00:05:B3:7E:9B:60	10.1.5.4	5	FastEthernet0/9	sw1	1
00:07:BC:3F:A6:50	10.1.10.6	10	FastEthernet0/5	sw1	1
00:E9:BC:3F:A6:50	100.1.1.6	3	FastEthernet0/20	sw3	1
00:E9:22:11:A6:50	100.1.1.7	3	FastEthernet0/21	sw3	1
00:A9:BB:3D:D6:58	10.1.10.20	10	FastEthernet0/7	sw2	1
00:B4:A3:3E:5B:69	10.1.5.20	5	FastEthernet0/5	sw2	1
00:A9:BC:3F:A6:50	10.1.10.65	20	FastEthernet0/2	sw2	1
00:A9:33:44:A6:50	10.1.10.77	10	FastEthernet0/4	sw2	1

#### Задание 18.4

Для заданий 18 раздела нет тестов!

Скопировать файл get\_data из задания 18.2. Добавить в скрипт поддержку столбца active, который мы добавили в задании 18.3.

Теперь, при запросе информации, сначала должны отображаться активные записи, а затем, неактивные. Если неактивных записей нет, не отображать заголовок «Неактивные записи».

Примеры выполнения итогового скрипта

```
$ python get_data.py  
В таблице dhcp такие записи:
```

Активные записи:

```
-----  
00:09:BB:3D:D6:58 10.1.10.2 10 FastEthernet0/1 sw1 1
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

00:04:A3:3E:5B:69	10.1.15.2	15	FastEthernet0/15	sw1	1
00:05:B3:7E:9B:60	10.1.5.4	5	FastEthernet0/9	sw1	1
00:07:BC:3F:A6:50	10.1.10.6	10	FastEthernet0/5	sw1	1
00:E9:BC:3F:A6:50	100.1.1.6	3	FastEthernet0/20	sw3	1
00:E9:22:11:A6:50	100.1.1.7	3	FastEthernet0/21	sw3	1
00:A9:BB:3D:D6:58	10.1.10.20	10	FastEthernet0/7	sw2	1
00:B4:A3:3E:5B:69	10.1.5.20	5	FastEthernet0/5	sw2	1
00:A9:BC:3F:A6:50	10.1.10.65	20	FastEthernet0/2	sw2	1
00:A9:33:44:A6:50	10.1.10.77	10	FastEthernet0/4	sw2	1

Неактивные записи:

00:09:BC:3F:A6:50	192.168.100.100	1	FastEthernet0/7	sw1	0
00:C5:B3:7E:9B:60	10.1.5.40	5	FastEthernet0/9	sw2	0

\$ python get\_data.py vlan 5

Информация об устройствах с такими параметрами: vlan 5

Активные записи:

00:05:B3:7E:9B:60	10.1.5.4	5	FastEthernet0/9	sw1	1
00:B4:A3:3E:5B:69	10.1.5.20	5	FastEthernet0/5	sw2	1

Неактивные записи:

00:C5:B3:7E:9B:60	10.1.5.40	5	FastEthernet0/9	sw2	0

\$ python get\_data.py vlan 10

Информация об устройствах с такими параметрами: vlan 10

Активные записи:

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

00:09:BB:3D:D6:58	10.1.10.2	10	FastEthernet0/1	sw1	1
00:07:BC:3F:A6:50	10.1.10.6	10	FastEthernet0/5	sw1	1
00:A9:BB:3D:D6:58	10.1.10.20	10	FastEthernet0/7	sw2	1
00:A9:33:44:A6:50	10.1.10.77	10	FastEthernet0/4	sw2	1
-----	-----	-----	-----	-----	-

## Задание 18.5

Для заданий 18 раздела нет тестов!

После выполнения заданий 18.1 - 18.5 в БД остается информация о неактивных записях. И, если какой-то MAC-адрес не появлялся в новых записях, запись с ним, может остаться в БД навсегда.

И, хотя это может быть полезно, чтобы посмотреть, где MAC-адрес находился в последний раз, постоянно хранить эту информацию не очень полезно.

Например, если запись в БД уже больше месяца, то её можно удалить.

Для того, чтобы сделать такой критерий, нужно ввести новое поле, в которое будет записываться последнее время добавления записи.

Новое поле называется `last_active` и в нем должна находиться строка, в формате: YYYY-MM-DD HH:MM:SS.

В этом задании необходимо:

- изменить, соответственно, таблицу `dhcp` и добавить новое поле.
  - таблицу можно поменять из cli sqlite, но файл `dhcp_snooping_schema.sql` тоже необходимо изменить
- изменить скрипт `add_data.py`, чтобы он добавлял к каждой записи время

Получить строку со временем и датой, в указанном формате, можно с помощью функции `datetime` в запросе SQL. Синтаксис использования такой:

```
sqlite> insert into dhcp (mac, ip, vlan, interface, switch, active, last_active)
...> values ('00:09:BC:3F:A6:50', '192.168.100.100', '1', 'FastEthernet0/7',
↪ 'sw1', '0', datetime('now'));
```

То есть вместо значения, которое записывается в базу данных, надо указать `datetime(“now”)`.

После этой команды в базе данных появится такая запись:

mac	ip	vlan	interface	switch	active	✉
↪ last_active						
↪						
00:09:BC:3F:A6:50	192.168.100.100	1	FastEthernet0/7	sw1	0	✉
↪ 2019-03-08 11:26:56						

### Задание 18.5а

Для заданий 18 раздела нет тестов!

После выполнения задания 18.5, в таблице dhcp есть новое поле last\_active.

Обновите скрипт add\_data.py, таким образом, чтобы он удалял все записи, которые были активными более 7 дней назад.

Для того, чтобы получить такие записи, можно просто вручную обновить поле last\_active в некоторых записях и поставить время 7 или более дней.

В файле задания описан пример работы с объектами модуля datetime. Показано как получить дату 7 дней назад. С этой датой надо будет сравнивать время last\_active.

Обратите внимание, что строки с датой, которые пишутся в БД, можно сравнивать между собой.

```
from datetime import timedelta, datetime

now = datetime.today().replace(microsecond=0)
week_ago = now - timedelta(days=7)

#print(now)
#print(week_ago)
#print(now > week_ago)
#print(str(now) > str(week_ago))
```

### Задание 18.6

Для заданий 18 раздела нет тестов!

В этом задании выложен файл parse\_dhcp\_snooping.py. В файле parse\_dhcp\_snooping.py нельзя ничего менять.

В файле созданы несколько функций и описаны аргументы командной строки, которые принимает файл.

Есть поддержка аргументов для выполнения всех действий, которые, в предыдущих заданиях, выполнялись в файлах `create_db.py`, `add_data.py` и `get_data.py`.

В файле `parse_dhcp_snooping.py` есть такая строка: `import parse_dhcp_snooping_functions as pds`

И задача этого задания в том, чтобы создать все необходимые функции, в файле `parse_dhcp_snooping_functions.py` на основе информации в файле `parse_dhcp_snooping.py`.

Из файла `parse_dhcp_snooping.py`, необходимо определить:

- какие функции должны быть в файле `parse_dhcp_snooping_functions.py`
- какие параметры создать в этих функциях

Необходимо создать соответствующие функции и перенести в них функционал, который описан в предыдущих заданиях.

Вся необходимая информация, присутствует в функциях `create`, `add`, `get`, в файле `parse_dhcp_snooping.py`.

Для того, чтобы было проще начать, попробуйте создать необходимые функции в файле `parse_dhcp_snooping_functions.py` и просто выведите аргументы функций, используя `print`.

Потом, можно создать функции, которые запрашивают информацию из БД (базу данных можно скопировать из предыдущих заданий).

Можно создавать любые вспомогательные функции в файле `parse_dhcp_snooping_functions.py`, а не только те, которые вызываются из файла `parse_dhcp_snooping.py`.

Проверьте все операции:

- создание БД
- добавление информации о коммутаторах
- добавление информации на основании вывода `sh ip dhcp snooping binding` из файлов
- выборку информации из БД (по параметру и всю информацию)

Чтобы было проще понять, как будет выглядеть вызов скрипта, ниже несколько примеров. В примерах показывается вариант, когда в базе данных есть поля `active` и `last_active`, но можно также использовать вариант без этих полей.

```
$ python parse_dhcp_snooping.py get -h
usage: parse_dhcp_snooping.py get [-h] [--db DB_FILE]
                                  [-k {mac,ip,vlan,interface,switch}]
                                  [-v VALUE] [-a]

optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit
  --db DB_FILE          имя БД
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
-k {mac,ip,vlan,interface,switch}
    параметр для поиска записей
-v VALUE
    значение параметра
-a
    показать все содержимое БД

$ python parse_dhcp_snooping.py add -h
usage: parse_dhcp_snooping.py add [-h] [--db DB_FILE] [-s]
                                    filename [filename ...]

positional arguments:
  filename      файл(ы), которые надо добавить

optional arguments:
  -h, --help    show this help message and exit
  --db DB_FILE  имя БД
  -s           если флаг установлен, добавлять данные коммутаторов, иначе -
               DHCP записи

$ python parse_dhcp_snooping.py add -h
usage: parse_dhcp_snooping.py add [-h] [--db DB_FILE] [-s]
                                    filename [filename ...]

positional arguments:
  filename      файл(ы), которые надо добавить

optional arguments:
  -h, --help    show this help message and exit
  --db DB_FILE  имя БД
  -s           если флаг установлен, добавлять данные коммутаторов, иначе
               добавлять DHCP записи

$ python parse_dhcp_snooping.py get -h
usage: parse_dhcp_snooping.py get [-h] [--db DB_FILE]
                                   [-k {mac,ip,vlan,interface,switch}]
                                   [-v VALUE] [-a]

optional arguments:
  -h, --help          show this help message and exit
  --db DB_FILE        имя БД
  -k {mac,ip,vlan,interface,switch}
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

-v VALUE	параметр для поиска записей
-а	значение параметра
	показать все содержимое БД

```
$ python parse_dhcp_snooping.py create_db
Создаю БД dhcp_snooping.db со схемой dhcp_snooping_schema.sql
Создаю базу данных...
```

```
$ python parse_dhcp_snooping.py add sw[1-3]_dhcp_snooping.txt
Читаю информацию из файлов
sw1_dhcp_snooping.txt, sw2_dhcp_snooping.txt, sw3_dhcp_snooping.txt
```

Добавляю данные по DHCP записях в dhcp\_snooping.db

```
$ python parse_dhcp_snooping.py add -s switches.yml
Добавляю данные о коммутаторах
```

```
$ python parse_dhcp_snooping.py get
В таблице dhcp такие записи:
```

Активные записи:

-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
↔--								
00:09:BB:3D:D6:58	10.1.10.2	10	FastEthernet0/1	sw1	1	2019-03-08	✉	
↔16:47:52								
00:04:A3:3E:5B:69	10.1.5.2	5	FastEthernet0/10	sw1	1	2019-03-08	✉	
↔16:47:52								
00:05:B3:7E:9B:60	10.1.5.4	5	FastEthernet0/9	sw1	1	2019-03-08	✉	
↔16:47:52								
00:07:BC:3F:A6:50	10.1.10.6	10	FastEthernet0/3	sw1	1	2019-03-08	✉	
↔16:47:52								
00:09:BC:3F:A6:50	192.168.100.100	1	FastEthernet0/7	sw1	1	2019-03-08	✉	
↔16:47:52								
00:A9:BB:3D:D6:58	10.1.10.20	10	FastEthernet0/7	sw2	1	2019-03-08	✉	
↔16:47:52								
00:B4:A3:3E:5B:69	10.1.5.20	5	FastEthernet0/5	sw2	1	2019-03-08	✉	
↔16:47:52								
00:C5:B3:7E:9B:60	10.1.5.40	5	FastEthernet0/9	sw2	1	2019-03-08	✉	
↔16:47:52								

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

00:A9:BC:3F:A6:50	10.1.10.60	20	FastEthernet0/2	sw2	1	2019-03-08
↪ 16:47:52						
00:E9:BC:3F:A6:50	100.1.1.6	3	FastEthernet0/20	sw3	1	2019-03-08
↪ 16:47:52						
-----						
↪ ---						

```
$ python parse_dhcp_snooping.py get -k vlan -v 10
```

Данные из БД: dhcp\_snooping.db

Информация об устройствах с такими параметрами: vlan 10

Активные записи:

00:09:BB:3D:D6:58	10.1.10.2	10	FastEthernet0/1	sw1	1	2019-03-08 16:47:52
00:07:BC:3F:A6:50	10.1.10.6	10	FastEthernet0/3	sw1	1	2019-03-08 16:47:52
00:A9:BB:3D:D6:58	10.1.10.20	10	FastEthernet0/7	sw2	1	2019-03-08 16:47:52
-----						

```
$ python parse_dhcp_snooping.py get -k vln -v 10
```

```
usage: parse_dhcp_snooping.py get [-h] [--db DB_FILE]
                                  [-k {mac,ip,vlan,interface,switch}]
                                  [-v VALUE] [-a]
```

```
parse_dhcp_snooping.py get: error: argument -k: invalid choice: 'vln' (choose
↪ from 'mac', 'ip', 'vlan', 'interface', 'switch')
```



# 6

## V. Работа с сетевым оборудованием

В этой части рассматриваются:

- подключение к оборудованию по SSH и Telnet
- одновременное подключение к нескольким устройствам
- создание шаблонов конфигурации с помощью Jinja2
- обработка вывода команд с помощью TextFSM

## 19. Подключение к оборудованию

В этом разделе рассматривается как подключиться к оборудованию по протоколам:

- SSH
- Telnet

В Python есть несколько модулей, которые позволяют подключаться к оборудованию и выполнять команды:

- **rexpexpect** - это реализация expect на Python
  - этот модуль позволяет работать с любой интерактивной сессией: ssh, telnet, sftp и др.
  - кроме того, он позволяет выполнять различные команды в ОС (это можно делать и с помощью других модулей)
  - несмотря на то, что rexpexpect может быть менее удобным в использовании, чем другие модули, он реализует более общий функционал и это позволяет использовать его в ситуациях, когда другие модули не работают
- **telnetlib** - этот модуль позволяет подключаться по Telnet
  - в версии 1.0 netmiko также появилась поддержка Telnet, поэтому, если netmiko поддерживает то оборудование, которое используется у вас, удобней будет использовать его
- **paramiko** - это модуль, который позволяет подключаться по SSHv2
  - он более удобен в использовании, чем rexpexpect, но с более узкой функциональностью (поддерживает только SSH)
- **netmiko** - это модуль, который упрощает использование paramiko для сетевых устройств
  - netmiko это «обертка» вокруг paramiko, которая ориентирована на работу с сетевым оборудованием

В этом разделе рассматриваются все 4 модуля, а также как подключаться к нескольким устройствам параллельно. В примерах раздела используются три маршрутизатора. К ним нет никаких требований, только настроенный SSH.

Параметры, которые используются в разделе:

- пользователь: cisco
- пароль: cisco
- пароль на режим enable: cisco
- SSH версии 2

- IP-адреса: 192.168.100.1, 192.168.100.2, 192.168.100.3

## Ввод пароля

При подключении к оборудованию вручную, как правило, пароль также вводится вручную.

При автоматизации подключения надо решить, каким образом будет передаваться пароль:

- Запрашивать пароль при старте скрипта и считывать ввод пользователя. Минус в том, что будет видно, какие символы вводит пользователь
- Записывать логин и пароль в каком-то файле (это не очень безопасно).

Как правило, один и тот же пользователь использует одинаковый логин и пароль для подключения к оборудованию. И, как правило, будет достаточно запросить логин и пароль при старте скрипта, а затем использовать их для подключения на разные устройства.

К сожалению, если использовать `input()`, набираемый пароль будет виден. А хотелось бы, чтобы при вводе пароля вводимые символы не отображались.

## Модуль `getpass`

Модуль `getpass` позволяет запрашивать пароль, не отображая вводимые символы:

```
In [1]: import getpass  
  
In [2]: password = getpass.getpass()  
Password:  
  
In [3]: print(password)  
testpass
```

## Переменные окружения

Еще один вариант хранения пароля (а можно и пользователя) - переменные окружения.

Например, таким образом логин и пароль записываются в переменные:

```
$ export SSH_USER=user  
$ export SSH_PASSWORD=userpass
```

А затем в Pythonчитываются значения в переменные в скрипте:

```
import os

USERNAME = os.environ.get('SSH_USER')
PASSWORD = os.environ.get('SSH_PASSWORD')
```

## Модуль pexpect

Модуль pexpect позволяет автоматизировать интерактивные подключения, такие как:

- telnet
- ssh
- ftp

---

**Примечание:** Pexpect - это реализация expect на Python.

---

Для начала, модуль pexpect нужно установить:

```
pip install pexpect
```

Логика работы pexpect такая:

- запускается какая-то программа
- pexpect ожидает определенный вывод (приглашение, запрос пароля и подобное)
- получив вывод, он отправляет команды/данные
- последние два действия повторяются столько, сколько нужно

При этом сам pexpect не реализует различные утилиты, а использует уже готовые.

В pexpect есть два основных инструмента:

- функция run()
- класс spawn

**pexpect.run()**

Функция run() позволяет вызвать какую-то программу и вернуть её вывод.

Например:

```
In [1]: import pexpect

In [2]: output = pexpect.run('ls -ls')

In [3]: print(output)
b'total 44\r\n4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 3203 Jul 14 07:15 1_pexpect.py\r\n4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 3393 Jul 14 07:15 2_telnetlib.py\r\n4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 3452 Jul 14 07:15 3_paramiko.py\r\n4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 718 Jul 14 07:15 4_netmiko.py\r\n4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 300 Jul 8 15:31 devices.yaml\r\n4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 413 Jul 14 07:15 netmiko_function.py\r\n4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 876 Jul 14 07:15 netmiko_multiprocessing.py\r\n4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 1147 Jul 14 07:15 netmiko_threading_data_list.py\r\n4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 1121 Jul 14 07:15 netmiko_threading_data.py\r\n4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 671 Jul 14 07:15 netmiko_threading.py\r\n'

In [4]: print(output.decode('utf-8'))
total 44
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 3203 Jul 14 07:15 1_pexpect.py
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 3393 Jul 14 07:15 2_telnetlib.py
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 3452 Jul 14 07:15 3_paramiko.py
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 3127 Jul 14 07:15 4_netmiko.py
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 718 Jul 14 07:15 4_netmiko_telnet.py
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 300 Jul 8 15:31 devices.yaml
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 413 Jul 14 07:15 netmiko_function.py
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 876 Jul 14 07:15 netmiko_multiprocessing.py
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 1147 Jul 14 07:15 netmiko_threading_data_list.py
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 1121 Jul 14 07:15 netmiko_threading_data.py
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 671 Jul 14 07:15 netmiko_threading.py
```

### pexpect.spawn

Класс `spawn` поддерживает больше возможностей. Он позволяет взаимодействовать с вызванной программой, отправляя данные и ожидая ответ.

Например, таким образом можно инициировать соединение SSH:

```
In [5]: ssh = pexpect.spawn('ssh cisco@192.168.100.1')
```

После выполнения этой строки, подключение готово. Теперь необходимо указать какую строку ожидать. В данном случае, надо дождаться запроса о пароле:

```
In [6]: ssh.expect('[Pp]assword')
Out[6]: 0
```

Обратите внимание как описана строка, которую ожидает `rexpect`: `[Pp]assword`. Это регулярное выражение, которое описывает строку `password` или `Password`. То есть, методу `expect` можно передавать регулярное выражение как аргумент.

Метод `expect` вернул число 0 в результате работы. Это число указывает, что совпадение было найдено и что это элемент с индексом ноль. Индекс тут фигурирует из-за того, что `expect` можно передавать список строк. Например, можно передать список с двумя элементами:

```
In [7]: ssh = pexpect.spawn('ssh cisco@192.168.100.1')

In [8]: ssh.expect(['password', 'Password'])
Out[8]: 1
```

Обратите внимание, что теперь возвращается 1. Это значит, что совпадением было слово `Password`.

Теперь можно отправлять пароль. Для этого используется команда `sendline`:

```
In [9]: ssh.sendline('cisco')
Out[9]: 6
```

Команда `sendline` отправляет строку, автоматически добавляет к ней перевод строки на основе значения `os.linesep`, а затем возвращает число указывающее сколько байт было записано.

---

**Примечание:** В `rexpect` есть несколько вариантов отправки команд, не только `sendline`.

---

Для того чтобы попасть в режим `enable` цикл `expect-sendline` повторяется:

```
In [10]: ssh.expect(' [>#]')
Out[10]: 0

In [11]: ssh.sendline('enable')
Out[11]: 7

In [12]: ssh.expect('[Pp]assword')
Out[12]: 0

In [13]: ssh.sendline('cisco')
Out[13]: 6

In [14]: ssh.expect(' [>#]')
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

Out[14]: 0

Теперь можно отправлять команду:

```
In [15]: ssh.sendline('sh ip int br')
Out[15]: 13
```

После отправки команды, reexpect надо указать до какого момента считать вывод. Указываем, что считать надо до #:

```
In [16]: ssh.expect('#')
Out[16]: 0
```

Вывод команды находится в атрибуте before:

```
In [17]: ssh.before
Out[17]: b'sh ip int br\r\nInterface                  IP-Address      OK? Method
→Status          Protocol\r\nEthernet0/0           192.168.100.1   u
→YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/1           192.168.
→200.1      YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/2           192.168.
→19.1.1.1     YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/3           192.168.
→         192.168.230.1  YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/4           192.168.
→3.100       10.100.0.1   YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/5           192.168.
→\r\nEthernet0/3.200  10.200.0.1  YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/6           192.168.
→up         \r\nEthernet0/3.300  10.30.0.1   YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/7           192.168.
→         up           \r\nR1'
```

Так как результат выводится в виде последовательности байтов, надо конвертировать ее в строку:

```
In [18]: show_output = ssh.before.decode('utf-8')

In [19]: print(show_output)
sh ip int br
Interface                  IP-Address      OK? Method Status
→Protocol
Ethernet0/0           192.168.100.1   YES NVRAM   up
Ethernet0/1           192.168.200.1   YES NVRAM   up
Ethernet0/2           19.1.1.1      YES NVRAM   up
Ethernet0/3           192.168.230.1   YES NVRAM   up
Ethernet0/3.100        10.100.0.1    YES NVRAM   up
Ethernet0/3.200        10.200.0.1    YES NVRAM   up
Ethernet0/3.300        10.30.0.1     YES NVRAM   up
R1
```

Завершается сессия вызовом метода close:

```
In [20]: ssh.close()
```

## Специальные символы в shell

Pexpect не интерпретирует специальные символы shell, такие как >, |, \*.

Для того, чтобы, например, команда ls -ls | grep SUMMARY отработала, нужно запустить shell таким образом:

```
In [1]: import pexpect

In [2]: p = pexpect.spawn('/bin/bash -c "ls -ls | grep pexpect"')

In [3]: p.expect(pexpect.EOF)
Out[3]: 0

In [4]: print(p.before)
b'4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 3203 Jul 14 07:15 1_pexpect.py\r\n'

In [5]: print(p.before.decode('utf-8'))
4 -rw-r--r-- 1 vagrant vagrant 3203 Jul 14 07:15 1_pexpect.py
```

### pexpect.EOF

В предыдущем примере встретилось использование pexpect.EOF.

---

**Примечание:** EOF (end of file) — конец файла

---

Это специальное значение, которое позволяет отреагировать на завершение исполнения команды или сессии, которая была запущена в spawn.

При вызове команды ls -ls pexpect не получает интерактивный сеанс. Команда выполняется и всё, на этом завершается её работа.

Поэтому если запустить её и указать в expect приглашение, возникнет ошибка:

```
In [5]: p = pexpect.spawn('/bin/bash -c "ls -ls | grep SUMMARY"')

In [6]: p.expect('nattaur')
-----
EOF                                         Traceback (most recent call last)
                                                (continues on next page)
```

(продолжение с предыдущей страницы)

```
<ipython-input-9-9c71777698c2> in <module>()
----> 1 p.expect('nattaur')
... 
```

Если передать в expect EOF, ошибки не будет.

## Метод reexpect.expect

В reexpect.expect как шаблон может использоваться:

- регулярное выражение
- EOF - этот шаблон позволяет среагировать на исключение EOF
- TIMEOUT - исключение timeout (по умолчанию значение timeout = 30 секунд)
- compiled re

Еще одна очень полезная возможность reexpect.expect: можно передавать не одно значение, а список.

Например:

```
In [7]: p = reexpect.spawn('/bin/bash -c "ls -ls | grep netmiko"')
In [8]: p.expect(['py3_convert', reexpect.TIMEOUT, reexpect.EOF])
Out[8]: 2 
```

Тут несколько важных моментов:

- когда reexpect.expect вызывается со списком, можно указывать разные ожидаемые строки
- кроме строк, можно указывать исключения
- reexpect.expect возвращает номер элемента списка, который сработал
  - в данном случае номер 2, так как исключение EOF находится в списке под номером два
- за счет такого формата можно делать ответвления в программе, в зависимости от того, с каким элементом было совпадение

## Пример использования reexpect

Пример использования reexpect для подключения к оборудованию и передачи команды show (файл 1\_reexpect.py):

```
1 import pexpect
2 import getpass
3 import sys
4
5
6 command = sys.argv[1]
7 user = input('Username: ')
8 password = getpass.getpass()
9 enable_pass = getpass.getpass(prompt='Enter enable password: ')
10
11 devices_ip = ['192.168.100.1', '192.168.100.2', '192.168.100.3']
12
13 for ip in devices_ip:
14     print('Connection to device {}'.format(ip))
15     with pexpect.spawn('ssh {}@{}'.format(user, ip)) as ssh:
16
17         ssh.expect('Password:')
18         ssh.sendline(password)
19
20         ssh.expect('#>')
21         ssh.sendline('enable')
22
23         ssh.expect('Password:')
24         ssh.sendline(enable_pass)
25
26         ssh.expect('#')
27         ssh.sendline('terminal length 0')
28
29         ssh.expect('#')
30         ssh.sendline(command)
31
32         ssh.expect('#')
33         print(ssh.before.decode('ascii'))
```

Комментарии к скрипту:

- команда, которую нужно выполнить, передается как аргумент
- затем запрашивается логин, пароль и пароль на режим enable
  - пароли запрашиваются с помощью модуля getpass
- ip\_list - это список IP-адресов устройств, к которым будет выполняться подключение
- в цикле выполняется подключение к устройствам из списка
- в классе spawn выполняется подключение по SSH к текущему адресу, используя указан-

ное имя пользователя

- после этого начинают чередоваться пары методов: expect и sendline
  - expect - ожидание подстроки
  - sendline - когда строка появилась, отправляется команда
- так происходит до конца цикла, и только последняя команда отличается:
  - before позволяет считать всё, что поймал reexpect до предыдущей подстроки в expect

**Примечание:** Обратите внимание на строку ssh.expect('[#>]'). Метод expect ожидает не просто строку, а регулярное выражение.

Выполнение скрипта выглядит так:

```
$ python 1_pexpect.py "sh ip int br"
Username: nata
Password:
Enter enable secret:
Connection to device 192.168.100.1
sh ip int br
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0    192.168.100.1   YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1    unassigned     YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1.10  10.1.10.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.20  10.1.20.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.30  10.1.30.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.40  10.1.40.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.50  10.1.50.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.60  10.1.60.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.70  10.1.70.1     YES manual up          up
R1
Connection to device 192.168.100.2
sh ip int br
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0    192.168.100.2   YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1    unassigned     YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1.10  10.2.10.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.20  10.2.20.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.30  10.2.30.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.40  10.2.40.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.50  10.2.50.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.60  10.2.60.1     YES manual up          up
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

FastEthernet0/1.70      10.2.70.1        YES manual up
R2
Connection to device 192.168.100.3
sh ip int br
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0       192.168.100.3   YES NVRAM  up
FastEthernet0/1       unassigned     YES NVRAM  up
FastEthernet0/1.10    10.3.10.1      YES manual up
FastEthernet0/1.20    10.3.20.1      YES manual up
FastEthernet0/1.30    10.3.30.1      YES manual up
FastEthernet0/1.40    10.3.40.1      YES manual up
FastEthernet0/1.50    10.3.50.1      YES manual up
FastEthernet0/1.60    10.3.60.1      YES manual up
FastEthernet0/1.70    10.3.70.1      YES manual up
R3

```

Обратите внимание, что, так как в последнем expect указано, что надо ожидать подстроку #, метод before показал и команду, и имя хоста.

## Модуль telnetlib

Модуль telnetlib входит в стандартную библиотеку Python. Это реализация клиента telnet.

---

**Примечание:** Подключиться по telnet можно и используя reexpect. Плюс telnetlib в том, что этот модуль входит в стандартную библиотеку Python.

---

Принцип работы telnetlib напоминает reexpect, но есть несколько отличий. Самое заметное отличие в том, что telnetlib требует передачи байтовой строки, а не обычной.

Подключение выполняется таким образом:

```
In [1]: telnet = telnetlib.Telnet('192.168.100.1')
```

С помощью метода read\_until указывается до какой строки считать вывод. При этом, как аргумент надо передавать не обычную строку, а байты:

```
In [2]: telnet.read_until(b'Username')
Out[2]: b'\r\n\r\nUser Access Verification\r\n\r\nUsername'
```

Метод read\_until возвращает все, что он считал до указанной строки.

Для передачи данных используется метод write. Ему нужно передавать байтовую строку:

```
In [3]: telnet.write(b'cisco\n')
```

Читаем вывод до слова Password и передаем пароль:

```
In [4]: telnet.read_until(b'Password')
Out[4]: b': cisco\r\nPassword'
```

```
In [5]: telnet.write(b'cisco\n')
```

Теперь можно указать, что надо считать вывод до приглашения, а затем отправить команду:

```
In [6]: telnet.read_until(b'>')
Out[6]: b': \r\nR1>

In [7]: telnet.write(b'sh ip int br\n')
```

После отправки команды можно продолжать использовать метод read\_until:

```
In [8]: telnet.read_until(b'>')
Out[8]: b'sh ip int br\r\nInterface                  IP-Address      OK? Method_
→ Status          Protocol\r\nEthernet0/0           192.168.100.1   □
→ YES NVRAM      up            \r\nEthernet0/1           192.168.
→ 200.1    YES NVRAM      up            \r\nEthernet0/2           □
→ 19.1.1.1      YES NVRAM      up            \r\nEthernet0/3           □
→ 192.168.230.1 YES NVRAM      up            \r\nEthernet0/             □
→ 3.100          10.100.0.1    YES NVRAM      up            up      □
→ \r\nEthernet0/3.200 10.200.0.1    YES NVRAM      up            □
→ up            \r\nEthernet0/3.300    10.30.0.1     YES NVRAM      up            □
→ up            \r\nR1>'
```

Или использовать еще один метод для чтения read\_very\_eager. При использовании метода read\_very\_eager, можно отправить несколько команд, а затем считать весь доступный вывод:

```
In [9]: telnet.write(b'sh arp\n')
```

```
In [10]: telnet.write(b'sh clock\n')
```

```
In [11]: telnet.write(b'sh ip int br\n')
```

```
In [12]: all_result = telnet.read_very_eager().decode('utf-8')
```

```
In [13]: print(all_result)
```

```
sh arp
```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
----------	---------	-----------	---------------	------	-----------

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

Internet	10.30.0.1	-	aabb.cc00.6530	ARPA	Ethernet0/3.300
Internet	10.100.0.1	-	aabb.cc00.6530	ARPA	Ethernet0/3.100
Internet	10.200.0.1	-	aabb.cc00.6530	ARPA	Ethernet0/3.200
Internet	19.1.1.1	-	aabb.cc00.6520	ARPA	Ethernet0/2
Internet	192.168.100.1	-	aabb.cc00.6500	ARPA	Ethernet0/0
Internet	192.168.100.2	124	aabb.cc00.6600	ARPA	Ethernet0/0
Internet	192.168.100.3	143	aabb.cc00.6700	ARPA	Ethernet0/0
Internet	192.168.100.100	160	aabb.cc80.c900	ARPA	Ethernet0/0
Internet	192.168.200.1	-	0203.e800.6510	ARPA	Ethernet0/1
Internet	192.168.200.100	13	0800.27ac.16db	ARPA	Ethernet0/1
Internet	192.168.230.1	-	aabb.cc00.6530	ARPA	Ethernet0/3
R1>	sh clock				
*19:18:57.980 UTC Fri Nov 3 2017					
R1>	sh ip int br				
Interface		IP-Address	OK?	Method	Status
→Protocol					■
Ethernet0/0		192.168.100.1	YES	NVRAM	up
Ethernet0/1		192.168.200.1	YES	NVRAM	up
Ethernet0/2		19.1.1.1	YES	NVRAM	up
Ethernet0/3		192.168.230.1	YES	NVRAM	up
Ethernet0/3.100		10.100.0.1	YES	NVRAM	up
Ethernet0/3.200		10.200.0.1	YES	NVRAM	up
Ethernet0/3.300		10.30.0.1	YES	NVRAM	up
R1>					

С `read_until` будет немного другой подход. Можно выполнить те же три команды, но затем получать вывод по одной за счет чтения до строки с приглашением:

In [14]: `telnet.write(b'sh arp\n')`In [15]: `telnet.write(b'sh clock\n')`In [16]: `telnet.write(b'sh ip int br\n')`In [17]: `telnet.read_until(b'>')`

Out[17]: b'sh arp\r\nProtocol Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	■
→Interface\r\nInternet 10.30.0.1	-	aabb.cc00.6530	ARPA	■
→Ethernet0/3.300\r\nInternet 10.100.0.1	-	aabb.cc00.6530	ARPA	■
→Ethernet0/3.100\r\nInternet 10.200.0.1	-	aabb.cc00.6530	ARPA	■
→Ethernet0/3.200\r\nInternet 19.1.1.1	-	aabb.cc00.6520	ARPA	■
→Ethernet0/2\r\nInternet 192.168.100.1	-	aabb.cc00.6500	ARPA	■
→Ethernet0/0\r\nInternet 192.168.100.2	126	aabb.cc00.6600	ARPA	■
→Ethernet0/0\r\nInternet 192.168.100.3	145	aabb.cc00.6700	ARPA	■
→Ethernet0/0\r\nInternet 192.168.100.100	162	aabb.cc80.c900	ARPA	(continues on next page)
→Ethernet0/0\r\nInternet 192.168.200.1	-	0203.e800.6510	ARPA	■
470 →Ethernet0/1\r\nInternet 192.168.200.100	15	0800.27ac.16db	ARPA	■
→Ethernet0/1\r\nInternet 192.168.230.1	-	aabb.cc00.6530	ARPA	■
→Ethernet0/3\r\nR1>				

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [18]: telnet.read_until(b'>')
Out[18]: b'sh clock\r\n*19:20:39.388 UTC Fri Nov 3 2017\r\nR1>

In [19]: telnet.read_until(b'>')
Out[19]: b'sh ip int br\r\nInterface                  IP-Address      OK? Method
→Status          Protocol\r\nEthernet0/0           192.168.100.1   u
→YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/1           192.168.
→200.1     YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/2           192.168.
→19.1.1.1    YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/3           192.168.
→      192.168.230.1  YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/4           192.168.
→3.100       10.100.0.1   YES NVRAM    up           up             u
→\r\nEthernet0/3.200  10.200.0.1   YES NVRAM    up           up             u
→up         \r\nEthernet0/3.300  10.30.0.1   YES NVRAM    up           up             u
→up         \r\nR1>'
```

Важное отличие между `read_until` и `read_very_eager` заключается в том, как они реагируют на отсутствие вывода.

Метод `read_until` ждет определенную строку. По умолчанию, если ее нет, метод «зависнет». Опциональный параметр `timeout` позволяет указать сколько ждать нужную строку:

```
In [20]: telnet.read_until(b'>', timeout=5)
Out[20]: b''
```

Если за указанное время строка не появилась, возвращается пустая строка.

Метод `read_very_eager` просто вернет пустую строку, если вывода нет:

```
In [21]: telnet.read_very_eager()
Out[21]: b''
```

Метод `expect` позволяет указывать список с регулярными выражениями. Он работает похоже на `reexpect`, но в модуле `telnetlib` всегда надо передавать список регулярных выражений.

При этом, можно передавать байтовые строки или компилированные регулярные выражения:

```
In [22]: telnet.write(b'sh clock\n')

In [23]: telnet.expect([b'[>#]'])
Out[23]:
(0,
 <sre.SRE_Match object; span=(46, 47), match=b'>>',
 b'sh clock\r\n*19:35:10.984 UTC Fri Nov 3 2017\r\nR1>')
```

Метод `expect` возвращает кортеж из трех элементов:

- индекс выражения, которое совпало
- объект Match
- байтовая строка, которая содержит все считанное до регулярного выражения и включая его

Соответственно, при необходимости, с этими элементами можно дальше работать:

```
In [24]: telnet.write(b'sh clock\n')

In [25]: regex_idx, match, output = telnet.expect([b'[>#]'])

In [26]: regex_idx
Out[26]: 0

In [27]: match.group()
Out[27]: b'>'

In [28]: match
Out[28]: <_sre.SRE_Match object; span=(46, 47), match=b'>'>

In [29]: match.group()
Out[29]: b'>'

In [30]: output
Out[30]: b'sh clock\r\n*19:37:21.577 UTC Fri Nov 3 2017\r\nR1>'

In [31]: output.decode('utf-8')
Out[31]: 'sh clock\r\n*19:37:21.577 UTC Fri Nov 3 2017\r\nR1>'
```

Закрывается соединение методом close:

```
In [32]: telnet.close()
```

## Пример использования telnetlib

Принцип работы telnetlib напоминает reexpect, поэтому пример ниже должен быть понятен.

Файл 2\_telnetlib.py:

```
1 import telnetlib
2 import time
3 import getpass
4 import sys
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

5
6
7 command = sys.argv[1].encode('ascii')
8 user = input('Username: ').encode('ascii')
9 password = getpass.getpass().encode('ascii')
10 enable_pass = getpass.getpass(prompt='Enter enable password: ').encode('ascii')
11
12 devices_ip = ['192.168.100.1', '192.168.100.2', '192.168.100.3']
13
14 for ip in devices_ip:
15     print('Connection to device {}'.format(ip))
16     with telnetlib.Telnet(ip) as t:
17
18         t.read_until(b'Username:')
19         t.write(user + b'\n')
20
21         t.read_until(b>Password:")
22         t.write(password + b'\n')
23         t.write(b'enable\n')
24
25         t.read_until(b>Password:")
26         t.write(enable_pass + b'\n')
27         t.write(b'terminal length 0\n')
28         t.write(command + b'\n')
29
30         time.sleep(1)
31
32         output = t.read_very_eager().decode('ascii')
33         print(output)
34

```

telnetlib очень похож на rexpexpect: \* with telnetlib.Telnet(ip) as t - класс Telnet представляет соединение к серверу.

- в данном случае ему передается только IP-адрес, но можно передать и порт, к которому нужно подключаться
- read\_until - похож на метод expect в модуле rexpexpect. Указывает, до какой строки следует считывать вывод
- write - передать строку
- read\_very\_eager - считать всё, что получается

---

**Примечание:** Использование объекта Telnet как менеджера контекста добавлено в версии

## 3.6

Выполнение скрипта:

```
$ python 2_telnetlib.py "sh ip int br"
Username: cisco
Password:
Enter enable secret:
Connection to device 192.168.100.1

R1#terminal length 0
R1#sh ip int br
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0    192.168.100.1   YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1    unassigned     YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1.10  10.1.10.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.20  10.1.20.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.30  10.1.30.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.40  10.1.40.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.50  10.1.50.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.60  10.1.60.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.70  10.1.70.1     YES manual up          up
R1#
Connection to device 192.168.100.2

R2#terminal length 0
R2#sh ip int br
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0    192.168.100.2   YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1    unassigned     YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1.10  10.2.10.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.20  10.2.20.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.30  10.2.30.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.40  10.2.40.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.50  10.2.50.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.60  10.2.60.1     YES manual up          up
FastEthernet0/1.70  10.2.70.1     YES manual up          up
R2#
Connection to device 192.168.100.3

R3#terminal length 0
R3#sh ip int br
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0    192.168.100.3   YES NVRAM  up           up
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

FastEthernet0/1	unassigned	YES NVRAM	up	up
FastEthernet0/1.10	10.3.10.1	YES manual	up	up
FastEthernet0/1.20	10.3.20.1	YES manual	up	up
FastEthernet0/1.30	10.3.30.1	YES manual	up	up
FastEthernet0/1.40	10.3.40.1	YES manual	up	up
FastEthernet0/1.50	10.3.50.1	YES manual	up	up
FastEthernet0/1.60	10.3.60.1	YES manual	up	up
FastEthernet0/1.70	10.3.70.1	YES manual	up	up
R3#				

## Модуль paramiko

Paramiko - это реализация протокола SSHv2 на Python. Paramiko предоставляет функциональность клиента и сервера. Мы будем рассматривать только функциональность клиента.

Так как Paramiko не входит в стандартную библиотеку модулей Python, его нужно установить:

```
pip install paramiko
```

Пример использования Paramiko (файл 3\_paramiko.py):

```

1 import paramiko
2 import getpass
3 import sys
4 import time

5

6
7 command = sys.argv[1]
8 user = input('Username: ')
9 password = getpass.getpass()
10 enable_pass = getpass.getpass(prompt='Enter enable password: ')

11
12 devices_ip = ['192.168.100.1', '192.168.100.2', '192.168.100.3']

13
14 for ip in devices_ip:
15     print('Connection to device {}'.format(ip))
16     client = paramiko.SSHClient()
17     client.set_missing_host_key_policy(paramiko.AutoAddPolicy())

18
19     client.connect(
20         hostname=ip,
21         username=user,
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
22     password=password,
23     look_for_keys=False,
24     allow_agent=False)
25
26     with client.invoke_shell() as ssh:
27         ssh.send('enable\n')
28         ssh.send(enable_pass + '\n')
29         time.sleep(0.5)
30
31         ssh.send('terminal length 0\n')
32         time.sleep(1)
33         ssh.recv(1000)
34
35         ssh.send(command + '\n')
36         time.sleep(2)
37         result = ssh.recv(5000).decode('ascii')
38         print(result)
39
```

Комментарии к скрипту:

- `client = paramiko.SSHClient()` - этот класс представляет соединение к SSH-серверу.  
Он выполняет аутентификацию клиента.
- `client.set_missing_host_key_policy(paramiko.AutoAddPolicy())`
  - `set_missing_host_key_policy` - устанавливает, какую политику использовать, когда выполняется подключение к серверу, ключ которого неизвестен.
  - `paramiko.AutoAddPolicy()` - политика, которая автоматически добавляет новое имя хоста и ключ в локальный объект `HostKeys`.
- `client.connect(IP, username=USER, password=PASSW0RD, look_for_keys=False, allow_agent=False)`
  - `client.connect` - метод, который выполняет подключение к SSH-серверу и аутентифицирует подключение
    - \* `hostname` - имя хоста или IP-адрес
    - \* `username` - имя пользователя
    - \* `password` - пароль
    - \* `look_for_keys` - по умолчанию paramiko выполняет аутентификацию по ключам. Чтобы отключить это, надо поставить флаг в `False`
    - \* `allow_agent` - paramiko может подключаться к локальному SSH агенту ОС. Это

нужно при работе с ключами, а так как в данном случае аутентификация выполняется по логину/паролю, это нужно отключить.

- `with client.invoke_shell() as ssh` - после выполнения предыдущей команды уже есть подключение к серверу. Метод `invoke_shell` позволяет установить интерактивную сессию SSH с сервером.
- Внутри установленной сессии выполняются команды и получаются данные:
  - \* `ssh.send` - отправляет указанную строку в сессию
  - \* `ssh.recv` - получает данные из сессии. В скобках указывается максимальное значение в байтах, которое можно получить. Этот метод возвращает считанную строку
  - \* Кроме этого, между отправкой команды и считыванием кое-где стоит строка `time.sleep`. С помощью неё указывается пауза - сколько времени подождать, прежде чем скрипт продолжит выполняться. Это делается для того, чтобы дождаться выполнения команды на оборудовании

Так выглядит результат выполнения скрипта:

```
$ python 3_paramiko.py "sh ip int br"
Username: cisco
Password:
Enter enable secret:
Connection to device 192.168.100.1

R1>enable
Password:
R1#terminal length 0

R1#
sh ip int br
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0    192.168.100.1   YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1    unassigned     YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1.10  10.1.10.1     YES manual  up           up
FastEthernet0/1.20  10.1.20.1     YES manual  up           up
FastEthernet0/1.30  10.1.30.1     YES manual  up           up
FastEthernet0/1.40  10.1.40.1     YES manual  up           up
FastEthernet0/1.50  10.1.50.1     YES manual  up           up
FastEthernet0/1.60  10.1.60.1     YES manual  up           up
FastEthernet0/1.70  10.1.70.1     YES manual  up           up
R1#
Connection to device 192.168.100.2
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
R2>enable
Password:
R2#terminal length 0
R2#
sh ip int br
FastEthernet0/0      192.168.100.2    YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1      unassigned        YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1.10   10.2.10.1       YES manual  up           up
FastEthernet0/1.20   10.2.20.1       YES manual  up           up
FastEthernet0/1.30   10.2.30.1       YES manual  up           up
FastEthernet0/1.40   10.2.40.1       YES manual  up           up
FastEthernet0/1.50   10.2.50.1       YES manual  up           up
FastEthernet0/1.60   10.2.60.1       YES manual  up           up
FastEthernet0/1.70   10.2.70.1       YES manual  up           up
R2#
Connection to device 192.168.100.3

R3>enable
Password:
R3#terminal length 0
R3#
sh ip int br
Interface          IP-Address      OK? Method Status
→Protocol
FastEthernet0/0     192.168.100.3   YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1     unassigned      YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1.10  10.3.10.1      YES manual  up           up
FastEthernet0/1.20  10.3.20.1      YES manual  up           up
FastEthernet0/1.30  10.3.30.1      YES manual  up           up
FastEthernet0/1.40  10.3.40.1      YES manual  up           up
FastEthernet0/1.50  10.3.50.1      YES manual  up           up
FastEthernet0/1.60  10.3.60.1      YES manual  up           up
FastEthernet0/1.70  10.3.70.1      YES manual  up           up
R3#
```

Обратите внимание, что в вывод попал и процесс ввода пароля enable, и команда terminal length.

Это связано с тем, что paramiko собирает весь вывод в буфер. И, при вызове метода recv (например, ssh.recv(1000)), paramiko возвращает всё, что есть в буфере. После выполнения recv буфер пуст.

Поэтому, если нужно получить только вывод команды sh ip int br, то надо оставить recv, но

не делать print:

```
ssh.send('enable\n')
ssh.send(ENABLE_PASS + '\n')
time.sleep(1)

ssh.send('terminal length 0\n')
time.sleep(1)
#Тут мы вызываем recv, но не выводим содержимое буфера
ssh.recv(1000)

ssh.send(COMMAND + '\n')
time.sleep(3)
result = ssh.recv(5000).decode('utf-8')
print(result)
```

## Модуль netmiko

Netmiko - это модуль, который позволяет упростить использование paramiko для сетевых устройств. Netmiko использует paramiko, но при этом создает интерфейс и методы, которые нужны для работы с сетевым оборудованием.

Сначала netmiko нужно установить:

```
pip install netmiko
```

Пример использования netmiko (файл 4\_netmiko.py):

```
1 import getpass
2 import sys
3 from netmiko import ConnectHandler

4

5
6 command = sys.argv[1]
7 user = input('Username: ')
8 password = getpass.getpass()
9 enable_pass = getpass.getpass(prompt='Enter enable password: ')

10
11 devices_ip = ['192.168.100.1', '192.168.100.2', '192.168.100.3']

12
13 for ip in devices_ip:
14     print('connection to device {}'.format(ip))
15     device_params = {
16         'device_type': 'cisco_ios',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

17     'ip': ip,
18     'username': user,
19     'password': password,
20     'secret': enable_pass
21 }
22
23 with ConnectHandler(**device_params) as ssh:
24     ssh.enable()
25
26     result = ssh.send_command(command)
27     print(result)

```

Пример, который использовался с pexpect, telnetlib и paramiko выглядит значительно проще с netmiko.

Разберемся с содержимым скрипта:

- device\_params - это словарь, в котором указываются параметры устройства. Параметр device\_type - это предопределенные значения, которые понимает netmiko. В данном случае, так как подключение выполняется к устройству с Cisco IOS, используется значение cisco\_ios
- with ConnectHandler(\*\*device\_params) as ssh - устанавливается соединение с устройством на основе параметров, которые находятся в словаре
  - две звездочки перед словарем - это распаковка словаря (подробнее в разделе [Распаковка аргументов](#))
- ssh.enable() - переход в режим enable. Пароль передается автоматически - используется значение ключа secret, который указан в словаре device\_params
- result = ssh.send\_command(COMMAND) - отправка команды и получение вывода

В этом примере не передается команда terminal length, так как netmiko по умолчанию выполняет эту команду.

Так выглядит результат выполнения скрипта:

```
$ python 4_netmiko.py "sh ip int br"
Username: cisco
Password:
Enter enable password:
Connection to device 192.168.100.1
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0    192.168.100.1   YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1    unassigned      YES NVRAM  up           up
FastEthernet0/1.10  10.1.10.1     YES manual up           up
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

FastEthernet0/1.20	10.1.20.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.30	10.1.30.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.40	10.1.40.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.50	10.1.50.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.60	10.1.60.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.70	10.1.70.1	YES manual up	up
Connection to device 192.168.100.2			
Interface	IP-Address	OK? Method Status	Protocol
FastEthernet0/0	192.168.100.2	YES NVRAM up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES NVRAM up	up
FastEthernet0/1.10	10.2.10.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.20	10.2.20.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.30	10.2.30.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.40	10.2.40.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.50	10.2.50.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.60	10.2.60.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.70	10.2.70.1	YES manual up	up
Connection to device 192.168.100.3			
Interface	IP-Address	OK? Method Status	Protocol
FastEthernet0/0	192.168.100.3	YES NVRAM up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES NVRAM up	up
FastEthernet0/1.10	10.3.10.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.20	10.3.20.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.30	10.3.30.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.40	10.3.40.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.50	10.3.50.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.60	10.3.60.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1.70	10.3.70.1	YES manual up	up

В выводе нет никаких лишних приглашений, только вывод команды `sh ip int br`.

## Возможности netmiko

Так как netmiko наиболее удобный модуль для подключения к сетевому оборудованию, разберемся с ним подробней.

## Поддерживаемые типы устройств

Netmiko поддерживает несколько типов устройств:

- Arista vEOS
- Cisco ASA

- Cisco IOS
- Cisco IOS-XR
- Cisco SG300
- HP Comware7
- HP ProCurve
- Juniper Junos
- Linux
- и другие

Актуальный список можно посмотреть в [репозитории](#) модуля.

### Словарь, определяющий параметры устройств

В словаре могут указываться такие параметры:

```
cisco_router = {'device_type': 'cisco_ios', # предопределенный тип устройства
                 'ip': '192.168.1.1', # адрес устройства
                 'username': 'user', # имя пользователя
                 'password': 'userpass', # пароль пользователя
                 'secret': 'enablepass', # пароль режима enable
                 'port': 20022, # порт SSH, по умолчанию 22
                 }
```

### Подключение по SSH

```
ssh = ConnectHandler(**cisco_router)
```

### Режим enable

Перейти в режим enable:

```
ssh.enable()
```

Выйти из режима enable:

```
ssh.exit_enable_mode()
```

## Отправка команд

В netmiko есть несколько способов отправки команд:

- `send_command` - отправить одну команду
- `send_config_set` - отправить список команд или команду в конфигурационном режиме
- `send_config_from_file` - отправить команды из файла (использует внутри метод `send_config_set`)
- `send_command_timing` - отправить команду и подождать вывод на основании таймера

### `send_command`

Метод `send_command` позволяет отправить одну команду на устройство.

Например:

```
result = ssh.send_command('show ip int br')
```

Метод работает таким образом:

- отправляет команду на устройство и получает вывод до строки с приглашением или до указанной строки
  - приглашение определяется автоматически
  - если на вашем устройстве оно не определилось, можно просто указать строку, до которой считывать вывод
  - ранее так работал метод `send_command_expect`, но с версии 1.0.0 так работает `send_command`, а метод `send_command_expect` оставлен для совместимости
- метод возвращает вывод команды
- методу можно передавать такие параметры:
  - `command_string` - команда
  - `expect_string` - до какой строки считывать вывод
  - `delay_factor` - параметр позволяет увеличить задержку до начала поиска строки
  - `max_loops` - количество итераций, до того как метод выдаст ошибку (исключение). По умолчанию 500
  - `strip_prompt` - удалить приглашение из вывода. По умолчанию удаляется
  - `strip_command` - удалить саму команду из вывода

В большинстве случаев достаточно будет указать только команду.

### **send\_config\_set**

Метод `send_config_set` позволяет отправить команду или несколько команд конфигурационного режима.

Пример использования:

```
commands = ['router ospf 1',
            'network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0',
            'network 192.168.100.0 0.0.0.255 area 1']

result = ssh.send_config_set(commands)
```

Метод работает таким образом:

- заходит в конфигурационный режим,
- затем передает все команды
- и выходит из конфигурационного режима
- в зависимости от типа устройства, выхода из конфигурационного режима может и не быть. Например, для IOS-XR выхода не будет, так как сначала надо закоммитить изменения

### **send\_config\_from\_file**

Метод `send_config_from_file` отправляет команды из указанного файла в конфигурационный режим.

Пример использования:

```
result = ssh.send_config_from_file('config_ospf.txt')
```

Метод открывает файл, считывает команды и передает их методу `send_config_set`.

## **Дополнительные методы**

Кроме перечисленных методов для отправки команд, netmiko поддерживает такие методы:

- `config_mode` - перейти в режим конфигурации: `ssh.config_mode()`
- `exit_config_mode` - выйти из режима конфигурации: `ssh.exit_config_mode()`
- `check_config_mode` - проверить, находится ли netmiko в режиме конфигурации (возвращает `True`, если в режиме конфигурации, и `False` - если нет): `ssh.check_config_mode()`
- `find_prompt` - возвращает текущее приглашение устройства: `ssh.find_prompt()`

- `commit` - выполнить commit на IOS-XR и Juniper: `ssh.commit()`
- `disconnect` - завершить соединение SSH

**Примечание:** Выше `ssh` - это созданное предварительно соединение SSH: `ssh = ConnectHandler(**cisco_router)`

## Поддержка Telnet

С версии 1.0.0 netmiko поддерживает подключения по Telnet, пока что только для Cisco IOS устройств.

Внутри netmiko использует `telnetlib` для подключения по Telnet. Но, при этом, предоставляет тот же интерфейс для работы, что и подключение по SSH.

Для того, чтобы подключиться по Telnet, достаточно в словаре, который определяет параметры подключения, указать тип устройства „`cisco_ios_telnet`“:

```
DEVICE_PARAMS = {'device_type': 'cisco_ios_telnet',
                 'ip': IP,
                 'username': USER,
                 'password': PASSWORD,
                 'secret': ENABLE_PASS }
```

В остальном, методы, которые применимы к SSH, применимы и к Telnet. Пример, аналогичный примеру с SSH (файл `4_netmiko_telnet.py`):

```
1 import getpass
2 import sys
3 import time
4
5 from netmiko import ConnectHandler
6
7 command = sys.argv[1]
8 user = input('Username: ')
9 password = getpass.getpass()
10 enable_pass = getpass.getpass(prompt='Enter enable password: ')
11
12 devices_ip = ['192.168.100.1', '192.168.100.2', '192.168.100.3']
13
14 for ip in devices_ip:
15     print('connection to device {}'.format(ip))
16     device_params = {
17         'device_type': 'cisco_ios_telnet',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
18     'ip': ip,
19     'username': user,
20     'password': password,
21     'secret': enable_pass,
22     'verbose': True
23 }
24 with ConnectHandler(**device_params) as telnet:
25     telnet.enable()
26
27     result = telnet.send_command(command)
28     print(result)
```

Аналогично работают и методы:

- `send_command_timing()`
- `find_prompt()`
- `send_config_set()`
- `send_config_from_file()`
- `check_enable_mode()`
- `disconnect()`

## Дополнительные материалы

Документация:

- [paramiko Client](#)
- [paramiko Channel](#)
- [netmiko](#)
- [threading](#)
- [multiprocessing](#)
- [queue](#)
- [time](#)
- [datetime](#)
- [getpass](#)

**Статьи:**

- [Netmiko Library](#)
- [Automate SSH connections with netmiko](#)
- [Network Automation Using Python: BGP Configuration](#)

## Задания

**Предупреждение:** Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий есть автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

*Как работать с тестами и основы pytest.*

### Задание 19.1

Создать функцию `send_show_command`.

Функция подключается по SSH (с помощью `netmiko`) к одному устройству и выполняет указанную команду.

Параметры функции:

- `device` - словарь с параметрами подключения к устройству
- `command` - команда, которую надо выполнить

Функция возвращает строку с выводом команды.

Скрипт должен отправлять команду `command` на все устройства из файла `devices.yaml` с помощью функции `send_show_command`.

```
command = "sh ip int br"
```

### Задание 19.1a

Скопировать функцию `send_show_command` из задания 19.1 и переделать ее таким образом, чтобы обрабатывалось исключение, которое генерируется при ошибке аутентификации на устройстве.

При возникновении ошибки, на стандартный поток вывода должно выводиться сообщение исключения.

Для проверки измените пароль на устройстве или в файле `devices.yaml`.

### Задание 19.1b

Скопировать функцию `send_show_command` из задания 19.1a и переделать ее таким образом, чтобы обрабатывалось не только исключение, которое генерируется при ошибке аутентификации на устройстве, но и исключение, которое генерируется, когда IP-адрес устройства недоступен.

При возникновении ошибки, на стандартный поток вывода должно выводиться сообщение исключения.

Для проверки измените IP-адрес на устройстве или в файле devices.yaml.

## Задание 19.2

Создать функцию send\_config\_commands

Функция подключается по SSH (с помощью netmiko) к устройству и выполняет перечень команд в конфигурационном режиме на основании переданных аргументов.

Параметры функции:

- device - словарь с параметрами подключения к устройству
- config\_commands - список команд, которые надо выполнить

Функция возвращает строку с результатами выполнения команды:

```
In [7]: r1
Out[7]:
{'device_type': 'cisco_ios',
 'ip': '192.168.100.1',
 'username': 'cisco',
 'password': 'cisco',
 'secret': 'cisco'}

In [8]: commands
Out[8]: ['logging 10.255.255.1', 'logging buffered 20010', 'no logging console']

In [9]: result = send_config_commands(r1, commands)

In [10]: result
Out[10]: 'config term\nEnter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.\nR1(config)#logging 10.255.255.1\nR1(config)#logging buffered 20010\nR1(config)#no logging console\nR1(config)#end\nR1#'

In [11]: print(result)
config term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#logging 10.255.255.1
R1(config)#logging buffered 20010
R1(config)#no logging console
R1(config)#end
R1#
```

Скрипт должен отправлять команду command на все устройства из файла devices.yaml с помощью функции send\_config\_commands.

```
commands = [
    'logging 10.255.255.1', 'logging buffered 20010', 'no logging console'
]
```

### Задание 19.2a

Скопировать функцию send\_config\_commands из задания 19.2 и добавить параметр verbose, который контролирует будет ли выводится на стандартный поток вывода информация о том к какому устройству выполняется подключение.

---

**Примечание:** verbose - это параметр функции send\_config\_commands, не параметр ConnectHandler!

---

По умолчанию, результат должен выводиться.

Пример работы функции:

```
In [13]: result = send_config_commands(r1, commands)
Подключаюсь к 192.168.100.1...

In [14]: result = send_config_commands(r1, commands, verbose=False)

In [15]:
```

Скрипт должен отправлять список команд commands на все устройства из файла devices.yaml с помощью функции send\_config\_commands.

### Задание 19.2b

Скопировать функцию send\_config\_commands из задания 19.2a и добавить проверку на ошибки.

При выполнении каждой команды, скрипт должен проверять результат на такие ошибки:

- Invalid input detected, Incomplete command, Ambiguous command

Если при выполнении какой-то из команд возникла ошибка, функция должна выводить сообщение на стандартный поток вывода с информацией о том, какая ошибка возникла, при выполнении какой команды и на каком устройстве, например: Команда «logging» выполнилась с ошибкой «Incomplete command.» на устройстве 192.168.100.1

Ошибки должны выводиться всегда, независимо от значения параметра `verbose`. При этом, `verbose` по-прежнему должен контролировать будет ли выводиться сообщение: Подключаюсь к 192.168.100.1...

Функция `send_config_commands` теперь должна возвращать кортеж из двух словарей:

- первый словарь с выводом команд, которые выполнились без ошибки
- второй словарь с выводом команд, которые выполнились с ошибками

Оба словаря в формате:

- ключ - команда
- значение - вывод с выполнением команд

Проверить работу функции можно на одном устройстве.

Пример работы функции `send_config_commands`:

```
In [16]: commands
Out[16]:
['logging 0255.255.1',
 'logging',
 'a',
 'logging buffered 20010',
 'ip http server']

In [17]: result = send_config_commands(r1, commands)
Подключаюсь к 192.168.100.1...
Команда "logging 0255.255.1" выполнилась с ошибкой "Invalid input detected at '^' <marker." на устройстве 192.168.100.1
Команда "logging" выполнилась с ошибкой "Incomplete command." на устройстве 192.168.100.1
Команда "a" выполнилась с ошибкой "Ambiguous command: "a"" на устройстве 192.168.100.1

In [18]: pprint(result, width=120)
({'ip http server': 'config term\n'
 'Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.\n'
 'R1(config)#ip http server\n'
 'R1(config)#',
 'logging buffered 20010': 'config term\n'
 'Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.\n'
 'R1(config)#logging buffered 20010\n'
 'R1(config)#'},
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

{'a': 'config term\n'
 'Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.\n'
 'R1(config)#a\n'
 '% Ambiguous command: "a"\n'
 'R1(config)#',
 'logging': 'config term\n'
 'Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.\n'
 'R1(config)#logging\n'
 '% Incomplete command.\n'
 '\n'
 'R1(config)#',
 'logging 0255.255.1': 'config term\n'
 'Enter configuration commands, one per line. End with
 ↪CNTL/Z.\n'
 'R1(config)#logging 0255.255.1\n'
 '^          ^\n'
 "% Invalid input detected at '^' marker.\n"
 '\n'
 'R1(config)#')

```

In [19]: good, bad = result

In [20]: good.keys()  
Out[20]: dict\_keys(['logging buffered 20010', 'ip http server'])

In [21]: bad.keys()  
Out[21]: dict\_keys(['logging 0255.255.1', 'logging', 'a'])

Примеры команд с ошибками:

```

R1(config)#logging 0255.255.1
^
% Invalid input detected at '^' marker.

R1(config)#logging
% Incomplete command.

R1(config)#a
% Ambiguous command: "a"

```

Списки команд с ошибками и без:

```
commands_with_errors = ['logging 0255.255.1', 'logging', 'a']
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
correct_commands = ['logging buffered 20010', 'ip http server']

commands = commands_with_errors + correct_commands
```

### Задание 19.2с

Скопировать функцию `send_config_commands` из задания 19.2b и переделать ее таким образом: Если при выполнении команды возникла ошибка, спросить пользователя надо ли выполнять остальные команды.

Варианты ответа [y]/n:

- у - выполнять остальные команды. Это значение по умолчанию, поэтому нажатие любой комбинации воспринимается как у
- n или no - не выполнять остальные команды

Функция `send_config_commands` по-прежнему должна возвращать кортеж из двух словарей:

- первый словарь с выводом команд, которые выполнились без ошибки
- второй словарь с выводом команд, которые выполнились с ошибками

Оба словаря в формате

- ключ - команда
- значение - вывод с выполнением команд

Проверить работу функции можно на одном устройстве.

Пример работы функции:

```
In [11]: result = send_config_commands(r1, commands)
Подключаюсь к 192.168.100.1...
Команда "logging 0255.255.1" выполнилась с ошибкой "Invalid input detected at '^'<br/>marker." на устройстве 192.168.100.1
Продолжать выполнять команды? [y]/n: у
Команда "logging" выполнилась с ошибкой "Incomplete command." на устройстве 192.<br/>168.100.1
Продолжать выполнять команды? [y]/n: n

In [12]: pprint(result)
{},
{'logging': 'config term\n'<br/>'Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.\n'<br/>'R1(config)#logging\n'}
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
% Incomplete command.\n'
'\n'
'R1(config)#',
logging 0255.255.1': 'config term\n'
    'Enter configuration commands, one per line. End with '
    'CNTL/Z.\n'
    'R1(config)#logging 0255.255.1\n'
    '\n'
    "% Invalid input detected at '^' marker.\n"
    '\n'
    'R1(config)#'})
```

Списки команд с ошибками и без:

```
commands_with_errors = ['logging 0255.255.1', 'logging', 'a']
correct_commands = ['logging buffered 20010', 'ip http server']

commands = commands_with_errors + correct_commands
```

### Задание 19.3

Создать функцию `send_commands` (для подключения по SSH используется `netmiko`).

Параметры функции:

- `device` - словарь с параметрами подключения к устройству, которому надо передать команды
- `show` - одна команда `show` (строка)
- `config` - список с командами, которые надо выполнить в конфигурационном режиме

В зависимости от того, какой аргумент был передан, функция вызывает разные функции внутри. При вызове функции `send_commands`, всегда будет передаваться только один из аргументов `show`, `config`.

Далее комбинация из аргумента и соответствующей функции:

- `show` - функция `send_show_command` из задания 19.1
- `config` - функция `send_config_commands` из задания 19.2

Функция возвращает строку с результатами выполнения команд или команды.

Проверить работу функции:

- со списком команд `commands`
- командой `command`

Пример работы функции:

```
In [14]: send_commands(r1, show='sh clock')
Out[14]: '*17:06:12.278 UTC Wed Mar 13 2019'

In [15]: send_commands(r1, config=['username user5 password pass5', 'username
           ↪user6 password pass6'])
Out[15]: 'config term\nEnter configuration commands, one per line. End with CNTL/
           ↪Z.\nR1(config)#username user5 password pass5\nR1(config)#username user6
           ↪password pass6\nR1(config)#end\nR1#'
```

Пример команд:

```
commands = [
    'logging 10.255.255.1', 'logging buffered 20010']
command = 'sh ip int br'
```

## 20. Одновременное подключение к нескольким устройствам

Когда нужно опросить много устройств, выполнение подключений поочередно будет достаточно долгим. Конечно, это будет быстрее, чем подключение вручную, но хотелось бы получать отклик как можно быстрее.

---

**Примечание:** Все эти «долго» и «быстрее» относительные понятия, но в этом разделе мы научимся и конкретно измерять, сколько отрабатывал скрипт, чтобы сравнить, насколько быстрее будет выполняться подключение.

---

Для параллельного подключения к устройствам в этом разделе используется модуль concurrent.futures.

### Измерение времени выполнения скрипта

Для оценки времени выполнения скрипта есть несколько вариантов. Тут используются самые простые варианты:

- утилиты Linux time
- и модуль Python datetime

При оценке времени выполнения скрипта в данном случае не важна высокая точность. Главное - сравнить время выполнения скрипта в разных вариантах.

#### time

Утилита time в Linux позволяет замерить время выполнения скрипта. Для использования утилиты time достаточно написать time перед строкой запуска скрипта:

```
$ time python thread_paramiko.py
...
real    0m4.712s
user    0m0.336s
sys     0m0.064s
```

Нас интересует real время. В данном случае это 4.7 секунд.

## **datetime**

Второй вариант - модуль `datetime`. Этот модуль позволяет работать со временем и датами в Python.

Пример использования:

```
from datetime import datetime
import time

start_time = datetime.now()

#Тут выполняются действия
time.sleep(5)

print(datetime.now() - start_time)
```

Результат выполнения:

```
$ python test.py
0:00:05.004949
```

## **Процессы и потоки в Python (CPython)**

Для начала нам нужно разобраться с терминами:

- процесс (process) - это, грубо говоря, запущенная программа. Процессу выделяются отдельные ресурсы: память, процессорное время
- поток (thread) - это единица исполнения в процессе. Потоки разделяют ресурсы процесса, к которому они относятся.

Python (а точнее, CPython - реализация, которая используется в книге) оптимизирован для работы в однопоточном режиме. Это хорошо, если в программе используется только один поток. И, в то же время, у Python есть определенные нюансы работы в многопоточном режиме. Связаны они с тем, что CPython использует GIL (global interpreter lock).

GIL не дает нескольким потокам исполнять одновременно код Python. Если не вдаваться в подробности, то GIL можно представить как некий переходящий флаг, который разрешает потокам выполнятся. У кого флаг, тот может выполнять работу. Флаг передается либо каждые сколько-то инструкций Python, либо, например, когда выполняются какие-то операции ввода-вывода.

Поэтому получается, что разные потоки не будут выполняться параллельно, а программа просто будет между ними переключаться, выполняя их в разное время. Однако, если в программе есть некое «ожидание»: пакетов из сети, запроса пользователя, пауза типа `time.sleep`,

то в такой программе потоки будут выполняться как будто параллельно. А всё потому, что во время таких пауз флаг (GIL) можно передать другому потоку.

То есть, потоки отлично подходят для задач, которые связаны с операциями ввода-вывода:

- Подключение к оборудованию и подключение по сети в целом
- Работа с файловой системой
- Скачивание файлов по сети

---

**Примечание:** В интернете часто можно встретить выражения «В Python лучше вообще не использовать потоки». К сожалению, такие фразы не всегда пишут с контекстом, а именно, что речь о конкретных задачах, которые завязаны на CPU.

---

В следующих разделах рассматривается, как использовать потоки для подключения по Telnet/SSH. И проверяется, какое суммарное время будет занимать исполнение скрипта, по сравнению с последовательным исполнением и с использованием процессов.

## Процессы

Процессы позволяют выполнять задачи на разных ядрах компьютера. Это важно для задач, которые завязаны на CPU. Для каждого процесса создается своя копия ресурсов, выделяется память, у каждого процесса свой GIL. Это же делает процессы более тяжеловесными, по сравнению с потоками.

Кроме того, количество процессов, которые запускаются параллельно, зависит от количества ядер и CPU и обычно исчисляется в десятках, тогда как количество потоков для операций ввода-вывода может исчисляться в сотнях.

Процессы и потоки можно совмещать, но это усложняет программу и на базовом уровне для операций ввода-вывода лучше остановиться на потоках.

---

**Примечание:** Совмещение потоков и процессов, то есть запуск процесса в программе и внутри него уже запуск потоков - сильно усложняет трабблшутинг программы. И лучше такой вариант не использовать.

---

Несмотря на то, что, как правило, для задач ввода-вывода лучше использовать потоки с некоторыми модулями надо использовать процессы, так как они могут некорректно работать с потоками.

---

**Примечание:** Помимо процессов и потоков есть еще один вариант одновременного подключения к оборудованию: асинхронное программирование. Этот вариант не рассматривается в

книге.

## Количество потоков

Сколько потоков нужно использовать при подключении к оборудованию? На этот вопрос нет однозначного ответа. Количество потоков, как минимум, зависит от того на каком компьютере выполняется скрипт (ОС, память, процессор), от самой сети (задержек).

Поэтому, вместо поиска идеального количества потоков, надо замерить количество на своем компьютере, сети, скрипте. Например, в примерах к этому разделу есть скрипт netmiko\_count\_threads.py, который запускает одну и ту же функцию с разным количеством потоков и выводит информацию о времени выполнения. В функции по умолчанию используется небольшое количество устройств из файла devices\_all.yaml и небольшое количество потоков, однако его можно адаптировать к любому количеству для своей сети.

Пример подключения к 5000 устройств с разным количеством потоков:

```
Количество устройств: 5460
```

```
#30 потоков
```

```
-----  
Время выполнения: 0:09:17.187867
```

```
#50 потоков
```

```
-----  
Время выполнения: 0:09:17.604252
```

```
#70 потоков
```

```
-----  
Время выполнения: 0:09:17.117332
```

```
#90 потоков
```

```
-----  
Время выполнения: 0:09:16.693774
```

```
#100 потоков
```

```
-----  
Время выполнения: 0:09:17.083294
```

```
#120 потоков
```

```
-----  
Время выполнения: 0:09:17.945270
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

#140 потоков

Время выполнения: 0:09:18.114993

#200 потоков

Время выполнения: 0:11:12.951247

#300 потоков

Время выполнения: 0:14:03.790432

В этом случае время выполнения с 30 потоками и 120 потоков одинаковое, а после время только увеличивается. Так происходит потому что на переключение между потоками также тратится много времени, чем больше потоков, тем больше переключений. И с какого-то момента нет смысла увеличивать количество потоков. Тут оптимальным количеством можно считать, например, 50 потоков. Тут мы берем не 30 чтобы сделать запас.

## Потоковая безопасность

При работе с потоками есть несколько рекомендаций, а также правил. Если их соблюдать, работать с потоками будет проще и, скорее всего, не будет проблем именно из-за потоков. Конечно, время от времени, будут появляться задачи, которые потребуют нарушения рекомендаций. Однако, прежде чем делать это, лучше попытаться решить задачу соблюдая рекомендации. Если это невозможно, тогда надо искать как обезопасить решение, чтобы не были повреждены данные.

Очень важная особенность работы с потоками: на небольшом количестве потоков и небольших тестовых задачах «все работает». Например, вывод информации с помощью `print`, при подключении к 20 устройствам в 5 потоков, будет работать нормально. А при подключении к большому количеству устройств с большим количеством потоков окажется, что иногда сообщения «налазят» друг на друга. Такая особенность проявляется очень часто, поэтому не доверяйте варианту когда «все работает» на базовых примерах, соблюдайте правила работы с потоками.

Прежде чем разбираться с правилами, надо разобраться с термином «потоковая безопасность». Потоковая безопасность - это концепция, которая описывает работу с многопоточными программами. Код считается потокобезопасным (*thread-safe*), если он может работать нормально при использовании нескольких потоков.

Например, функция `print` не является потокобезопасной. Это проявляется в том, что когда код выполняет `print` из разных потоков, сообщения на стандартном потоке вывода могут смешиваться. Может выводиться сначала часть сообщения из одного потока, потом часть из второго, потом часть из первого и так далее. То есть, функция `print` не работает нормально (как

положено) в потоках. В этом случае говорят, что функция `print` не является потокобезопасной (not thread-safe).

В общем случае, проблем не будет, если каждый поток работает со своими ресурсами. Например, каждый поток пишет данные в свой файл. Однако, это не всегда возможно или может усложнять решение.

---

**Примечание:** С `print` проблемы потому что из разных потоков пишем в один стандартный поток вывода, а `print` не потокобезопасен.

---

В том случае, если надо все же из разных потоков писать в один и тот же ресурс, есть два варианта:

1. Писать в один и тот же ресурс после того как работа в потоке закончилась. Например, в потоках 1, 2 и 3 выполнилась функция, ее результат по очереди (последовательно) получен из каждого потока, а затем записан в файл.
2. Использовать потокобезопасную альтернативу (не всегда доступна и/или не всегда простая). Например, вместо функции `print` использовать модуль `logging`.

Рекомендации при работе с потоками:

1. Не пишите в один и тот же ресурс из разных потоков, если ресурс или то, чем пишете не предназначено для многопоточной работы. Выяснить это, проще всего, погуглив что-то вроде «python write to file from threads».
  - В этой рекомендации есть нюансы. Например, можно писать из разных потоков в один и тот же файл, если использовать `Lock` или использовать потокобезопасную очередь. Эти варианты, чаще всего, непросты в использовании и не рассматриваются в книге. Скорее всего, 95% задач, с которыми вы будете сталкиваться, можно решить без них.
  - К этой категории относится запись/изменение списков/словарей/множеств из разных потоков. Сами по себе эти объекты потокобезопасны, но нет гарантии, что при изменении с одного и того же списка из разных потоков, данные в списке будут правильные. В случае, если надо использовать общий контейнер для данных для разных потоков, надо использовать очередь `queue` из модуля `Queue`. Она потокобезопасна и с ней можно работать из разных потоков.
2. Если есть возможность, избегайте коммуникаций между потоками в процессе их работы. Это непростая задача и лучше постараться обойтись без нее.
3. Соблюдайте принцип KISS (Keep it simple, stupid) - постарайтесь, чтобы решение было максимально простым.

---

**Примечание:** Эти рекомендации, в целом, написаны для тех, кто только начинает программировать на Python. Однако, как правило, они актуальны для большинства программистов, которые пишут приложения для пользователей, а не фреймворки.

---

Модуль concurrent.futures, который будет рассматриваться дальше, упрощает соблюдение первого принципа «Не пишите в один и тот же ресурс из разных потоков...». Сам интерфейс работы с модулем к этому подталкивает, но конечно не запрещает его нарушать.

Однако, перед знакомством с concurrent.futures, надо рассмотреть основы работы с модулем logging. Он будет использоваться вместо функции print, которая не является потокобезопасной.

## Модуль logging

Модуль logging - это модуль из стандартной библиотеки Python, который позволяет настраивать логирование из скрипта. У модуля logging очень много возможностей и огромное количество вариантов настройки. В этом разделе рассматривается только базовый вариант настройки.

Самый простой вариант настройки логирования в скрипте, использовать logging.basicConfig:

```
import logging

logging.basicConfig(
    format='%(threadName)s %(name)s %(levelname)s: %(message)s',
    level=logging.INFO)
```

В таком варианте настройки:

- все сообщения будут выводиться на стандартный поток вывода,
- будут выводиться сообщения уровня INFO и выше,
- в каждом сообщении будет информация о потоке, имя логера, уровень сообщения и само сообщение.

Теперь, чтобы вывести log-сообщение в этом скрипте, надо написать так logging.info("тест").

Пример скрипта с настройкой логирования: (файл logging\_basics.py)

```
1 from datetime import datetime
2 import logging
3 import netmiko
4 import yaml
5
6
7 # эта строка указывает , что лог-сообщения paramiko будут выводиться
8 # только если они уровня WARNING и выше
9 logging.getLogger("paramiko").setLevel(logging.WARNING)
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

10
11 logging.basicConfig(
12     format = '%(threadName)s %(name)s %(levelname)s: %(message)s',
13     level=logging.INFO)
14
15
16 def send_show(device, show):
17     start_msg = '====> {} Connection: {}'
18     received_msg = '<==== {} Received:   {}'
19     ip = device["ip"]
20     logging.info(start_msg.format(datetime.now().time(), ip))
21
22     with netmiko.ConnectHandler(**device) as ssh:
23         ssh.enable()
24         result = ssh.send_command(show)
25         logging.info(received_msg.format(datetime.now().time(), ip))
26     return result
27
28
29 if __name__ == "__main__":
30     with open('devices.yaml') as f:
31         devices = yaml.safe_load(f)
32     for dev in devices:
33         print(send_show(dev, 'sh clock'))

```

При выполнении скрипта, вывод будет таким:

```

$ python logging_basics.py
MainThread root INFO: ===> 12:26:12.767168 Connection: 192.168.100.1
MainThread root INFO: <==== 12:26:18.307017 Received:   192.168.100.1
*12:26:18.137 UTC Wed Jun 5 2019
MainThread root INFO: ===> 12:26:18.413913 Connection: 192.168.100.2
MainThread root INFO: <==== 12:26:23.991715 Received:   192.168.100.2
*12:26:23.819 UTC Wed Jun 5 2019
MainThread root INFO: ===> 12:26:24.095452 Connection: 192.168.100.3
MainThread root INFO: <==== 12:26:29.478553 Received:   192.168.100.3
*12:26:29.308 UTC Wed Jun 5 2019

```

---

**Примечание:** В модуле `logging` еще очень много возможностей. В этом разделе используется только базовый вариант настройки. Узнать больше о возможностях модуля можно в [Logging HOWTO](#)

---

## Модуль concurrent.futures

Модуль concurrent.futures предоставляет высокоуровневый интерфейс для работы с процессами и потоками. При этом и для потоков, и для процессов используется одинаковый интерфейс, что позволяет легко переключаться между ними.

Если сравнивать этот модуль с threading или multiprocessing, то у него меньше возможностей, но с concurrent.futures работать проще и интерфейс более понятный.

Модуль concurrent.futures позволяет решить задачу запуска нескольких потоков/процессов и получения из них данных. Для этого в модуле используются два класса:

- **ThreadPoolExecutor** - для работы с потоками
- **ProcessPoolExecutor** - для работы с процессами

Оба класса используют одинаковый интерфейс, поэтому достаточно разобраться с одним и затем просто переключиться на другой при необходимости.

Создание объекта Executor на примере ThreadPoolExecutor:

```
executor = ThreadPoolExecutor(max_workers=5)
```

После создания объекта Executor, у него есть три метода: shutdown, map и submit. Метод shutdown отвечает за завершение потоков/процессов, а методы map и submit за запуск функций в разных потоках/процессах.

---

**Примечание:** На самом деле, map и submit могут запускать не только функции, а и любой вызываемый объект. Однако далее будут рассматриваться только функции.

---

Метод shutdown указывает, что объекту Executor надо завершить работу. При этом, если методу shutdown передать значение wait=True (значение по умолчанию), он не вернет результат пока не завершатся все функции, которые запущены в потоках. Если же wait=False, метод shutdown завершает работу мгновенно, но при этом сам скрипт не завершит работу пока все функции не отработают.

Как правило, метод shutdown не используется явно, так как при создании объекта Executor в менеджере контекста, метод shutdown автоматически вызывается в конце блока with с wait равным True.

```
with ThreadPoolExecutor(max_workers=5) as executor:  
    ...
```

Так как методы map и submit запускают какую-то функцию в потоках или процессах, в коде должна присутствовать, как минимум, функция которая выполняет одно действие и которую надо запустить в разных потоках с разными аргументами функции.

Например, если необходимо пинговать несколько IP-адресов в разных потоках, надо создать функцию, которая будет пинговать один IP-адрес, а затем запустить эту функцию в разных потоках для разных IP-адресов с помощью concurrent.futures.

## Метод map

Синтаксис метода:

```
map(func, *iterables, timeout=None)
```

Метод map - работает похоже на встроенную функцию map: применяет функцию func к одному или более итерируемых объектов. При этом, каждый вызов функции запускается в отдельном потоке/процессе. Метод map возвращает итератор с результатами выполнения функции для каждого элемента итерируемого объекта. Результаты расположены в том же порядке, что и элементы в итерируемом объекте.

При работе с пулами потоков/процессов, создается определенное количество потоков/процессов и затем код выполняется в этих потоках. Например, если при создании пула указано, что надо создать 5 потоков, а функцию надо запустить для 10 разных устройств, подключение будет выполняться сначала к первым пяти устройствам, а затем, по мере освобождения, к остальным.

Пример использования функции map с ThreadPoolExecutor (файл netmiko\_threads\_map\_basics.py):

```

1  from datetime import datetime
2  import time
3  from itertools import repeat
4  from concurrent.futures import ThreadPoolExecutor
5  import logging
6
7  import netmiko
8  import yaml
9
10
11 logging.getLogger('paramiko').setLevel(logging.WARNING)
12
13 logging.basicConfig(
14     format = '%(threadName)s %(name)s %(levelname)s: %(message)s',
15     level=logging.INFO)
16
17
18 def send_show(device, show):
19     start_msg = '====> {} Connection: {}'
20     received_msg = '<==== {} Received: {}'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

21 ip = device['ip']
22 logging.info(start_msg.format(datetime.now().time(), ip))
23 if ip == '192.168.100.1':
24     time.sleep(5)
25
26 with netmiko.ConnectHandler(**device) as ssh:
27     ssh.enable()
28     result = ssh.send_command(show)
29     logging.info(received_msg.format(datetime.now().time(), ip))
30     return result
31
32
33 with open('devices.yaml') as f:
34     devices = yaml.safe_load(f)
35
36 with ThreadPoolExecutor(max_workers=3) as executor:
37     result = executor.map(send_show, devices, repeat('sh clock'))
38     for device, output in zip(devices, result):
39         print(device['ip'], output)

```

Так как методу map надо передавать функцию, создана функция send\_show, которая подключается к оборудованию, передает указанную команду show и возвращает результат с выводом команды.

```

def send_show(device, show):
    start_msg = '====> {} Connection: {}'
    received_msg = '<==== {} Received:   {}'
    ip = device['ip']
    logging.info(start_msg.format(datetime.now().time(), ip))
    if ip == '192.168.100.1':
        time.sleep(5)

    with netmiko.ConnectHandler(**device) as ssh:
        ssh.enable()
        result = ssh.send_command(show)
        logging.info(received_msg.format(datetime.now().time(), ip))
        return result

```

Функция send\_show выводит лог сообщения в начале и в конце работы. Это позволит определить когда функция отработала для конкретного устройства. Также внутри функции указано, что при подключению к устройству с адресом 192.168.100.1, надо сделать паузу на 5 секунд - таким образом маршрутизатор с этим адресом будет отрабатывать дольше.

Последние 4 строки кода отвечают за подключение к устройствам в отдельных потоках:

```
with ThreadPoolExecutor(max_workers=3) as executor:
    result = executor.map(send_show, devices, repeat('sh clock'))
    for device, output in zip(devices, result):
        print(device['ip'], output)
```

- `with ThreadPoolExecutor(max_workers=3) as executor:` - класс `ThreadPoolExecutor` инициируется в блоке `with` с указанием количества потоков.
- **result = executor.map(send\_show, devices, repeat('sh clock'))** - метод `map` похож на функцию `map`, но тут функция `send_show` вызывается в разных потоках. При этом в разных потоках функция будет вызываться с разными аргументами:
  - элементами итерируемого объекта `devices` и одной и той же командой `sh clock`.
  - так как вместо списка команд, тут используется только одна команда, ее надо каким-то образом повторять, чтобы метод `map` подставлял эту команду разным устройствам. Для этого используется функция `repeat` - она повторяет команду ровно столько раз, сколько запрашивает `map`
- метод `map` возвращает генератор. В этом генераторе содержатся результаты выполнения функций. Результаты находятся в том же порядке, что и устройства в списке `devices`, поэтому для совмещения IP-адресов устройств и вывода команды используется функция `zip`.

Результат выполнения:

```
$ python netmiko_threads_map_basics.py
ThreadPoolExecutor-0_0 root INFO: ===> 08:28:55.950254 Connection: 192.168.100.1
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: ===> 08:28:55.963198 Connection: 192.168.100.2
ThreadPoolExecutor-0_2 root INFO: ===> 08:28:55.970269 Connection: 192.168.100.3
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: <== 08:29:11.968796 Received: 192.168.100.2
ThreadPoolExecutor-0_2 root INFO: <== 08:29:15.497324 Received: 192.168.100.3
ThreadPoolExecutor-0_0 root INFO: <== 08:29:16.854344 Received: 192.168.100.1
192.168.100.1 *08:29:16.663 UTC Thu Jul 4 2019
192.168.100.2 *08:29:11.744 UTC Thu Jul 4 2019
192.168.100.3 *08:29:15.374 UTC Thu Jul 4 2019
```

Первые три сообщения указывают когда было выполнено подключение и к какому устройству:

```
ThreadPoolExecutor-0_0 root INFO: ===> 08:28:55.950254 Connection: 192.168.100.1
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: ===> 08:28:55.963198 Connection: 192.168.100.2
ThreadPoolExecutor-0_2 root INFO: ===> 08:28:55.970269 Connection: 192.168.100.3
```

Следующие три сообщения показывают время получения информации и завершения функции:

```
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: <==== 08:29:11.968796 Received: 192.168.100.2
ThreadPoolExecutor-0_2 root INFO: <==== 08:29:15.497324 Received: 192.168.100.3
ThreadPoolExecutor-0_0 root INFO: <==== 08:29:16.854344 Received: 192.168.100.1
```

Так как для первого устройства был добавлен sleep на 5 секунд, информация с первого маршрутизатора фактически была получена позже всего. Однако, так как метод map возвращает значения в том же порядке, что и устройства в списке device, итоговый результат выглядит так:

```
192.168.100.1 *08:29:16.663 UTC Thu Jul 4 2019
192.168.100.2 *08:29:11.744 UTC Thu Jul 4 2019
192.168.100.3 *08:29:15.374 UTC Thu Jul 4 2019
```

## Обработка исключений с map

Пример использования map с обработкой исключений:

```
1 from concurrent.futures import ThreadPoolExecutor
2 from pprint import pprint
3 from datetime import datetime
4 import time
5 from itertools import repeat
6 import logging
7
8 import yaml
9 from netmiko import ConnectHandler, NetMikoAuthenticationException
10
11
12 logging.getLogger('paramiko').setLevel(logging.WARNING)
13
14 logging.basicConfig(
15     format = '%(threadName)s %(name)s %(levelname)s: %(message)s',
16     level=logging.INFO)
17
18
19 def send_show(device_dict, command):
20     start_msg = '====> {} Connection: {}'
21     received_msg = '<==== {} Received: {}'
22     ip = device_dict['ip']
23     logging.info(start_msg.format(datetime.now().time(), ip))
24     if ip == '192.168.100.1': time.sleep(5)
25
26     try:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

27     with ConnectHandler(**device_dict) as ssh:
28         ssh.enable()
29         result = ssh.send_command(command)
30         logging.info(received_msg.format(datetime.now().time(), ip))
31     return result
32 except NetMikoAuthenticationException as err:
33     logging.warning(err)
34
35
36 def send_command_to_devices(devices, command):
37     data = {}
38     with ThreadPoolExecutor(max_workers=2) as executor:
39         result = executor.map(send_show, devices, repeat(command))
40         for device, output in zip(devices, result):
41             data[device['ip']] = output
42     return data
43
44
45 if __name__ == '__main__':
46     with open('devices.yaml') as f:
47         devices = yaml.safe_load(f)
48     pprint(send_command_to_devices(devices, 'sh ip int br'))
49

```

Пример в целом аналогичен предыдущему, но в функции `send_show` появилась обработка ошибки `NetMikoAuthenticationException`, а код, который запускал функцию `send_show` в потоках, теперь находится в функции `send_command_to_devices`.

При использовании метода `map`, обработку исключений лучше делать внутри функции, которая запускается в потоках, в данном случае это функция `send_show`.

## Метод `submit` и работа с `futures`

Метод `submit` отличается от метода `map`:

- `submit` запускает в потоке только одну функцию
- с помощью `submit` можно запускать разные функции с разными несвязанными аргументами, а `map` надо обязательно запускать с итерируемым объектами в роли аргументов
- `submit` сразу возвращает результат, не дожидаясь выполнения функции
- `submit` возвращает специальный объект `Future`, который представляет выполнение функции.

- submit возвращает Future для того чтобы вызов submit не блокировал код. Как только submit вернул Future, код может выполняться дальше. И как только запущены все функции в потоках, можно начинать запрашивать Future о том готовы ли результаты. Или воспользоваться специальной функцией `as_completed`, которая сама запрашивает результат, а код получает его по мере готовности
- submit возвращает результаты в порядке готовности, а не в порядке аргументов
- submit можно передавать ключевые аргументы, а тар только позиционные

Метод submit использует объект `Future` - это объект, который представляет отложенное вычисление. Этот объект можно запрашивать о состоянии (завершена работа или нет), можно получать результаты или исключения, которые возникли в процессе работы. Future не нужно создавать вручную, эти объекты создаются методом submit.

Пример запуска функции в потоках с помощью submit (файл `netmiko_threads_submit_basics.py`):

```

1  from concurrent.futures import ThreadPoolExecutor, as_completed
2  from pprint import pprint
3  from datetime import datetime
4  import time
5  import logging
6
7  import yaml
8  from netmiko import ConnectHandler, NetMikoAuthenticationException
9
10
11 logging.getLogger("paramiko").setLevel(logging.WARNING)
12
13 logging.basicConfig(
14     format = '%(threadName)s %(name)s %(levelname)s: %(message)s',
15     level=logging.INFO)
16
17
18 def send_show(device_dict, command):
19     start_msg = '====> {} Connection: {}'
20     received_msg = '<==== {} Received: {}'
21     ip = device_dict['ip']
22     logging.info(start_msg.format(datetime.now().time(), ip))
23     if ip == '192.168.100.1':
24         time.sleep(5)
25
26     with ConnectHandler(**device_dict) as ssh:
27         ssh.enable()
28         result = ssh.send_command(command)

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

29     logging.info(received_msg.format(datetime.now().time(), ip))
30     return {ip: result}
31
32
33 with open('devices.yaml') as f:
34     devices = yaml.safe_load(f)
35
36 with ThreadPoolExecutor(max_workers=2) as executor:
37     future_list = []
38     for device in devices:
39         future = executor.submit(send_show, device, 'sh clock')
40         future_list.append(future)
41     # то же самое в виде list comprehensions:
42     # future_list = [executor.submit(send_show, device, 'sh clock') for device in
43     #                 devices]
44     for f in as_completed(future_list):
45         print(f.result())

```

Остальной код не изменился, поэтому разобраться надо только с блоком, который запускает функцию `send_show` в потоках:

```

with ThreadPoolExecutor(max_workers=2) as executor:
    future_list = []
    for device in devices:
        future = executor.submit(send_show, device, 'sh clock')
        future_list.append(future)
    for f in as_completed(future_list):
        print(f.result())

```

Теперь в блоке `with` два цикла:

- `future_list` - это список объектов `future`:
  - для создания `future` используется функция `submit`
  - ей как аргументы передаются: имя функции, которую надо выполнить, и ее аргументы
- следующий цикл проходится по списку `future` с помощью функции `as_completed`. Эта функция возвращает `future` только когда они завершили работу или были отменены. При этом `future` возвращаются по мере завершения работы, не в порядке добавления в список `future_list`

**Примечание:** Создание списка с `future` можно сделать с помощью `list comprehensions`:

```
future_list = [executor.submit(send_show, device, 'sh clock') for device in devices]
```

Результат выполнения:

```
$ python netmiko_threads_submit_basics.py
ThreadPoolExecutor-0_0 root INFO: ===> 17:32:59.088025 Connection: 192.168.100.1
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: ===> 17:32:59.094103 Connection: 192.168.100.2
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: <==> 17:33:11.639672 Received: 192.168.100.2
{'192.168.100.2': '*17:33:11.429 UTC Thu Jul 4 2019'}
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: ===> 17:33:11.849132 Connection: 192.168.100.3
ThreadPoolExecutor-0_0 root INFO: <==> 17:33:17.735761 Received: 192.168.100.1
{'192.168.100.1': '*17:33:17.694 UTC Thu Jul 4 2019'}
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: <==> 17:33:23.230123 Received: 192.168.100.3
{'192.168.100.3': '*17:33:23.188 UTC Thu Jul 4 2019'}
```

Обратите внимание, что порядок не сохраняется и зависит от того, какие функции раньше завершили работу.

## Future

Пример запуска функции send\_show с помощью submit и вывод информации о Future (обратите внимание на статус future в разные моменты времени):

```
In [1]: from concurrent.futures import ThreadPoolExecutor

In [2]: from netmiko_threads_submit_futures import send_show

In [3]: executor = ThreadPoolExecutor(max_workers=2)

In [4]: f1 = executor.submit(send_show, r1, 'sh clock')
...: f2 = executor.submit(send_show, r2, 'sh clock')
...: f3 = executor.submit(send_show, r3, 'sh clock')
...
ThreadPoolExecutor-0_0 root INFO: ===> 17:53:19.656867 Connection: 192.168.100.1
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: ===> 17:53:19.657252 Connection: 192.168.100.2

In [5]: print(f1, f2, f3, sep='\n')
<Future at 0xb488e2ac state=running>
<Future at 0xb488ef2c state=running>
<Future at 0xb488e72c state=pending>

ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: <==> 17:53:25.757704 Received: 192.168.100.2
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: ===> 17:53:25.869368 Connection: 192.168.100.3
```

```
In [6]: print(f1, f2, f3, sep='\n')
<Future at 0xb488e2ac state=running>
<Future at 0xb488ef2c state=finished returned dict>
<Future at 0xb488e72c state=running>
```

```
ThreadPoolExecutor-0_0 root INFO: <== 17:53:30.431207 Received: 192.168.100.1
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: <== 17:53:31.636523 Received: 192.168.100.3
```

```
In [7]: print(f1, f2, f3, sep='\n')
<Future at 0xb488e2ac state=finished returned dict>
<Future at 0xb488ef2c state=finished returned dict>
<Future at 0xb488e72c state=finished returned dict>
```

Чтобы посмотреть на future, в скрипт добавлены несколько строк с выводом информации (netmiko\_threads\_submit\_futures.py):

```
1 from concurrent.futures import ThreadPoolExecutor, as_completed
2 from pprint import pprint
3 from datetime import datetime
4 import time
5 import logging
6
7 import yaml
8 from netmiko import ConnectHandler, NetMikoAuthenticationException
9
10
11 logging.getLogger("paramiko").setLevel(logging.WARNING)
12
13 logging.basicConfig(
14     format = '%(threadName)s %(name)s %(levelname)s: %(message)s',
15     level=logging.INFO)
16
17
18 def send_show(device_dict, command):
19     start_msg = '====> {} Connection: {}'
20     received_msg = '<== {} Received: {}'
21     ip = device_dict['ip']
22     logging.info(start_msg.format(datetime.now().time(), ip))
23     if ip == '192.168.100.1':
24         time.sleep(5)
25
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

26   with ConnectHandler(**device_dict) as ssh:
27     ssh.enable()
28     result = ssh.send_command(command)
29     logging.info(received_msg.format(datetime.now().time(), ip))
30   return {ip: result}
31
32
33 def send_command_to_devices(devices, command):
34   data = {}
35   with ThreadPoolExecutor(max_workers=2) as executor:
36     future_list = []
37     for device in devices:
38       future = executor.submit(send_show, device, command)
39       future_list.append(future)
40       print('Future: {} for device {}'.format(future, device['ip']))
41     for f in as_completed(future_list):
42       result = f.result()
43       print('Future done {}'.format(f))
44       data.update(result)
45   return data
46
47
48 if __name__ == '__main__':
49   with open('devices.yaml') as f:
50     devices = yaml.safe_load(f)
51   pprint(send_command_to_devices(devices, 'sh clock'))
52

```

Результат выполнения:

```

$ python netmiko_threads_submit_futures.py
Future: <Future at 0xb5ed938c state=running> for device 192.168.100.1
ThreadPoolExecutor-0_0 root INFO: ===> 07:14:26.298007 Connection: 192.168.100.1
Future: <Future at 0xb5ed96cc state=running> for device 192.168.100.2
Future: <Future at 0xb5ed986c state=pending> for device 192.168.100.3
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: ===> 07:14:26.299095 Connection: 192.168.100.2
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: <==> 07:14:32.056003 Received: 192.168.100.2
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: ===> 07:14:32.164774 Connection: 192.168.100.3
Future done <Future at 0xb5ed96cc state=finished returned dict>
ThreadPoolExecutor-0_0 root INFO: <==> 07:14:36.714923 Received: 192.168.100.1
Future done <Future at 0xb5ed938c state=finished returned dict>
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: <==> 07:14:37.577327 Received: 192.168.100.3
Future done <Future at 0xb5ed986c state=finished returned dict>

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
{'192.168.100.1': '*07:14:36.546 UTC Fri Jul 26 2019',
 '192.168.100.2': '*07:14:31.865 UTC Fri Jul 26 2019',
 '192.168.100.3': '*07:14:37.413 UTC Fri Jul 26 2019'}
```

Так как по умолчанию используется ограничение в два потока, только два из трех future показывают статус running. Третий находится в состоянии pending и ждет, пока до него дойдет очередь.

## Обработка исключений

Если при выполнении функции возникло исключение, оно будет сгенерировано при получении результата

Например, в файле devices.yaml пароль для устройства 192.168.100.2 изменен на неправильный:

```
$ python netmiko_threads_submit.py
==> 06:29:40.871851 Connection to device: 192.168.100.1
==> 06:29:40.872888 Connection to device: 192.168.100.2
==> 06:29:43.571296 Connection to device: 192.168.100.3
<== 06:29:48.921702 Received result from device: 192.168.100.3
<== 06:29:56.269284 Received result from device: 192.168.100.1
Traceback (most recent call last):
...
  File "/home/vagrant/venv/py3_convert/lib/python3.6/site-packages/netmiko/base_
→connection.py", line 500, in establish_connection
    raise NetMikoAuthenticationException(msg)
netmiko.ssh_exception.NetMikoAuthenticationException: Authentication failure: ↴
→unable to connect cisco_ios 192.168.100.2:22
Authentication failed.
```

Так как исключение возникает при получении результата, легко добавить обработку исключений (файл netmiko\_threads\_submit\_exception.py):

```
1  from concurrent.futures import ThreadPoolExecutor, as_completed
2  from pprint import pprint
3  from datetime import datetime
4  import time
5  from itertools import repeat
6  import logging
7
8  import yaml
9  from netmiko import ConnectHandler
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
10 from netmiko.ssh_exception import NetMikoAuthenticationException
11
12 logging.getLogger("paramiko").setLevel(logging.WARNING)
13
14 logging.basicConfig(
15     format='%(threadName)s %(name)s %(levelname)s: %(message)s',
16     level=logging.INFO)
17
18 start_msg = '====> {} Connection: {}'
19 received_msg = '<==== {} Received: {}'
20
21
22 def send_show(device_dict, command):
23     ip = device_dict['ip']
24     logging.info(start_msg.format(datetime.now().time(), ip))
25     if ip == '192.168.100.1': time.sleep(5)
26     with ConnectHandler(**device_dict) as ssh:
27         ssh.enable()
28         result = ssh.send_command(command)
29         logging.info(received_msg.format(datetime.now().time(), ip))
30     return {ip: result}
31
32
33 def send_command_to_devices(devices, command):
34     data = {}
35     with ThreadPoolExecutor(max_workers=2) as executor:
36         future_ssh = [
37             executor.submit(send_show, device, command) for device in devices
38         ]
39         for f in as_completed(future_ssh):
40             try:
41                 result = f.result()
42             except NetMikoAuthenticationException as e:
43                 print(e)
44             else:
45                 data.update(result)
46     return data
47
48
49 if __name__ == '__main__':
50     with open('devices.yaml') as f:
51         devices = yaml.safe_load(f)
52     pprint(send_command_to_devices(devices, 'sh clock'))
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

Результат выполнения:

```
$ python netmiko_threads_submit_exception.py
ThreadPoolExecutor-0_0 root INFO: ===> 07:21:21.190544 Connection: 192.168.100.1
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: ===> 07:21:21.191429 Connection: 192.168.100.2
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: ===> 07:21:23.672425 Connection: 192.168.100.3
Authentication failure: unable to connect cisco_ios 192.168.100.2:22
Authentication failed.
ThreadPoolExecutor-0_1 root INFO: <== 07:21:29.095289 Received: 192.168.100.3
ThreadPoolExecutor-0_0 root INFO: <== 07:21:31.607635 Received: 192.168.100.1
{'192.168.100.1': '*07:21:31.436 UTC Fri Jul 26 2019',
 '192.168.100.3': '*07:21:28.930 UTC Fri Jul 26 2019'}
```

Конечно, обработка исключения может выполняться и внутри функции `send_show`, но это просто пример того, как можно работать с исключениями при использовании `future`.

## Использование ProcessPoolExecutor

Интерфейс модуля `concurrent.futures` очень удобен тем, что переход с потоков на процессы делается заменой `ThreadPoolExecutor` на `ProcessPoolExecutor`, поэтому все примеры ниже полностью аналогичны примерам с потоками.

### Метод map

Для того чтобы использовать процессы вместо потоков, достаточно сменить `ThreadPoolExecutor` на `ProcessPoolExecutor`:

```
1 from concurrent.futures import ProcessPoolExecutor
2 from pprint import pprint
3 from datetime import datetime
4 import time
5 from itertools import repeat
6 import logging
7
8 import yaml
9 from netmiko import ConnectHandler, NetMikoAuthenticationException
10
11
12 logging.getLogger('paramiko').setLevel(logging.WARNING)
13
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

14 logging.basicConfig(
15     format = '%(threadName)s %(name)s %(levelname)s: %(message)s',
16     level=logging.INFO)
17
18
19 def send_show(device_dict, command):
20     start_msg = '====> {} Connection: {}'
21     received_msg = '<==== {} Received: {}'
22     ip = device_dict['ip']
23     logging.info(start_msg.format(datetime.now().time(), ip))
24     if ip == '192.168.100.1': time.sleep(5)
25
26     try:
27         with ConnectHandler(**device_dict) as ssh:
28             ssh.enable()
29             result = ssh.send_command(command)
30             logging.info(received_msg.format(datetime.now().time(), ip))
31     return result
32 except NetMikoAuthenticationException as err:
33     logging.warning(err)
34
35
36 def send_command_to_devices(devices, command):
37     data = {}
38     with ProcessPoolExecutor(max_workers=2) as executor:
39         result = executor.map(send_show, devices, repeat(command))
40         for device, output in zip(devices, result):
41             data[device['ip']] = output
42     return data
43
44
45 if __name__ == '__main__':
46     with open('devices.yaml') as f:
47         devices = yaml.safe_load(f)
48     pprint(send_command_to_devices(devices, 'sh clock'))
49

```

Результат выполнения:

```

$ python netmiko_processes_map.py
MainThread root INFO: ===> 08:35:50.931629 Connection: 192.168.100.2
MainThread root INFO: ===> 08:35:50.931295 Connection: 192.168.100.1
MainThread root INFO: <==== 08:35:56.353774 Received: 192.168.100.2

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
MainThread root INFO: ===> 08:35:56.469854 Connection: 192.168.100.3
MainThread root INFO: <==== 08:36:01.410230 Received: 192.168.100.1
MainThread root INFO: <==== 08:36:02.067678 Received: 192.168.100.3
{'192.168.100.1': '*08:36:01.242 UTC Fri Jul 26 2019',
 '192.168.100.2': '*08:35:56.185 UTC Fri Jul 26 2019',
 '192.168.100.3': '*08:36:01.900 UTC Fri Jul 26 2019'}
```

## Метод submit

Файл netmiko\_processes\_submit\_exception.py:

```
1  from concurrent.futures import ProcessPoolExecutor, as_completed
2  from pprint import pprint
3  from datetime import datetime
4  import time
5  from itertools import repeat
6  import logging
7
8  import yaml
9  from netmiko import ConnectHandler
10 from netmiko.ssh_exception import NetMikoAuthenticationException
11
12 logging.getLogger("paramiko").setLevel(logging.WARNING)
13
14 logging.basicConfig(
15     format = '%(threadName)s %(name)s %(levelname)s: %(message)s',
16     level=logging.INFO)
17
18 start_msg = '====> {} Connection: {}'
19 received_msg = '<==== {} Received: {}'
20
21
22 def send_show(device_dict, command):
23     ip = device_dict['ip']
24     logging.info(start_msg.format(datetime.now().time(), ip))
25     if ip == '192.168.100.1': time.sleep(5)
26     with ConnectHandler(**device_dict) as ssh:
27         ssh.enable()
28         result = ssh.send_command(command)
29         logging.info(received_msg.format(datetime.now().time(), ip))
30     return {ip: result}
31
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
32
33 def send_command_to_devices(devices, command):
34     data = {}
35     with ProcessPoolExecutor(max_workers=2) as executor:
36         future_ssh = [
37             executor.submit(send_show, device, command) for device in devices
38         ]
39     for f in as_completed(future_ssh):
40         try:
41             result = f.result()
42         except NetMikoAuthenticationException as e:
43             print(e)
44         else:
45             data.update(result)
46     return data
47
48
49 if __name__ == '__main__':
50     with open('devices.yaml') as f:
51         devices = yaml.safe_load(f)
52     pprint(send_command_to_devices(devices, 'sh clock'))
53
```

Результат выполнения:

```
$ python netmiko_processes_submit_exception.py
MainThread root INFO: ===> 08:38:08.780267 Connection: 192.168.100.1
MainThread root INFO: ===> 08:38:08.781355 Connection: 192.168.100.2
MainThread root INFO: <==== 08:38:14.420339 Received: 192.168.100.2
MainThread root INFO: ===> 08:38:14.529405 Connection: 192.168.100.3
MainThread root INFO: <==== 08:38:19.224554 Received: 192.168.100.1
MainThread root INFO: <==== 08:38:20.162920 Received: 192.168.100.3
{'192.168.100.1': '*08:38:19.058 UTC Fri Jul 26 2019',
 '192.168.100.2': '*08:38:14.250 UTC Fri Jul 26 2019',
 '192.168.100.3': '*08:38:19.995 UTC Fri Jul 26 2019'}
```

## Дополнительные материалы

### GIL

- Can't we get rid of the Global Interpreter Lock?
- GIL (на русском)

- Understanding the Python GIL
- Python threads and the GIL

## concurrent.futures

Документация Python:

- concurrent.futures — Launching parallel tasks
- PEP 3148
- PyMOTW. concurrent.futures — Manage Pools of Concurrent Tasks

Статьи:

- A quick introduction to the concurrent.futures module
- Python - paralellizing CPU-bound tasks with concurrent.futures
- concurrent.futures in Python 3

## Полезные вопросы и ответы на stackoverflow

- How many processes should I run in parallel?
- How many threads is too many?

## Задания

**Предупреждение:** Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий есть автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

*Как работать с тестами и основы pytest.*

### Задание 20.1

Создать функцию `ping_ip_addresses`, которая проверяет доступность IP-адресов. Проверка IP-адресов должна выполняться параллельно в разных потоках.

Параметры функции:

- `ip_list` - список IP-адресов
- `limit` - максимальное количество параллельных потоков (по умолчанию 3)

Функция должна возвращать кортеж с двумя списками:

- список доступных IP-адресов
- список недоступных IP-адресов

Для выполнения задания можно создавать любые дополнительные функции.

Для проверки доступности IP-адреса, используйте `ping`.

### Задание 20.2

Создать функцию `send_show_command_to_devices`, которая отправляет одну и ту же команду `show` на разные устройства в параллельных потоках, а затем записывает вывод команд в файл.

Параметры функции:

- `devices` - список словарей с параметрами подключения к устройствам
- `command` - команда
- `filename` - имя файла, в который будут записаны выводы всех команд
- `limit` - максимальное количество параллельных потоков (по умолчанию 3)

Функция ничего не возвращает.

Вывод команд должен быть записан в файл в таком формате (перед выводом команды надо написать имя хоста и саму команду):

R1#sh ip int br					
Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	
→Protocol					□
Ethernet0/0	192.168.100.1	YES	NVRAM	up	
Ethernet0/1	192.168.200.1	YES	NVRAM	up	
R2#sh ip int br					
Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	
→Protocol					□
Ethernet0/0	192.168.100.2	YES	NVRAM	up	
Ethernet0/1	10.1.1.1	YES	NVRAM	administratively down	down
R3#sh ip int br					
Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	
→Protocol					□
Ethernet0/0	192.168.100.3	YES	NVRAM	up	
Ethernet0/1	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down

Для выполнения задания можно создавать любые дополнительные функции.

Проверить работу функции на устройствах из файла devices.yaml

### Задание 20.3

Создать функцию `send_command_to_devices`, которая отправляет разные команды `show` на разные устройства в параллельных потоках, а затем записывает вывод команд в файл.

Параметры функции:

- `devices` - список словарей с параметрами подключения к устройствам
- `commands_dict` - словарь в котором указано на какое устройство отправлять какую команду. Пример словаря - `commands`
- `filename` - имя файла, в который будут записаны выводы всех команд
- `limit` - максимальное количество параллельных потоков (по умолчанию 3)

Функция ничего не возвращает.

Вывод команд должен быть записан в файл в таком формате (перед выводом команды надо написать имя хоста и саму команду):

R1#sh ip int br					
Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	
→Protocol					□
Ethernet0/0	192.168.100.1	YES	NVRAM	up	
Ethernet0/1	192.168.200.1	YES	NVRAM	up	
R2#sh arp					

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	192.168.100.1	76	aabb.cc00.6500	ARPA	Ethernet0/0
Internet	192.168.100.2	-	aabb.cc00.6600	ARPA	Ethernet0/0
Internet	192.168.100.3	173	aabb.cc00.6700	ARPA	Ethernet0/0
<b>R3#sh ip int br</b>					
Interface			IP-Address	OK? Method	Status
→Protocol					
Ethernet0/0			192.168.100.3	YES NVRAM	up up
Ethernet0/1			unassigned	YES NVRAM	administratively down down

Для выполнения задания можно создавать любые дополнительные функции.

Проверить работу функции на устройствах из файла devices.yaml и словаре commands

```
commands = {'192.168.100.1': 'sh ip int br',
            '192.168.100.2': 'sh arp',
            '192.168.100.3': 'sh ip int br'}
```

### Задание 20.3а

Создать функцию send\_command\_to\_devices, которая отправляет список указанных команды show на разные устройства в параллельных потоках, а затем записывает вывод команд в файл.

Параметры функции:

- devices - список словарей с параметрами подключения к устройствам
- commands\_dict - словарь в котором указано на какое устройство отправлять какие команды. Пример словаря - commands
- filename - имя файла, в который будут записаны выводы всех команд
- limit - максимальное количество параллельных потоков (по умолчанию 3)

Функция ничего не возвращает.

Вывод команд должен быть записан в файл в таком формате (перед выводом каждой команды надо написать имя хоста и саму команду):

R2#sh arp					
Protocol Address Age (min) Hardware Addr Type Interface					
Internet 192.168.100.1 87 aabb.cc00.6500 ARPA Ethernet0/0					
Internet 192.168.100.2 - aabb.cc00.6600 ARPA Ethernet0/0					
<b>R1#sh ip int br</b>					
Interface			IP-Address	OK? Method	Status
→Protocol					

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

Ethernet0/0          192.168.100.1   YES NVRAM  up
Ethernet0/1          192.168.200.1   YES NVRAM  up
R1#sh arp
Protocol  Address      Age (min)  Hardware Addr  Type  Interface
Internet  10.30.0.1    -          aabb.cc00.6530  ARPA  Ethernet0/3.300
Internet  10.100.0.1   -          aabb.cc00.6530  ARPA  Ethernet0/3.100
R3#sh ip int br
Interface           IP-Address      OK? Method Status
                    ↵Protocol
Ethernet0/0          192.168.100.3   YES NVRAM  up
Ethernet0/1          unassigned     YES NVRAM  administratively down down
R3#sh ip route | ex -
Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
0      10.1.1.1/32 [110/11] via 192.168.100.1, 07:12:03, Ethernet0/0
0      10.30.0.0/24 [110/20] via 192.168.100.1, 07:12:03, Ethernet0/0

```

Порядок команд в файле может быть любым.

Для выполнения задания можно создавать любые дополнительные функции, а также использовать функции созданные в предыдущих заданиях.

Проверить работу функции на устройствах из файла devices.yaml и словаре commands

```

commands = {'192.168.100.1': ['sh ip int br', 'sh arp'],
            '192.168.100.2': ['sh arp'],
            '192.168.100.3': ['sh ip int br', 'sh ip route | ex -']}

```

## Задание 20.4

Создать функцию send\_commands\_to\_devices, которая отправляет команду show или config на разные устройства в параллельных потоках, а затем записывает вывод команд в файл.

Параметры функции:

- devices - список словарей с параметрами подключения к устройствам
- show - команда show, которую нужно отправить (по умолчанию, значение None)
- config - команды конфигурационного режима, которые нужно отправить (по умолчанию, значение None)
- filename - имя файла, в который будут записаны выводы всех команд
- limit - максимальное количество параллельных потоков (по умолчанию 3)

ФУНКЦИЯ ничего не возвращает.

Вывод команд должен быть записан в файл в таком формате (перед выводом команды надо написать имя хоста и саму команду):

```
R1#sh ip int br
Interface          IP-Address      OK? Method Status
←Protocol
Ethernet0/0        192.168.100.1   YES NVRAM  up
Ethernet0/1        192.168.200.1   YES NVRAM  up
R2#sh arp
Protocol  Address      Age (min)  Hardware Addr Type  Interface
Internet  192.168.100.1    76        aabb.cc00.6500 ARPA  Ethernet0/0
Internet  192.168.100.2     -         aabb.cc00.6600 ARPA  Ethernet0/0
Internet  192.168.100.3    173       aabb.cc00.6700 ARPA  Ethernet0/0
R3#sh ip int br
Interface          IP-Address      OK? Method Status
←Protocol
Ethernet0/0        192.168.100.3   YES NVRAM  up
Ethernet0/1        unassigned     YES NVRAM  administratively down down
```

Пример вызова функции:

```
In [5]: send_commands_to_devices(devices, show='sh clock', filename='result.txt')

In [6]: cat result.txt
R1#sh clock
*04:56:34.668 UTC Sat Mar 23 2019
R2#sh clock
*04:56:34.687 UTC Sat Mar 23 2019
R3#sh clock
*04:56:40.354 UTC Sat Mar 23 2019

In [11]: send_commands_to_devices(devices, config='logging 10.5.5.5', filename=
←'result.txt')

In [12]: cat result.txt
config term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#logging 10.5.5.5
R1(config)#end
R1#config term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#logging 10.5.5.5
R2(config)#end
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
R2#config term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#logging 10.5.5.5
R3(config)#end
R3#

In [13]: send_commands_to_devices(devices,
                                config=['router ospf 55', 'network 0.0.0.0 255.
→255.255.255 area 0'],
                                filename='result.txt')

In [14]: cat result.txt
config term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#router ospf 55
R1(config-router)#network 0.0.0.0 255.255.255.255 area 0
R1(config-router)#end
R1#config term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#router ospf 55
R2(config-router)#network 0.0.0.0 255.255.255.255 area 0
R2(config-router)#end
R2#config term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#router ospf 55
R3(config-router)#network 0.0.0.0 255.255.255.255 area 0
R3(config-router)#end
R3#
```

Для выполнения задания можно создавать любые дополнительные функции.

## 21. Шаблоны конфигураций с Jinja2

Jinja2 - это язык шаблонов, который используется в Python. Jinja - это не единственный язык шаблонов (шаблонизатор) для Python и не единственный язык шаблонов в целом.

Jinja2 используется для генерации документов на основе одного или нескольких шаблонов.

Примеры использования:

- шаблоны для генерации HTML-страниц
- шаблоны для генерации конфигурационных файлов в Unix/Linux
- шаблоны для генерации конфигурационных файлов сетевых устройств

### Начало работы с Jinja2

Установить Jinja2 можно с помощью pip:

```
pip install jinja2
```

---

**Примечание:** Далее термины Jinja и Jinja2 используются взаимозаменяюще.

---

Главная идея Jinja: разделение данных и шаблона. Это позволяет использовать один и тот же шаблон, но подставлять в него разные данные.

В самом простом случае шаблон - это просто текстовый файл, в котором указаны места подстановки значений с помощью переменных Jinja.

Пример шаблона Jinja:

```
hostname {{name}}
!
interface Loopback255
    description Management loopback
    ip address 10.255.{{id}}.1 255.255.255.255
!
interface GigabitEthernet0/0
    description LAN to {{name}} sw1 {{int}}
    ip address {{ip}} 255.255.255.0
!
router ospf 10
    router-id 10.255.{{id}}.1
    auto-cost reference-bandwidth 10000
    network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

Комментарии к шаблону:

- В Jinja переменные записываются в двойных фигурных скобках.
- При выполнении скрипта эти переменные заменяются нужными значениями.

Этот шаблон может использоваться для генерации конфигурации разных устройств с помощью подстановки других наборов переменных.

Пример скрипта с генерацией файла на основе шаблона Jinja (файл basic\_generator.py):

```
from jinja2 import Template

template = Template('''
hostname {{name}}
!
interface Loopback255
description Management loopback
ip address 10.255.{{id}}.1 255.255.255.255
!
interface GigabitEthernet0/0
description LAN to {{name}} sw1 {{int}}
ip address {{ip}} 255.255.255.0
!
router ospf 10
router-id 10.255.{{id}}.1
auto-cost reference-bandwidth 10000
network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
''')

liverpool = {'id':'11', 'name':'Liverpool', 'int':'Gi1/0/17', 'ip':'10.1.1.10'}

print(template.render(liverpool))
```

Комментарии к файлу basic\_generator.py:

- в первой строке из Jinja2 импортируется класс Template
- создается объект template, которому передается шаблон
- в шаблоне используются переменные в синтаксисе Jinja
- в словаре liverpool ключи должны быть такими же, как имена переменных в шаблоне
- значения, которые соответствуют ключам - это те данные, которые будут подставлены на место переменных
- последняя строкарендерит шаблон, используя словарь liverpool, то есть, подставляет значения в переменные.

Если запустить скрипт basic\_generator.py, то вывод будет таким:

```
$ python basic_generator.py

hostname Liverpool
!
interface Loopback255
    description Management loopback
    ip address 10.255.11.1 255.255.255.255
!
interface GigabitEthernet0/0
    description LAN to Liverpool sw1 Gi1/0/17
    ip address 10.1.1.10 255.255.255.0
!
router ospf 10
    router-id 10.255.11.1
    auto-cost reference-bandwidth 10000
    network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

## Пример использования Jinja2

В этом примере логика разнесена в 3 разных файла (все файлы находятся в каталоге 1\_example):

- router\_template.py - шаблон
- routers\_info.yml - в этом файле в виде списка словарей (в формате YAML) находится информация о маршрутизаторах, для которых нужно сгенерировать конфигурационный файл
- router\_config\_generator.py - в этом скрипте импортируется файл с шаблоном и считывается информация из файла в формате YAML, а затем генерируются конфигурационные файлы маршрутизаторов

Файл router\_template.py

```
# -*- coding: utf-8 -*-
from jinja2 import Template

template_r1 = Template('''
hostname {{name}}
!
interface Loopback10
    description MPLS loopback
    ip address 10.10.{{id}}.1 255.255.255.255
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

!
interface GigabitEthernet0/0
description WAN to {{name}} sw1 G0/1
!
interface GigabitEthernet0/0.1{{id}}1
description MPLS to {{to_name}}
encapsulation dot1Q 1{{id}}1
ip address 10.{{id}}.1.2 255.255.255.252
ip ospf network point-to-point
ip ospf hello-interval 1
ip ospf cost 10
!
interface GigabitEthernet0/1
description LAN {{name}} to sw1 G0/2 !
interface GigabitEthernet0/1.{{IT}}
description PW IT {{name}} - {{ to_name}}
encapsulation dot1Q {{IT}}
xconnect 10.10.{{to_id}}.1 {{id}}1 encapsulation mpls
backup peer 10.10.{{to_id}}.2 {{id}}21
    backup delay 1 1
!
interface GigabitEthernet0/1.{{BS}}
description PW BS {{name}} - {{ to_name}}
encapsulation dot1Q {{BS}}
xconnect 10.10.{{to_id}}.1 {{to_id}}{{id}}1 encapsulation mpls
    backup peer 10.10.{{to_id}}.2 {{to_id}}{{id}}21
    backup delay 1 1
!
router ospf 10
router-id 10.10.{{id}}.1
auto-cost reference-bandwidth 10000
network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
!
'''')

```

Файл routers\_info.yml

```

- id: 11
  name: Liverpool
  to_name: LONDON
  IT: 791
  BS: 1550
  to_id: 1

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
- id: 12
  name: Bristol
  to_name: LONDON
  IT: 793
  BS: 1510
  to_id: 1

- id: 14
  name: Coventry
  to_name: Manchester
  IT: 892
  BS: 1650
  to_id: 2
```

Файл router\_config\_generator.py

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import yaml
from router_template import template_r1

with open('routers_info.yml') as f:
    routers = yaml.safe_load(f)

for router in routers:
    r1_conf = router['name']+ '_r1.txt'
    with open(r1_conf, 'w') as f:
        f.write(template_r1.render(router))
```

Файл router\_config\_generator.py:

- импортирует шаблон template\_r1
- из файла routers\_info.yml список параметров считывается в переменную routers

Затем в цикле перебираются объекты (словари) в списке routers:

- название файла, в который записывается итоговая конфигурация, состоит из поля name в словаре и строки r1.txt. Например, Liverpool\_r1.txt
- файл с таким именем открывается в режиме для записи
- в файл записывается результат рендеринга шаблона с использованием текущего словаря
- конструкция with сама закрывает файл
- управление возвращается в начало цикла (пока не переберутся все словари)

Запускаем файл router\_config\_generator.py:

```
$ python router_config_generator.py
```

В результате получатся три конфигурационных файла такого вида:

```
hostname Liverpool
!
interface Loopback10
    description MPLS loopback
    ip address 10.10.11.1 255.255.255.255
!
interface GigabitEthernet0/0
    description WAN to Liverpool sw1 G0/1
!
interface GigabitEthernet0/0.1111
    description MPLS to LONDON
    encapsulation dot1Q 1111
    ip address 10.11.1.2 255.255.255.252
    ip ospf network point-to-point
    ip ospf hello-interval 1
    ip ospf cost 10
!
interface GigabitEthernet0/1
    description LAN Liverpool to sw1 G0/2
!
interface GigabitEthernet0/1.791
    description PW IT Liverpool - LONDON
    encapsulation dot1Q 791
    xconnect 10.10.1.1 1111 encapsulation mpls
        backup peer 10.10.1.2 1121
        backup delay 1 1
!
interface GigabitEthernet0/1.1550
    description PW BS Liverpool - LONDON
    encapsulation dot1Q 1550
    xconnect 10.10.1.1 11111 encapsulation mpls
        backup peer 10.10.1.2 11121
        backup delay 1 1
!
router ospf 10
    router-id 10.10.11.1
    auto-cost reference-bandwidth 10000
    network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
!
```

## Пример использования Jinja с корректным использованием программного интерфейса

Для того, чтобы разобраться с Jinja2, лучше использовать предыдущие примеры. В этом разделе описывается корректное использование Jinja. В таком варианте данные, шаблон и скрипт, который генерирует итоговую информацию, разделены.

---

**Примечание:** Термин «программный интерфейс» относится к способу работы Jinja с вводными данными и шаблоном для генерации итоговых файлов.

---

Переделанный пример предыдущего скрипта, шаблона и файла с данными (все файлы находятся в каталоге 2\_example):

Шаблон templates/router\_template.txt - это обычный текстовый файл:

```
hostname {{name}}
!
interface Loopback10
description MPLS loopback
ip address 10.10.{{id}}.1 255.255.255.255
!
interface GigabitEthernet0/0
description WAN to {{name}} sw1 G0/1
!
interface GigabitEthernet0/0.1{{id}}1
description MPLS to {{to_name}}
encapsulation dot1Q 1{{id}}1
ip address 10.{{id}}.1.2 255.255.255.252
ip ospf network point-to-point
ip ospf hello-interval 1
ip ospf cost 10
!
interface GigabitEthernet0/1
description LAN {{name}} to sw1 G0/2 !
interface GigabitEthernet0/1.{{IT}}
description PW IT {{name}} - {{to_name}}
encapsulation dot1Q {{IT}}
xconnect 10.10.{{to_id}}.1 {{id}}1 encapsulation mpls
backup peer 10.10.{{to_id}}.2 {{id}}21
backup delay 1 1
!
interface GigabitEthernet0/1.{{BS}}
description PW BS {{name}} - {{ to_name}}
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

encapsulation dot1Q {{BS}}
xconnect 10.10.{{to_id}}.1 {{to_id}}{{id}}11 encapsulation mpls
  backup peer 10.10.{{to_id}}.2 {{to_id}}{{id}}21
  backup delay 1 1
!
router ospf 10
  router-id 10.10.{{id}}.1
  auto-cost reference-bandwidth 10000
  network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
!

```

Файл с данными routers\_info.yml

```

- id: 11
  name: Liverpool
  to_name: LONDON
  IT: 791
  BS: 1550
  to_id: 1

- id: 12
  name: Bristol
  to_name: LONDON
  IT: 793
  BS: 1510
  to_id: 1

- id: 14
  name: Coventry
  to_name: Manchester
  IT: 892
  BS: 1650
  to_id: 2

```

Скрипт для генерации конфигураций router\_config\_generator\_ver2.py

```

# -*- coding: utf-8 -*-
from jinja2 import Environment, FileSystemLoader
import yaml

env = Environment(loader=FileSystemLoader('templates'))
template = env.get_template('router_template.txt')

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
with open('routers_info.yml') as f:  
    routers = yaml.safe_load(f)  
  
for router in routers:  
    r1_conf = router['name']+ '_r1.txt'  
    with open(r1_conf, 'w') as f:  
        f.write(template.render(router))
```

Файл router\_config\_generator.py импортирует из модуля jinja2:

- **FileSystemLoader** - загрузчик, который позволяет работать с файловой системой
  - тут указывается путь к каталогу, где находятся шаблоны
  - в данном случае шаблон находится в каталоге templates
- **Environment** - класс для описания параметров окружения. В данном случае указан только загрузчик, но в нём можно указывать методы обработки шаблона

Обратите внимание, что шаблон теперь находится в каталоге **templates**.

## Синтаксис шаблонов Jinja2

До сих пор в примерах шаблонов Jinja2 использовалась только подстановка переменных. Это самый простой и понятный пример использования шаблонов. Но синтаксис шаблонов Jinja на этом не ограничивается.

В шаблонах Jinja2 можно использовать:

- переменные
- условия (if/else)
- циклы (for)
- фильтры - специальные встроенные методы, которые позволяют делать преобразования переменных
- тесты - используются для проверки, соответствует ли переменная какому-то условию

Кроме того, Jinja поддерживает наследование между шаблонами, а также позволяет добавлять содержимое одного шаблона в другой.

В этом разделе рассматриваются только основы этих возможностей. Подробнее о шаблонах Jinja2 можно почитать в [документации](#).

---

**Примечание:** Все файлы, которые используются как примеры в этом подразделе, находятся в каталоге 3\_template\_syntax/

---

Для генерации шаблонов будет использоваться скрипт cfg\_gen.py

```
# -*- coding: utf-8 -*-
from jinja2 import Environment, FileSystemLoader
import yaml
import sys
import os

## $ python cfg_gen.py templates/for.txt data_files/for.yml
template_dir, template = os.path.split(sys.argv[1])

vars_file = sys.argv[2]

env = Environment(
    loader=FileSystemLoader(template_dir),
    trim_blocks=True,
    lstrip_blocks=True)
template = env.get_template(template_file)

with open(vars_file) as f:
    vars_dict = yaml.safe_load(f)

print(template.render(vars_dict))
```

Для того, чтобы посмотреть на результат, нужно вызвать скрипт и передать ему два аргумента:

- шаблон
- файл с переменными в формате YAML

Результат будет выведен на стандартный поток вывода.

Пример запуска скрипта:

```
$ python cfg_gen.py templates/variables.txt data_files/vars.yml
```

Параметры trim\_blocks и lstrip\_blocks описаны в следующем подразделе.

## Контроль символов whitespace

### **trim\_blocks, lstrip\_blocks**

Параметр trim\_blocks удаляет первую пустую строку после блока конструкции, если его значение равно True (по умолчанию False).

Эффект применения флага рассматривается на примере шаблона templates/env\_flags.txt:

```
router bgp {{ bgp.local_as }}
{%- for ibgp in bgp.ibgp_neighbors %}
neighbor {{ ibgp }} remote-as {{ bgp.local_as }}
neighbor {{ ibgp }} update-source {{ bgp.loopback }}
{%- endfor %}
```

Если скрипт cfg\_gen.py запускается без флагов trim\_blocks, lstrip\_blocks:

```
env = Environment(loader=FileSystemLoader(TEMPLATE_DIR))
```

Вывод будет таким:

```
$ python cfg_gen.py templates/env_flags.txt data_files/router.yml
router bgp 100

neighbor 10.0.0.2 remote-as 100
neighbor 10.0.0.2 update-source lo100

neighbor 10.0.0.3 remote-as 100
neighbor 10.0.0.3 update-source lo100
```

Переводы строк появляются из-за блока for.

```
{%- for ibgp in bgp.ibgp_neighbors %}
```

По умолчанию такое же поведение будет с любыми другими блоками Jinja.

При добавлении флага trim\_blocks таким образом:

```
env = Environment(loader=FileSystemLoader(TEMPLATE_DIR),
                  trim_blocks=True)
```

Результат выполнения будет таким:

```
$ python cfg_gen.py templates/env_flags.txt data_files/router.yml
router bgp 100
neighbor 10.0.0.2 remote-as 100
neighbor 10.0.0.2 update-source lo100
neighbor 10.0.0.3 remote-as 100
neighbor 10.0.0.3 update-source lo100
```

Были удалены пустые строки после блока.

Перед строками neighbor ... remote-as появились два пробела. Так получилось из-за того, что перед блоком for стоит пробел. После того, как был отключен лишний перевод строки, пробелы и табы перед блоком добавляются к первой строке блока.

Это не влияет на следующие строки. Поэтому строки с neighbor ... update-source отображаются с одним пробелом.

Параметр lstrip\_blocks контролирует то, будут ли удаляться пробелы и табы от начала строки до начала блока (до открывающейся фигурной скобки).

Если добавить аргумент lstrip\_blocks=True таким образом:

```
env = Environment(loader=FileSystemLoader(TEMPLATE_DIR),
                  trim_blocks=True, lstrip_blocks=True)
```

Результат выполнения будет таким:

```
$ python cfg_gen.py templates/env_flags.txt data_files/router.yml
router bgp 100
neighbor 10.0.0.2 remote-as 100
neighbor 10.0.0.2 update-source lo100
neighbor 10.0.0.3 remote-as 100
neighbor 10.0.0.3 update-source lo100
```

## Отключение lstrip\_blocks для блока

Иногда нужно отключить функциональность lstrip\_blocks для блока.

Например, если параметр lstrip\_blocks установлен равным True в окружении, но нужно отключить его для второго блока в шаблоне (файл templates/env\_flags2.txt):

```
router bgp {{ bgp.local_as }}
{%- for ibgp in bgp.ibgp_neighbors %}
neighbor {{ ibgp }} remote-as {{ bgp.local_as }}
neighbor {{ ibgp }} update-source {{ bgp.loopback }}
{%- endfor %}

router bgp {{ bgp.local_as }}
{%-+ for ibgp in bgp.ibgp_neighbors %}
neighbor {{ ibgp }} remote-as {{ bgp.local_as }}
neighbor {{ ibgp }} update-source {{ bgp.loopback }}
{%- endfor %}
```

Результат будет таким:

```
$ python cfg_gen.py templates/env_flags2.txt data_files/router.yml
router bgp 100
neighbor 10.0.0.2 remote-as 100
neighbor 10.0.0.2 update-source lo100
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
neighbor 10.0.0.3 remote-as 100
neighbor 10.0.0.3 update-source lo100

router bgp 100
    neighbor 10.0.0.2 remote-as 100
    neighbor 10.0.0.2 update-source lo100
    neighbor 10.0.0.3 remote-as 100
    neighbor 10.0.0.3 update-source lo100
```

Плюс после знака процента отключает lstrip\_blocks для блока, в данном случае, только для начала блока.

Если сделать таким образом (плюс добавлен в выражении для завершения блока):

```
router bgp {{ bgp.local_as }}
{%- for ibgp in bgp.ibgp_neighbors %}
neighbor {{ ibgp }} remote-as {{ bgp.local_as }}
neighbor {{ ibgp }} update-source {{ bgp.loopback }}
{%- endfor %}

router bgp {{ bgp.local_as }}
{%-+ for ibgp in bgp.ibgp_neighbors %}
neighbor {{ ibgp }} remote-as {{ bgp.local_as }}
neighbor {{ ibgp }} update-source {{ bgp.loopback }}
{%-+ endfor %}
```

Он будет отключен и для конца блока:

```
$ python cfg_gen.py templates/env_flags2.txt data_files/router.yml
router bgp 100
neighbor 10.0.0.2 remote-as 100
neighbor 10.0.0.2 update-source lo100
neighbor 10.0.0.3 remote-as 100
neighbor 10.0.0.3 update-source lo100

router bgp 100
    neighbor 10.0.0.2 remote-as 100
    neighbor 10.0.0.2 update-source lo100
    neighbor 10.0.0.3 remote-as 100
    neighbor 10.0.0.3 update-source lo100
```

## Удаление whitespace в блоке

Аналогичным образом можно контролировать удаление whitespace для блока.

Для этого примера в окружении не выставлены флаги:

```
env = Environment(loader=FileSystemLoader(TEMPLATE_DIR))
```

Шаблон templates/env\_flags3.txt:

```
router bgp {{ bgp.local_as }}
  {% for ibgp in bgp.ibgp_neighbors %}
    neighbor {{ ibgp }} remote-as {{ bgp.local_as }}
    neighbor {{ ibgp }} update-source {{ bgp.loopback }}
  {% endfor %}

router bgp {{ bgp.local_as }}
  {%- for ibgp in bgp.ibgp_neighbors %}
    neighbor {{ ibgp }} remote-as {{ bgp.local_as }}
    neighbor {{ ibgp }} update-source {{ bgp.loopback }}
  {% endfor %}
```

Обратите внимание на минус в начале второго блока. Минус удаляет все whitespace символы, в данном случае, в начале блока.

Результат будет таким:

```
$ python cfg_gen.py templates/env_flags3.txt data_files/router.yml
router bgp 100

neighbor 10.0.0.2 remote-as 100
neighbor 10.0.0.2 update-source lo100

neighbor 10.0.0.3 remote-as 100
neighbor 10.0.0.3 update-source lo100

router bgp 100
neighbor 10.0.0.2 remote-as 100
neighbor 10.0.0.2 update-source lo100

neighbor 10.0.0.3 remote-as 100
neighbor 10.0.0.3 update-source lo100
```

Если добавить минус в конец блока:

```
router bgp {{ bgp.local_as }}
{%- for ibgp in bgp.ibgp_neighbors %}
neighbor {{ ibgp }} remote-as {{ bgp.local_as }}
neighbor {{ ibgp }} update-source {{ bgp.loopback }}
{%- endfor %}

router bgp {{ bgp.local_as }}
{%- for ibgp in bgp.ibgp_neighbors %}
neighbor {{ ibgp }} remote-as {{ bgp.local_as }}
neighbor {{ ibgp }} update-source {{ bgp.loopback }}
{%- endfor %}
```

Удалится пустая строка и в конце блока:

```
$ python cfg_gen.py templates/env_flags3.txt data_files/router.yml
router bgp 100

neighbor 10.0.0.2 remote-as 100
neighbor 10.0.0.2 update-source lo100

neighbor 10.0.0.3 remote-as 100
neighbor 10.0.0.3 update-source lo100

router bgp 100
neighbor 10.0.0.2 remote-as 100
neighbor 10.0.0.2 update-source lo100
neighbor 10.0.0.3 remote-as 100
neighbor 10.0.0.3 update-source lo100
```

Попробуйте добавить минус в конце выражений, описывающих блок, и посмотреть на результат:

```
router bgp {{ bgp.local_as }}
{%- for ibgp in bgp.ibgp_neighbors %}
neighbor {{ ibgp }} remote-as {{ bgp.local_as }}
neighbor {{ ibgp }} update-source {{ bgp.loopback }}
{%- endfor %}

router bgp {{ bgp.local_as }}
{%- for ibgp in bgp.ibgp_neighbors -%}
neighbor {{ ibgp }} remote-as {{ bgp.local_as }}
neighbor {{ ibgp }} update-source {{ bgp.loopback }}
{%- endfor -%}
```

## Переменные

Переменные в шаблоне указываются в двойных фигурных скобках:

```
hostname {{ name }}

interface Loopback0
  ip address 10.0.0.{{ id }} 255.255.255.255
```

Значения переменных подставляются на основе словаря, который передается шаблону.

Переменная, которая передается в словаре, может быть не только числом или строкой, но и, например, списком или словарем. Внутри шаблона можно, соответственно, обращаться к элементу по номеру или по ключу.

Пример шаблона templates/variables.txt с использованием разных вариантов переменных:

```
hostname {{ name }}

interface Loopback0
  ip address 10.0.0.{{ id }} 255.255.255.255

vlan {{ vlans[0] }}

router ospf 1
  router-id 10.0.0.{{ id }}
  auto-cost reference-bandwidth 10000
  network {{ ospf.network }} area {{ ospf['area'] }}
```

И соответствующий файл data\_files/vars.yml с переменными:

```
id: 3
name: R3
vlans:
  - 10
  - 20
  - 30
ospf:
  network: 10.0.1.0 0.0.0.255
  area: 0
```

Обратите внимание на использование переменной `vlans` в шаблоне: так как переменная `vlans` это список, можно указывать, какой именно элемент из списка нам нужен

Если передается словарь (как в случае с переменной `ospf`), то внутри шаблона можно обращаться к объектам словаря, используя один из вариантов: `ospf.network` или `ospf['network']`

Результат запуска скрипта будет таким:

```
$ python cfg_gen.py templates/variables.txt data_files/vars.yml
hostname R3

interface Loopback0
    ip address 10.0.0.3 255.255.255.255

vlan 10

router ospf 1
    router-id 10.0.0.3
    auto-cost reference-bandwidth 10000
    network 10.0.1.0 0.0.0.255 area 0
```

## Цикл for

Цикл for позволяет проходиться по элементам последовательности.

Цикл for должен находиться внутри символов { % }. Кроме того, нужно явно указывать завершение цикла:

```
{% for vlan in vlans %}
    vlan {{ vlan }}
{% endfor %}
```

Пример шаблона templates/for.txt с использованием цикла:

```
hostname {{ name }}

interface Loopback0
    ip address 10.0.0.{{ id }} 255.255.255.255

{% for vlan, name in vlans.items() %}
    vlan {{ vlan }}
    name {{ name }}
{% endfor %}

router ospf 1
    router-id 10.0.0.{{ id }}
    auto-cost reference-bandwidth 10000
    {% for networks in ospf %}
        network {{ networks.network }} area {{ networks.area }}
    {% endfor %}
```

Файл `data_files/for.yml` с переменными:

```
id: 3
name: R3
vlans:
  10: Marketing
  20: Voice
  30: Management
ospf:
  - network: 10.0.1.0 0.0.0.255
    area: 0
  - network: 10.0.2.0 0.0.0.255
    area: 2
  - network: 10.1.1.0 0.0.0.255
    area: 0
```

В цикле `for` можно проходиться как по элементам списка (например, список `ospf`), так и по словарю (словарь `vlans`). И, аналогичным образом, по любой последовательности.

Результат выполнения будет таким:

```
$ python cfg_gen.py templates/for.txt data_files/for.yml
hostname R3

interface Loopback0
 ip address 10.0.0.3 255.255.255.255

vlan 10
 name Marketing
vlan 20
 name Voice
vlan 30
 name Management

router ospf 1
 router-id 10.0.0.3
 auto-cost reference-bandwidth 10000
 network 10.0.1.0 0.0.0.255 area 0
 network 10.0.2.0 0.0.0.255 area 2
 network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
```

## **if/elif/else**

`if` позволяет добавлять условие в шаблон. Например, можно использовать `if`, чтобы добавлять какие-то части шаблона в зависимости от наличия переменных в словаре с данными.

Конструкция if также должна находиться внутри { % }. Нужно явно указывать окончание условия:

```
{% if ospf %}
router ospf 1
  router-id 10.0.0.{{ id }}
  auto-cost reference-bandwidth 10000
{% endif %}
```

Пример шаблона templates/if.txt:

```
hostname {{ name }}

interface Loopback0
  ip address 10.0.0.{{ id }} 255.255.255.255

{% for vlan, name in vlans.items() %}
vlan {{ vlan }}
  name {{ name }}
{% endfor %}

{% if ospf %}
router ospf 1
  router-id 10.0.0.{{ id }}
  auto-cost reference-bandwidth 10000
  {% for networks in ospf %}
  network {{ networks.network }} area {{ networks.area }}
  {% endfor %}
{% endif %}
```

Выражение if ospf работает так же, как в Python: если переменная существует и не пустая, результат будет True. Если переменной нет или она пустая, результат будет False.

То есть, в этом шаблоне конфигурация OSPF генерируется только в том случае, если переменная ospf существует и не пустая.

Конфигурация будет генерироваться с двумя вариантами данных.

Сначала с файлом data\_files/if.yml, в котором нет переменной ospf:

```
id: 3
name: R3
vlans:
  10: Marketing
  20: Voice
  30: Management
```

Результат будет таким:

```
$ python cfg_gen.py templates/if.txt data_files/if.yml

hostname R3

interface Loopback0
 ip address 10.0.0.3 255.255.255.255

vlan 10
 name Marketing
vlan 20
 name Voice
vlan 30
 name Management
```

Теперь аналогичный шаблон, но с файлом data\_files/if\_ospf.yml:

```
id: 3
name: R3
vlans:
  10: Marketing
  20: Voice
  30: Management
ospf:
  - network: 10.0.1.0 0.0.0.255
    area: 0
  - network: 10.0.2.0 0.0.0.255
    area: 2
  - network: 10.1.1.0 0.0.0.255
    area: 0
```

Теперь результат выполнения будет таким:

```
hostname R3

interface Loopback0
 ip address 10.0.0.3 255.255.255.255

vlan 10
 name Marketing
vlan 20
 name Voice
vlan 30
 name Management
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
router ospf 1
router-id 10.0.0.3
auto-cost reference-bandwidth 10000
network 10.0.1.0 0.0.0.255 area 0
network 10.0.2.0 0.0.0.255 area 2
network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
```

Как и в Python, в Jinja можно делать ответвления в условии.

Пример шаблона templates/if\_vlans.txt:

```
{% for intf, params in trunks.items() %}
interface {{ intf }}
  {% if params.action == 'add' %}
    switchport trunk allowed vlan add {{ params.vlans }}
  {% elif params.action == 'delete' %}
    switchport trunk allowed vlan remove {{ params.vlans }}
  {% else %}
    switchport trunk allowed vlan {{ params.vlans }}
  {% endif %}
{% endfor %}
```

Файл data\_files/if\_vlans.yml с данными:

```
trunks:
  Fa0/1:
    action: add
    vlans: 10,20
  Fa0/2:
    action: only
    vlans: 10,30
  Fa0/3:
    action: delete
    vlans: 10
```

В данном примере в зависимости от значения параметра action генерируются разные команды.

В шаблоне можно было использовать и такой вариант обращения к вложенным словарям:

```
{% for intf in trunks %}
interface {{ intf }}
  {% if trunks[intf]['action'] == 'add' %}
    switchport trunk allowed vlan add {{ trunks[intf]['vlans'] }}
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
{% elif trunks[intf]['action'] == 'delete' %}
switchport trunk allowed vlan remove {{ trunks[intf]['vlans'] }}
{% else %}
switchport trunk allowed vlan {{ trunks[intf]['vlans'] }}
{% endif %}
{% endfor %}
```

В итоге будет сгенерирована такая конфигурация:

```
$ python cfg_gen.py templates/if_vlans.txt data_files/if_vlans.yml
interface Fa0/1
switchport trunk allowed vlan add 10,20
interface Fa0/3
switchport trunk allowed vlan remove 10
interface Fa0/2
switchport trunk allowed vlan 10,30
```

Также с помощью if можно фильтровать, по каким элементам последовательности пройдется цикл for.

Пример шаблона templates/if\_for.txt с фильтром в цикле for:

```
{% for vlan, name in vlans.items() if vlan > 15 %}
vlan {{ vlan }}
name {{ name }}
{% endfor %}
```

Файл с данными (data\_files/if\_for.yml):

```
vlans:
10: Marketing
20: Voice
30: Management
```

Результат выполнения:

```
$ python cfg_gen.py templates/if_for.txt data_files/if_for.yml
vlan 20
name Voice
vlan 30
name Management
```

## Фильтры

В Jinja переменные можно изменять с помощью фильтров. Фильтры отделяются от переменной вертикальной чертой (pipe |) и могут содержать дополнительные аргументы.

Кроме того, к переменной могут быть применены несколько фильтров. В таком случае фильтры просто пишутся последовательно, и каждый из них отделен вертикальной чертой.

Jinja поддерживает большое количество встроенных фильтров. Мы рассмотрим лишь несколько из них. Остальные фильтры можно найти в [документации](#).

Также достаточно легко можно создавать и свои собственные фильтры. Мы не будем рассматривать эту возможность, но это хорошо описано в [документации](#).

### default

Фильтр default позволяет указать для переменной значение по умолчанию. Если переменная определена, будет выводиться переменная, если переменная не определена, будет выводиться значение, которое указано в фильтре default.

Пример шаблона templates/filter\_default.txt:

```
router ospf 1
auto-cost reference-bandwidth {{ ref_bw | default(10000) }}
{% for networks in ospf %}
network {{ networks.network }} area {{ networks.area }}
{% endfor %}
```

Если переменная ref\_bw определена в словаре, будет подставлено её значение. Если же переменной нет, будет подставлено значение 10000.

Файл с данными (data\_files/filter\_default.yml):

```
ospf:
- network: 10.0.1.0 0.0.0.255
  area: 0
- network: 10.0.2.0 0.0.0.255
  area: 2
- network: 10.1.1.0 0.0.0.255
  area: 0
```

Результат выполнения:

```
$ python cfg_gen.py templates/filter_default.txt data_files/filter_default.yml
router ospf 1
auto-cost reference-bandwidth 10000
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
network 10.0.1.0 0.0.0.255 area 0
network 10.0.2.0 0.0.0.255 area 2
network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
```

По умолчанию, если переменная определена и её значение пустой объект, будет считаться, что переменная и её значение есть.

Если нужно сделать так, чтобы значение по умолчанию подставлялось и в том случае, когда переменная пустая (то есть, обрабатывается как `False` в Python), надо указать дополнительный параметр `boolean=true`.

Например, если файл данных был бы таким:

```
ref_bw: 1
ospf:
  - network: 10.0.1.0 0.0.0.255
    area: 0
  - network: 10.0.2.0 0.0.0.255
    area: 2
  - network: 10.1.1.0 0.0.0.255
    area: 0
```

То в итоге сгенерировался такой результат:

```
$ python cfg_gen.py templates/filter_default.txt data_files/filter_default.yml
router ospf 1
auto-cost reference-bandwidth
network 10.0.1.0 0.0.0.255 area 0
network 10.0.2.0 0.0.0.255 area 2
network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
```

Если же при таком же файле данных изменить шаблон таким образом:

```
router ospf 1
auto-cost reference-bandwidth {{ ref_bw | default(10000, boolean=true) }}
{% for networks in ospf %}
  network {{ networks.network }} area {{ networks.area }}
{% endfor %}
```

---

**Примечание:** Вместо `default(10000, boolean=true)` можно написать `default(10000, true)`

---

Результат уже будет таким (значение по умолчанию подставится):

```
$ python cfg_gen.py templates/filter_default.txt data_files/filter_default.yml
router ospf 1
    auto-cost reference-bandwidth 10000
    network 10.0.1.0 0.0.0.255 area 0
    network 10.0.2.0 0.0.0.255 area 2
    network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
```

## dictsort

Фильтр dictsort позволяет сортировать словарь. По умолчанию сортировка выполняется по ключам, но, изменив параметры фильтра, можно выполнять сортировку по значениям.

Синтаксис фильтра:

```
dictsort(value, case_sensitive=False, by='key')
```

После того, как dictsort отсортирует словарь, он возвращает список кортежей, а не словарь.

Пример шаблона templates/filter\_dictsor.txt с использованием фильтра dictsort:

```
{% for intf, params in trunks | dictsort %}
interface {{ intf }}
    {% if params.action == 'add' %}
        switchport trunk allowed vlan add {{ params.vlans }}
    {% elif params.action == 'delete' %}
        switchport trunk allowed vlan remove {{ params.vlans }}
    {% else %}
        switchport trunk allowed vlan {{ params.vlans }}
    {% endif %}
{% endfor %}
```

Обратите внимание, что фильтр ожидает словарь, а не список кортежей или итератор.

Файл с данными (data\_files/filter\_dictsor.yml):

```
trunks:
  Fa0/1:
    action: add
    vlans: 10,20
  Fa0/2:
    action: only
    vlans: 10,30
  Fa0/3:
    action: delete
    vlans: 10
```

Результат выполнения будет таким (интерфейсы упорядочены):

```
$ python cfg_gen.py templates/filter_dictsrt.txt data_files/filter_dictsrt.yml
interface Fa0/1
switchport trunk allowed vlan add 10,20
interface Fa0/2
switchport trunk allowed vlan 10,30
interface Fa0/3
switchport trunk allowed vlan remove 10
```

## join

Фильтр join работает так же, как и метод join в Python.

С помощью фильтра join можно объединять элементы последовательности в строку с опциональным разделителем между элементами.

Пример шаблона templates/filter\_join.txt с использованием фильтра join:

```
{% for intf, params in trunks | dictsort %}
interface {{ intf }}
  {% if params.action == 'add' %}
    switchport trunk allowed vlan add {{ params.vlans | join(',') }}
  {% elif params.action == 'delete' %}
    switchport trunk allowed vlan remove {{ params.vlans | join(',') }}
  {% else %}
    switchport trunk allowed vlan {{ params.vlans | join(',') }}
  {% endif %}
{% endfor %}
```

Файл с данными (data\_files/filter\_join.yml):

```
trunks:
  Fa0/1:
    action: add
    vlans:
      - 10
      - 20
  Fa0/2:
    action: only
    vlans:
      - 10
      - 30
  Fa0/3:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
action: delete
vlans:
  - 10
```

Результат выполнения:

```
$ python cfg_gen.py templates/filter_join.txt data_files/filter_join.yml
interface Fa0/1
  switchport trunk allowed vlan add 10,20
interface Fa0/2
  switchport trunk allowed vlan 10,30
interface Fa0/3
  switchport trunk allowed vlan remove 10
```

## Тесты

Кроме фильтров, Jinja также поддерживает тесты. Тесты позволяют проверять переменные на какое-то условие.

Jinja поддерживает большое количество встроенных тестов. Мы рассмотрим лишь несколько из них. Остальные тесты вы можете найти в [документации](#).

Тесты, как и фильтры, можно создавать самостоятельно.

### defined

Тест `defined` позволяет проверить, есть ли переменная в словаре данных.

Пример шаблона `templates/test_defined.txt`:

```
router ospf 1
{% if ref_bw is defined %}
  auto-cost reference-bandwidth {{ ref_bw }}
{% else %}
  auto-cost reference-bandwidth 10000
{% endif %}
{% for networks in ospf %}
  network {{ networks.network }} area {{ networks.area }}
{% endfor %}
```

Этот пример более громоздкий, чем вариант с использованием фильтра `default`, но этот тест может быть полезен в том случае, если, в зависимости от того, определена переменная или нет, нужно выполнять разные команды.

Файл с данными (data\_files/test\_defined.yml):

```
ospf:
  - network: 10.0.1.0 0.0.0.255
    area: 0
  - network: 10.0.2.0 0.0.0.255
    area: 2
  - network: 10.1.1.0 0.0.0.255
    area: 0
```

Результат выполнения:

```
$ python cfg_gen.py templates/test_defined.txt data_files/test_defined.yml
router ospf 1
auto-cost reference-bandwidth 10000
network 10.0.1.0 0.0.0.255 area 0
network 10.0.2.0 0.0.0.255 area 2
network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
```

## iterable

Тест iterable проверяет, является ли объект итератором.

Благодаря таким проверкам, можно делать ответвления в шаблоне, которые будут учитывать тип переменной.

Шаблон templates/test\_iterable.txt (сделаны отступы, чтобы были понятней ответвления):

```
{% for intf, params in trunks | dictsort %}
interface {{ intf }}
  {% if params.vlans is iterable %}
    {% if params.action == 'add' %}
      switchport trunk allowed vlan add {{ params.vlans | join(',') }}
    {% elif params.action == 'delete' %}
      switchport trunk allowed vlan remove {{ params.vlans | join(',') }}
    {% else %}
      switchport trunk allowed vlan {{ params.vlans | join(',') }}
    {% endif %}
  {% else %}
    {% if params.action == 'add' %}
      switchport trunk allowed vlan add {{ params.vlans }}
    {% elif params.action == 'delete' %}
      switchport trunk allowed vlan remove {{ params.vlans }}
    {% else %}

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
switchport trunk allowed vlan {{ params.vlans }}  
  {% endif %}  
  {% endif %}  
{% endfor %}
```

Файл с данными (data\_files/test\_iterable.yml):

```
trunks:  
  Fa0/1:  
    action: add  
    vlans:  
      - 10  
      - 20  
  Fa0/2:  
    action: only  
    vlans:  
      - 10  
      - 30  
  Fa0/3:  
    action: delete  
    vlans: 10
```

Обратите внимание на последнюю строку: vlans: 10. В данном случае 10 уже не находится в списке, и фильтр join в таком случае не работает. Но, за счет теста `is iterable` (в этом случае результат будет `false`), в этом случае шаблон уходит в ветку `else`.

Результат выполнения:

```
$ python cfg_gen.py templates/test_iterable.txt data_files/test_iterable.yml  
interface Fa0/1  
  switchport trunk allowed vlan add 10,20  
interface Fa0/2  
  switchport trunk allowed vlan 10,30  
interface Fa0/3  
  switchport trunk allowed vlan remove 10
```

Такие отступы получились из-за того, что в шаблоне используются отступы, но не установлено `lstrip_blocks=True` (он удаляет пробелы и табы в начале строки).

## set

Внутри шаблона можно присваивать значения переменным. Это могут быть новые переменные, а могут быть измененные значения переменных, которые были переданы шаблону.

Таким образом можно запомнить значение, которое, например, было получено в результате применения нескольких фильтров. И в дальнейшем использовать имя переменной, а не повторять снова все фильтры.

Пример шаблона templates/set.txt, в котором выражение set используется, чтобы задать более короткие имена параметрам:

```
{% for intf, params in trunks | dictsort %}
{% set vlans = params.vlans %}
{% set action = params.action %}

interface {{ intf }}
{% if vlans is iterable %}
  {% if action == 'add' %}
    switchport trunk allowed vlan add {{ vlans | join(',') }}
  {% elif action == 'delete' %}
    switchport trunk allowed vlan remove {{ vlans | join(',') }}
  {% else %}
    switchport trunk allowed vlan {{ vlans | join(',') }}
  {% endif %}
  {% else %}
    {% if action == 'add' %}
      switchport trunk allowed vlan add {{ vlans }}
    {% elif action == 'delete' %}
      switchport trunk allowed vlan remove {{ vlans }}
    {% else %}
      switchport trunk allowed vlan {{ vlans }}
    {% endif %}
  {% endif %}
{% endfor %}
```

Обратите внимание на вторую и третью строки:

```
{% set vlans = params.vlans %}
{% set action = params.action %}
```

Таким образом создаются новые переменные, и дальше используются уже эти новые значения. Так шаблон выглядит понятней.

Файл с данными (data\_files/set.yml):

```
trunks:
  Fa0/1:
    action: add
    vlans:
      - 10
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
- 20
Fa0/2:
  action: only
  vlans:
    - 10
    - 30
Fa0/3:
  action: delete
  vlans: 10
```

Результат выполнения:

```
$ python cfg_gen.py templates/set.txt data_files/set.yml

interface Fa0/1
switchport trunk allowed vlan add 10,20

interface Fa0/2
switchport trunk allowed vlan 10,30

interface Fa0/3
switchport trunk allowed vlan remove 10
```

## include

Выражение `include` позволяет добавить один шаблон в другой.

Переменные, которые передаются как данные, должны содержать все данные и для основного шаблона, и для того, который добавлен через `include`.

Шаблон `templates/vlans.txt`:

```
{% for vlan, name in vlans.items() %}
vlan {{ vlan }}
  name {{ name }}
{% endfor %}
```

Шаблон `templates/ospf.txt`:

```
router ospf 1
  auto-cost reference-bandwidth 10000
  {% for networks in ospf %}
    network {{ networks.network }} area {{ networks.area }}
  {% endfor %}
```

Шаблон templates/bgp.txt:

```
router bgp {{ bgp.local_as }}
{% for ibgp in bgp.ibgp_neighbors %}
neighbor {{ ibgp }} remote-as {{ bgp.local_as }}
neighbor {{ ibgp }} update-source {{ bgp.loopback }}
{% endfor %}
{% for ebgp in bgp.ebgp_neighbors %}
neighbor {{ ebgp }} remote-as {{ bgp.ebgp_neighbors[ebgp] }}
{% endfor %}
```

Шаблон templates/switch.txt использует созданные шаблоны ospf и vlans:

```
{% include 'vlans.txt' %}

{% include 'ospf.txt' %}
```

Файл с данными для генерации конфигурации (data\_files/switch.yml):

```
vlans:
  10: Marketing
  20: Voice
  30: Management
ospf:
  - network: 10.0.1.0 0.0.0.255
    area: 0
  - network: 10.0.2.0 0.0.0.255
    area: 2
  - network: 10.1.1.0 0.0.0.255
    area: 0
```

Результат выполнения скрипта:

```
$ python cfg_gen.py templates/switch.txt data_files/switch.yml
vlan 10
  name Marketing
vlan 20
  name Voice
vlan 30
  name Management

router ospf 1
  auto-cost reference-bandwidth 10000
  network 10.0.1.0 0.0.0.255 area 0
  network 10.0.2.0 0.0.0.255 area 2
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
```

Итоговая конфигурация получилась такой, как будто строки из шаблонов ospf.txt и vlans.txt находились в шаблоне switch.txt.

Шаблон templates/router.txt:

```
{% include 'ospf.txt' %}

{% include 'bgp.txt' %}

logging {{ log_server }}
```

В данном случае кроме include добавлена ещё одна строка в шаблон, чтобы показать, что выражения include могут идти вперемешку с обычным шаблоном.

Файл с данными (data\_files/router.yml):

```
ospf:
  - network: 10.0.1.0 0.0.0.255
    area: 0
  - network: 10.0.2.0 0.0.0.255
    area: 2
  - network: 10.1.1.0 0.0.0.255
    area: 0
bgp:
  local_as: 100
  loopback: lo100
  ibgp_neighbors:
    - 10.0.0.2
    - 10.0.0.3
  ebgp_neighbors:
    90.1.1.1: 500
    80.1.1.1: 600
log_server: 10.1.1.1
```

Результат выполнения скрипта будет таким:

```
$ python cfg_gen.py templates/router.txt data_files/router.yml
router ospf 1
auto-cost reference-bandwidth 10000
network 10.0.1.0 0.0.0.255 area 0
network 10.0.2.0 0.0.0.255 area 2
network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

router bgp 100
neighbor 10.0.0.2 remote-as 100
neighbor 10.0.0.2 update-source lo100
neighbor 10.0.0.3 remote-as 100
neighbor 10.0.0.3 update-source lo100
neighbor 90.1.1.1 remote-as 500
neighbor 80.1.1.1 remote-as 600

logging 10.1.1.1

```

Благодаря include, шаблон templates/ospf.txt используется и в шаблоне templates/switch.txt, и в шаблоне templates/router.txt, вместо того, чтобы повторять одно и то же дважды.

## Наследование шаблонов

Наследование шаблонов - это очень мощный функционал, который позволяет избежать повторения одного и того же в разных шаблонах.

При использовании наследования различают:

- **базовый шаблон** - это шаблон, в котором описывается каркас шаблона.
- в этом шаблоне могут находиться любые обычные выражения или текст. Кроме того, в этом шаблоне определяются специальные **блоки (block)**.
- **дочерний шаблон** - шаблон, который расширяет базовый шаблон, заполняя обозначенные блоки.
- дочерние шаблоны могут переписывать или дополнять блоки, определенные в базовом шаблоне.

Пример базового шаблона templates/base\_router.txt:

```

!
{% block services %}
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
{% endblock %}
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
{% block ospf %}
router ospf 1
    auto-cost reference-bandwidth 10000
{% endblock %}
!
{% block bgp %}
{% endblock %}
!
{% block alias %}
{% endblock %}
!
line con 0
logging synchronous
history size 100
line vty 0 4
logging synchronous
history size 100
transport input ssh
!
```

Обратите внимание на четыре блока, которые созданы в шаблоне:

```
{% block services %}
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
{% endblock %}
!
{% block ospf %}
router ospf 1
    auto-cost reference-bandwidth 10000
{% endblock %}
!
{% block bgp %}
{% endblock %}
!
{% block alias %}
{% endblock %}
```

Это заготовки для соответствующих разделов конфигурации. Дочерний шаблон, который будет использовать этот базовый шаблон как основу, может заполнять все блоки или только какие-то из них.

Дочерний шаблон templates/hq\_router.txt:

```
{% extends "base_router.txt" %}

{% block ospf %}
{{ super() }}
{% for networks in ospf %}
    network {{ networks.network }} area {{ networks.area }}
{% endfor %}
{% endblock %}

{% block alias %}
alias configure sh do sh
alias exec ospf sh run | s ^router ospf
alias exec bri show ip int bri | exc unass
alias exec id show int desc
alias exec top sh proc cpu sorted | excl 0.00%_0.00%_0.00%
alias exec c conf t
alias exec diff sh archive config differences nvram:startup-config system:running-
config
alias exec desc sh int desc | ex down
{% endblock %}
```

Первая строка в шаблоне templates/hq\_router.txt очень важна:

```
{% extends "base_router.txt" %}
```

Именно она говорит о том, что шаблон hq\_router.txt будет построен на основе шаблона base\_router.txt.

Внутри дочернего шаблона всё происходит внутри блоков. За счет блоков, которые были определены в базовом шаблоне, дочерний шаблон может расширять родительский шаблон.

**Примечание:** Обратите внимание, что те строки, которые описаны в дочернем шаблоне за пределами блоков, игнорируются.

В базовом шаблоне четыре блока: services, ospf, bgp, alias. В дочернем шаблоне заполнены только два из них: ospf и alias. В этом удобство наследования. Не обязательно заполнять все блоки в каждом дочернем шаблоне.

При этом блоки ospf и alias используются по-разному. В базовом шаблоне в блоке ospf уже была часть конфигурации:

```
{% block ospf %}
router ospf 1
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
auto-cost reference-bandwidth 10000
{% endblock %}
```

Поэтому, в дочернем шаблоне есть выбор: использовать эту конфигурацию и дополнить её, или полностью переписать всё в дочернем шаблоне.

В данном случае конфигурация дополняется. Именно поэтому в дочернем шаблоне templates/hq\_router.txt блок ospf начинается с выражения {{ super() }}:

```
{% block ospf %}
{{ super() }}
{% for networks in ospf %}
network {{ networks.network }} area {{ networks.area }}
{% endfor %}
{% endblock %}
```

{{ super() }} переносит в дочерний шаблон содержимое этого блока из родительского шаблона. За счет этого в дочерний шаблон перенесутся строки из родительского.

---

**Примечание:** Выражение super не обязательно должно находиться в самом начале блока. Оно может быть в любом месте блока. Содержимое базового шаблона перенесется в то место, где находится выражение super.

---

В блоке alias просто описаны нужные alias. И, даже если бы в родительском шаблоне были какие-то настройки, они были бы затерты содержимым дочернего шаблона.

Подытожим правила работы с блоками. Если в родительском шаблоне создан блок:

- без содержимого - в дочернем шаблоне можно заполнить этот блок или игнорировать. Если блок заполнен, в нём будет только то, что было написано в дочернем шаблоне (пример - блок alias)
- с содержимым - то в дочернем шаблоне можно выполнить такие действия:
  - игнорировать блок - в таком случае в дочерний шаблон попадет содержимое, которое находилось в этом блоке в родительском шаблоне (пример - блок services)
  - переписать блок - тогда в дочернем шаблоне будет только то, что указано в нём
  - перенести содержимое блока из родительского шаблона и дополнить его - тогда в дочернем шаблоне будет и содержимое блока из родительского шаблона, и содержимое из дочернего шаблона. Для переноса содержимого из родительского шаблона используется выражение {{ super() }} (пример - блок ospf)

Файл с данными для генерации конфигурации по шаблону (data\_files/hq\_router.yml):

```

ospf:
  - network: 10.0.1.0 0.0.0.255
    area: 0
  - network: 10.0.2.0 0.0.0.255
    area: 2
  - network: 10.1.1.0 0.0.0.255
    area: 0

```

Результат выполнения будет таким:

```

$ python cfg_gen.py templates/hq_router.txt data_files/hq_router.yml
!
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone year
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone year
service password-encryption
service sequence-numbers
!
no ip domain lookup
!
ip ssh version 2
!
router ospf 1
  auto-cost reference-bandwidth 10000

  network 10.0.1.0 0.0.0.255 area 0
  network 10.0.2.0 0.0.0.255 area 2
  network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
!
!
alias configure sh do sh
alias exec ospf sh run | s ^router ospf
alias exec bri show ip int bri | exc unass
alias exec id show int desc
alias exec top sh proc cpu sorted | excl 0.00%_0.00%_0.00%
alias exec c conf t
alias exec diff sh archive config differences nvram:startup-config system:running-
config
alias exec desc sh int desc | ex down
!
line con 0
  logging synchronous
  history size 100
line vty 0 4
  logging synchronous

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
history size 100
transport input ssh
!
```

Обратите внимание, что в блоке ospf есть и команды из базового шаблона, и команды из дочернего шаблона.

## Дополнительные материалы

Документация:

- [Общая документация Jinja2](#)
- [Синтаксис шаблонов](#)

Статьи:

- [Network Configuration Templates Using Jinja2. Matt Oswalt](#)
- [Python And Jinja2 Tutorial. Jeremy Schulman](#)
- [Configuration Generator with Python and Jinja2](#)
- [Custom filters for a Jinja2 based Config Generator](#)

## Задания

**Предупреждение:** Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий есть автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

*Как работать с тестами и основы pytest.*

### Задание 21.1

Создать функцию generate\_config.

Параметры функции:

- template - путь к файлу с шаблоном (например, «templates/for.txt»)
- data\_dict - словарь со значениями, которые надо подставить в шаблон

Функция должна возвращать строку с конфигурацией, которая была сгенерирована.

Проверить работу функции на шаблоне templates/for.txt и данных из файла data\_files/for.yml.

### Задание 21.2

На основе конфигурации config\_r1.txt, создать шаблоны:

- templates/cisco\_base.txt - в нем должны быть все строки, кроме настройки alias и event manager. Имя хоста должно быть переменной hostname
- templates/alias.txt - в этот шаблон перенести все alias
- templates/eem\_int\_desc.txt - в этом шаблоне должен быть event manager applet

В шаблонах templates/alias.txt и templates/eem\_int\_desc.txt переменных нет.

Создать шаблон templates/cisco\_router\_base.txt. В шаблон templates/cisco\_router\_base.txt должно быть включено содержимое шаблонов:

- templates/cisco\_base.txt
- templates/alias.txt
- templates/eem\_int\_desc.txt

При этом, нельзя копировать текст шаблонов.

Шаблоны надо создавать вручную, скопировав части конфига в соответствующие шаблоны.

Проверьте шаблон templates/cisco\_router\_base.txt, с помощью функции generate\_config из задания 21.1. Не копируйте код функции generate\_config.

В качестве данных, используйте информацию из файла `data_files/router_info.yml`

### Задание 21.3

Создайте шаблон `templates/ospf.txt` на основе конфигурации OSPF в файле `cisco_ospf.txt`. Пример конфигурации дан, чтобы показать синтаксис.

Какие значения должны быть переменными:

- номер процесса. Имя переменной - `process`
- `router-id`. Имя переменной - `router_id`
- `reference-bandwidth`. Имя переменной - `ref_bw`
- интерфейсы, на которых нужно включить OSPF. Имя переменной - `ospf_intf`. На месте этой переменной ожидается список словарей с такими ключами:
  - `name` - имя интерфейса, вида `Fa0/1, Vlan10, Gi0/0`
  - `ip` - IP-адрес интерфейса, вида `10.0.1.1`
  - `area` - номер зоны
  - `passive` - является ли интерфейс пассивным. Допустимые значения: `True` или `False`

Для всех интерфейсов в списке `ospf_intf`, надо сгенерировать строки:

```
network x.x.x.x 0.0.0.0 area x
```

Если интерфейс пассивный, для него должна быть добавлена строка:

```
passive-interface x
```

Для интерфейсов, которые не являются пассивными, в режиме конфигурации интерфейса, надо добавить строку:

```
ip ospf hello-interval 1
```

Все команды должны быть в соответствующих режимах.

Проверьте получившийся шаблон `templates/ospf.txt`, на данных в файле `data_files/ospf.yml`, с помощью функции `generate_config` из задания 21.1. Не копируйте код функции `generate_config`.

### Задание 21.4

Создайте шаблон `templates/add_vlan_to_switch.txt`, который будет использоваться при необходимости добавить VLAN на коммутатор.

В шаблоне должны поддерживаться возможности:

- добавления VLAN и имени VLAN
- добавления VLAN как access, на указанном интерфейсе
- добавления VLAN в список разрешенных, на указанные транки

Если VLAN необходимо добавить как access, надо настроить и режим интерфейса и добавить его в VLAN:

```
interface Gi0/1
switchport mode access
switchport access vlan 5
```

Для транков, необходимо только добавить VLAN в список разрешенных:

```
interface Gi0/10
switchport trunk allowed vlan add 5
```

Имена переменных надо выбрать на основании примера данных, в файле `data_files/add_vlan_to_switch.yaml`.

Проверьте шаблон `templates/add_vlan_to_switch.txt` на данных в файле `data_files/add_vlan_to_switch.yaml`, с помощью функции `generate_config` из задания 21.1. Не копируйте код функции `generate_config`.

## Задание 21.5

Создать шаблоны `templates/gre_ipsec_vpn_1.txt` и `templates/gre_ipsec_vpn_2.txt`, которые генерируют конфигурацию IPsec over GRE между двумя маршрутизаторами.

Шаблон `templates/gre_ipsec_vpn_1.txt` создает конфигурацию для одной стороны туннеля, а `templates/gre_ipsec_vpn_2.txt` - для второй.

Примеры итоговой конфигурации, которая должна создаваться на основе шаблонов в файлах: `cisco_vpn_1.txt` и `cisco_vpn_2.txt`.

Создать функцию `create_vpn_config`, которая использует эти шаблоны для генерации конфигурации VPN на основе данных в словаре `data`.

Параметры функции:

- `template1` - имя файла с шаблоном, который создает конфигурацию для одной строны туннеля
- `template2` - имя файла с шаблоном, который создает конфигурацию для второй строны туннеля
- `data_dict` - словарь со значениями, которые надо подставить в шаблоны

Функция должна возвращать кортеж с двумя конфигурациями (строки), которые получены на основе шаблонов.

Примеры конфигураций VPN, которые должна возвращать функция `create_vpn_config` в файлах `cisco_vpn_1.txt` и `cisco_vpn_2.txt`.

```
data = {  
    'tun_num': 10,  
    'wan_ip_1': '192.168.100.1',  
    'wan_ip_2': '192.168.100.2',  
    'tun_ip_1': '10.0.1.1 255.255.255.252',  
    'tun_ip_2': '10.0.1.2 255.255.255.252'  
}
```

### Задание 21.5а

Создать функцию `configure_vpn`, которая использует шаблоны из задания 21.5 для настройки VPN на маршрутизаторах на основе данных в словаре `data`.

Параметры функции:

- `src_device_params` - словарь с параметрами подключения к устройству
- `dst_device_params` - словарь с параметрами подключения к устройству
- `src_template` - имя файла с шаблоном, который создает конфигурацию для одной строки туннеля
- `dst_template` - имя файла с шаблоном, который создает конфигурацию для второй строки туннеля
- `vpn_data_dict` - словарь со значениями, которые надо подставить в шаблоны

Функция должна настроить VPN на основе шаблонов и данных на каждом устройстве. Функция возвращает вывод с набором команд с двух маршрутизаторов (вывод, который возвращает `send_config_set`).

При этом, в словаре `data` не указан номер интерфейса Tunnel, который надо использовать. Номер надо определить самостоятельно на основе информации с оборудования. Если на маршрутизаторе нет интерфейсов Tunnel, взять номер 0, если есть взять ближайший свободный номер, но одинаковый для двух маршрутизаторов.

Например, если на маршрутизаторе `src` такие интерфейсы: Tunnel1, Tunnel4. А на маршрутизаторе `dest` такие: Tunnel2, Tunnel3, Tunnel8. Первый свободный номер одинаковый для двух маршрутизаторов будет 9. И надо будет настроить интерфейс Tunnel 9.

---

**Примечание:** Для усложнения задания можно сделать так, чтобы выбирался номер 5, а не 9.

---

Для этого задания нет теста!

```
data = {
    'tun_num': None,
    'wan_ip_1': '192.168.100.1',
    'wan_ip_2': '192.168.100.2',
    'tun_ip_1': '10.0.1.1 255.255.255.252',
    'tun_ip_2': '10.0.1.2 255.255.255.252'
}
```

## 22. Обработка вывода команд TextFSM

На оборудовании, которое не поддерживает какого-то программного интерфейса, вывод команд `show` возвращается в виде строки. И, хотя отчасти она структурирована, но всё же это просто строка. И её надо как-то обработать, чтобы получить объекты Python, например, словарь или список.

Например, можно построчно обрабатывать вывод команды и, используя, например, регулярные выражения, получить объекты Python. Но есть более удобный вариант, чем просто обрабатывать каждый вывод построчно: TextFSM.

TextFSM - это библиотека, созданная Google для обработки вывода с сетевых устройств. Она позволяет создавать шаблоны, по которым будет обрабатываться вывод команды.

Использование TextFSM лучше, чем простая построчная обработка, так как шаблоны дают лучшее представление о том, как вывод будет обрабатываться, и шаблонами проще поделиться. А значит, проще найти уже созданные шаблоны и использовать их, или поделиться своими.

### Начало работы с TextFSM

Для начала библиотеку надо установить:

```
pip install textfsm
```

Для использования TextFSM надо создать шаблон, по которому будет обрабатываться вывод команды.

Пример вывода команды `traceroute`:

```
r2#traceroute 90.0.0.9 source 33.0.0.2
traceroute 90.0.0.9 source 33.0.0.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 90.0.0.9
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 10.0.12.1 1 msec 0 msec 0 msec
 2 15.0.0.5 0 msec 5 msec 4 msec
 3 57.0.0.7 4 msec 1 msec 4 msec
 4 79.0.0.9 4 msec * 1 msec
```

Например, из вывода надо получить хопы, через которые прошел пакет.

В таком случае шаблон TextFSM будет выглядеть так (файл `traceroute.template`):

```
Value ID (\d+)
Value Hop (\d+(\.\d+)\{3\})
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
Start
  ^ ${ID} ${Hop} -> Record
```

Первые две строки определяют переменные:

- Value ID  $(\d+)$  - эта строка определяет переменную ID, которая описывает регулярное выражение:  $(\d+)$  - одна или более цифр, сюда попадут номера хопов
- Value Hop  $(\d+(\.\d+)\{3\})$  - эта строка определяет переменную Hop, которая описывает IP-адрес таким регулярным выражением:  $(\d+(\.\d+)\{3\})$

После строки Start начинается сам шаблон. В данном случае он очень простой:

- $^ ${ID} ${Hop} -> Record$
- сначала идет символ начала строки, затем два пробела и переменные ID и Hop
- в TextFSM переменные описываются таким образом:  $\{\text{имя переменной}\}$
- слово Record в конце означает, что строки, которые попадут под описанный шаблон, будут обработаны и выведены в результаты TextFSM (с этим подробнее мы разберемся в следующем разделе)

Скрипт для обработки вывода команды traceroute с помощью TextFSM (parse\_traceroute.py):

```
import textfsm

traceroute = '''
r2#traceroute 90.0.0.9 source 33.0.0.2
traceroute 90.0.0.9 source 33.0.0.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 90.0.0.9
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 10.0.12.1 1 msec 0 msec 0 msec
 2 15.0.0.5 0 msec 5 msec 4 msec
 3 57.0.0.7 4 msec 1 msec 4 msec
 4 79.0.0.9 4 msec * 1 msec
...

with open('traceroute.template') as template:
    fsm = textfsm.TextFSM(template)
    result = fsm.ParseText(traceroute)

print(fsm.header)
print(result)
```

Результат выполнения скрипта:

```
$ python parse_traceroute.py
['ID', 'Hop']
[['1', '10.0.12.1'], ['2', '15.0.0.5'], ['3', '57.0.0.7'], ['4', '79.0.0.9']]
```

Строки, которые совпали с описанным шаблоном, возвращаются в виде списка списков. Каждый элемент - это список, который состоит из двух элементов: номера хопа и IP-адреса.

Разберемся с содержимым скрипта:

- traceroute - это переменная, которая содержит вывод команды traceroute
- template = open('traceroute.template') - содержимое файла с шаблоном TextFSM считывается в переменную template
- fsm = textfsm.TextFSM(template) - класс, который обрабатывает шаблон и создает из него объект в TextFSM
- result = fsm.ParseText(traceroute) - метод, который обрабатывает переданный вывод согласно шаблону и возвращает список списков, в котором каждый элемент - это обработанная строка
- В конце выводится заголовок: print(fsm.header), который содержит имена переменных и результат обработки

В этом выводом можно работать дальше. Например, периодически выполнять команду traceroute и сравнивать, изменилось ли количество хопов и их порядок.

Для работы с TextFSM нужны вывод команды и шаблон:

- для разных команд нужны разные шаблоны
- TextFSM возвращает результат обработки в табличном виде (в виде списка списков)
- этот вывод легко преобразовать в csv формат или в список словарей

## Синтаксис шаблонов TextFSM

В этом разделе описан синтаксис шаблонов на основе документации TextFSM. В следующем разделе показаны примеры использования синтаксиса. Поэтому, в принципе, можно перейти сразу к следующему разделу, а к этому возвращаться по необходимости, для тех ситуаций, для которых нет примера, и когда нужно перечитать, что означает какой-то параметр.

Шаблон TextFSM описывает, каким образом данные должны обрабатываться.

Любой шаблон состоит из двух частей:

- определения переменных
- эти переменные описывают, какие столбцы будут в табличном представлении
- определения состояний

Пример разбора команды traceroute:

```
# Определение переменных:
Value ID (\d+)
Value Hop (\d+(\.\d+){3})

# Секция с определением состояний всегда должна начинаться с состояния Start
Start
#     Переменные      действие
^  ${ID} ${Hop} -> Record
```

## Определение переменных

В секции с переменными должны идти только определения переменных. Единственное исключение - в этом разделе могут быть комментарии.

В этом разделе не должно быть пустых строк. Для TextFSM пустая строка означает завершение секции определения переменных.

Формат описания переменных:

```
Value [option[,option...]] name regex
```

Синтаксис описания переменных (для каждой опции ниже мы рассмотрим примеры):

- **Value** - это ключевое слово, которое указывает, что создается переменная. Его обязательно нужно указывать
- **option** - опции, которые определяют, как работать с переменной. Если нужно указать несколько опций, они должны быть отделены запятой, без пробелов. Поддерживаются такие опции:
  - **Filldown** - значение, которое ранее совпало с регулярным выражением, запоминается до следующей обработки строки (если не было явно очищено или снова совпало регулярное выражение). Это значит, что последнее значение столбца, которое совпало с регулярным выражением, запоминается и используется в следующих строках, если в них не присутствовал этот столбец.
  - **Key** - определяет, что это поле содержит уникальный идентификатор строки
  - **Required** - строка, которая обрабатывается, будет записана только в том случае, если эта переменная присутствует.
  - **List** - значение это список, и каждое совпадение с регулярным выражением будет добавлять в список элемент. По умолчанию каждое следующее совпадение перезаписывает предыдущее.
  - **Fillup** - работает как Filldown, но заполняет пустые значение выше до тех пор, пока не найдет совпадение. Не совместимо с Required.

- name - имя переменной, которое будет использоваться как имя колонки. Зарезервированные имена не должны использоваться как имя переменной.
- regex - регулярное выражение, которое описывает переменную. Регулярное выражение должно быть в скобках.

## Определение состояний

После определения переменных нужно описать состояния:

- каждое определение состояния должно быть отделено пустой строкой (как минимум, одной)
- первая строка - имя состояния
- затем идут строки, которые описывают правила. Правила должны начинаться с двух пробелов и символа ^

Начальное состояние всегда **Start**. Входные данные сравниваются с текущим состоянием, но в строке правила может быть указано, что нужно перейти к другому состоянию.

Проверка выполняется построчно, пока не будет достигнут **EOF** (конец файла), или текущее состояние перейдет в состояние **End**.

## Зарезервированные состояния

Зарезервированы такие состояния:

- **Start** - это состояние обязательно должно быть указано. Без него шаблон не будет работать.
- **End** - это состояние завершает обработку входящих строк и не выполняет состояние **EOF**.
- **EOF** - это неявное состояние, которое выполняется всегда, когда обработка дошла до конца файла. Выглядит оно таким образом:

```
EOF
^.* -> Record
```

**EOF** записывает текущую строку, прежде чем обработка завершается. Если это поведение нужно изменить, надо явно в конце шаблона написать EOF:

```
EOF
```

## Правила состояний

Каждое состояние состоит из одного или более правил:

- TextFSM обрабатывает входящие строки и сравнивает их с правилами
- если правило (регулярное выражение) совпадает со строкой, выполняются действия, которые описаны в правиле, и для следующей строки процесс повторяется заново, с начала состояния.

Правила должны быть описаны в таком формате:

```
^regex [ -> action]
```

В правиле:

- каждое правило должно начинаться с двух пробелов и символа ^. Символ ^ означает начало строки и всегда должен указываться явно
- regex - это регулярное выражение, в котором могут использоваться переменные
  - для указания переменной, может использоваться синтаксис \$ValueName или \${ValueName}(этот формат предпочтителен)
  - в правиле на место переменных подставляются регулярные выражения, которые они описывают
  - если нужно явно указать символ конца строки, используется значение \$\$

## Действия в правилах

После регулярного выражения в правиле могут указываться действия:

- между регулярным выражением и действием должен быть символ ->
- действия могут состоять из трех частей в таком формате: **L.R S**
  - **L - Line Action** - действия, которые применяются к входящей строке
  - **R - Record Action** - действия, которые применяются к собранным значениям
  - **S - State Transition** - переход в другое состояние
- по умолчанию используется **Next.NoRecord**

### Line Actions

Line Actions:

- **Next** - обработать строку, прочитать следующую и начать проверять её с начала состояния. Это действие используется по умолчанию, если не указано другое

- **Continue** - продолжить обработку правил, как будто совпадения не было, при этом значения присваиваются

## Record Action

**Record Action** - опциональное действие, которое может быть указано после Line Action. Они должны быть разделены точкой. Типы действий:

- **NoRecord** - не выполнять ничего. Это действие по умолчанию, когда другое не указано
- **Record** - запомнить значения, которые совпали с правилом. Все переменные, кроме тех, где указана опция Filldown, обнуляются.
- **Clear** - обнулить все переменные, кроме тех, где указана опция Filldown.
- **Clearall** - обнулить все переменные.

Разделять действия точкой нужно только в том случае, если нужно указать и Line, и Record действия. Если нужно указать только одно из них, точку ставить не нужно.

## State Transition

После действия может быть указано новое состояние:

- состояние должно быть одним из зарезервированных или определенных в шаблоне
- если входная строка совпала:
  - все действия выполняются,
  - считывается следующая строка,
  - затем текущее состояние меняется на новое, и обработка продолжается в новом состоянии.

Если в правиле используется действие **Continue**, то в нём нельзя использовать переход в другое состояние. Это правило нужно для того, чтобы в последовательности состояний не было петель.

## Error Action

Специальное действие **Error** останавливает всю обработку строк, отбрасывает все строки, которые были собраны до сих пор, и возвращает исключение.

Синтаксис этого действия такой:

```
^regex -> Error [word|"string"]
```

## Примеры использования TextFSM

В этом разделе рассматриваются примеры шаблонов и использования TextFSM.

Для обработки вывода команд по шаблону в разделе используется скрипт `parse_output.py`. Он не привязан к конкретному шаблону и выводу: шаблон и вывод команды будут передаваться как аргументы:

```
import sys
import textfsm
from tabulate import tabulate

template = sys.argv[1]
output_file = sys.argv[2]

with open(template) as f, open(output_file) as output:
    re_table = textfsm.TextFSM(f)
    header = re_table.header
    result = re_table.ParseText(output.read())
    print(result)
    print(tabulate(result, headers=header))
```

Пример запуска скрипта:

```
$ python parse_output.py template command_output
```

---

**Примечание:** Модуль `tabulate` используется для отображения данных в табличном виде (его нужно установить, если хотите использовать этот скрипт). Аналогичный вывод можно было сделать и с помощью форматирования строк, но с `tabulate` это сделать проще.

---

Обработка данных по шаблону всегда выполняется одинаково. Поэтому скрипт будет одинаковый, только шаблон и данные будут отличаться.

Начиная с простого примера, разберемся с тем, как использовать TextFSM.

### show clock

Первый пример - разбор вывода команды `sh clock` (файл `output/sh_clock.txt`):

```
15:10:44.867 UTC Sun Nov 13 2016
```

Для начала в шаблоне надо определить переменные:

- в начале каждой строки должно быть ключевое слово `Value`

- каждая переменная определяет столбец в таблице
- следующее слово - название переменной
- после названия, в скобках - регулярное выражение, которое описывает значение переменной

Определение переменных выглядит так:

```
Value Time (...:...:...)
Value Timezone (\S+)
Value WeekDay (\w+)
Value Month (\w+)
Value MonthDay (\d+)
Value Year (\d+)
```

Подсказка по спецсимволам:

- . - любой символ
- + - одно или более повторений предыдущего символа
- \S - все символы, кроме whitespace
- \w - любая буква или цифра
- \d - любая цифра

После определения переменных должна идти пустая строка и состояние **Start**, а после, начиная с пробела и символа ^, идет правило (файл templates/sh\_clock.template):

```
Value Time (...:...:...)
Value Timezone (\S+)
Value WeekDay (\w+)
Value Month (\w+)
Value MonthDay (\d+)
Value Year (\d+)

Start
^${Time}.* ${Timezone} ${WeekDay} ${Month} ${MonthDay} ${Year} -> Record
```

Так как в данном случае в выводе всего одна строка, можно не писать в шаблоне действие Record. Но лучше его использовать в ситуациях, когда надо записать значения, чтобы привыкать к этому синтаксису и не ошибиться, когда нужна обработка нескольких строк.

Когда TextFSM обрабатывает строки вывода, он подставляет вместо переменных их значения. В итоге правило будет выглядеть так:

```
^(...:...:...).* (\S+) (\w+) (\w+) (\d+) (\d+)
```

Когда это регулярное выражение применяется к выводу `show clock`, в каждой группе регулярного выражения будет находиться соответствующее значение:

- 1 группа: 15:10:44
- 2 группа: UTC
- 3 группа: Sun
- 4 группа: Nov
- 5 группа: 13
- 6 группа: 2016

В правиле, кроме явного действия `Record`, которое указывает, что запись надо поместить в финальную таблицу, по умолчанию также используется правило `Next`. Оно указывает, что надо перейти к следующей строке текста. Так как в выводе команды `sh clock` только одна строка, обработка завершается.

Результат отработки скрипта будет таким:

```
$ python parse_output.py templates/sh_clock.template output/sh_clock.txt
Time      Timezone    WeekDay     Month      MonthDay     Year
-----  -----  -----  -----  -----  -----
15:10:44   UTC        Sun        Nov         13       2016

show ip interface brief
```

В случае, когда нужно обработать данные, которые выведены столбцами, шаблон TextFSM наиболее удобен.

Шаблон для вывода команды `show ip interface brief` (файл `templates/sh_ip_int_br.template`):

```
Value INTF (\S+)
Value ADDR (\S+)
Value STATUS (up|down|administratively down)
Value PROTO (up|down)

Start
^${INTF}\s+${ADDR}\s+\w+\s+\w+\s+${STATUS}\s+${PROTO} -> Record
```

В этом случае правило можно описать одной строкой.

Вывод команды (файл `output/sh_ip_int_br.txt`):

R1#show ip interface brief			
Interface	IP-Address	OK?	Method Status
→Protocol			✗

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

FastEthernet0/0	15.0.15.1	YES manual up	up
FastEthernet0/1	10.0.12.1	YES manual up	up
FastEthernet0/2	10.0.13.1	YES manual up	up
FastEthernet0/3	unassigned	YES unset up	up
Loopback0	10.1.1.1	YES manual up	up
Loopback100	100.0.0.1	YES manual up	up

Результат выполнения будет таким:

```
$ python parse_output.py templates/sh_ip_int_br.template output/sh_ip_int_br.txt
INT          ADDR      STATUS     PROTO
-----
FastEthernet0/0 15.0.15.1   up        up
FastEthernet0/1 10.0.12.1   up        up
FastEthernet0/2 10.0.13.1   up        up
FastEthernet0/3 unassigned  up        up
Loopback0       10.1.1.1   up        up
Loopback100    100.0.0.1  up        up
```

### show cdp neighbors detail

Теперь попробуем обработать вывод команды show cdp neighbors detail.

Особенность этой команды в том, что данные находятся не в одной строке, а в разных.

В файле output/sh\_cdp\_n\_det.txt находится вывод команды show cdp neighbors detail:

```
SW1#show cdp neighbors detail
-----
Device ID: SW2
Entry address(es):
  IP address: 10.1.1.2
Platform: cisco WS-C2960-8TC-L,  Capabilities: Switch IGMP
Interface: GigabitEthernet1/0/16,  Port ID (outgoing port): GigabitEthernet0/1
Holdtime : 164 sec

Version :
Cisco IOS Software, C2960 Software (C2960-LANBASEK9-M), Version 12.2(55)SE9, u
 RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2014 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Mon 03-Mar-14 22:53 by prod_rel_team
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
advertisement version: 2
VTP Management Domain: ''
Native VLAN: 1
Duplex: full
Management address(es):
    IP address: 10.1.1.2

-----
Device ID: R1
Entry address(es):
    IP address: 10.1.1.1
Platform: Cisco 3825, Capabilities: Router Switch IGMP
Interface: GigabitEthernet1/0/22, Port ID (outgoing port): GigabitEthernet0/0
Holdtime : 156 sec

Version :
Cisco IOS Software, 3800 Software (C3825-ADVENTERPRISEK9-M), Version 12.4(24)T1, u
→RELEASE SOFTWARE (fc3)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2009 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Fri 19-Jun-09 18:40 by prod_rel_team

advertisement version: 2
VTP Management Domain: ''
Duplex: full
Management address(es):

-----
Device ID: R2
Entry address(es):
    IP address: 10.2.2.2
Platform: Cisco 2911, Capabilities: Router Switch IGMP
Interface: GigabitEthernet1/0/21, Port ID (outgoing port): GigabitEthernet0/0
Holdtime : 156 sec

Version :
Cisco IOS Software, 2900 Software (C3825-ADVENTERPRISEK9-M), Version 15.2(2)T1, u
→RELEASE SOFTWARE (fc3)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2009 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Fri 19-Jun-09 18:40 by prod_rel_team

advertisement version: 2
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
VTP Management Domain: ''
Duplex: full
Management address(es):
```

Из вывода команды надо получить такие поля:

- LOCAL\_HOST - имя устройства из приглашения
- DEST\_HOST - имя соседа
- MGMNT\_IP - IP-адрес соседа
- PLATFORM - модель соседнего устройства
- LOCAL\_PORT - локальный интерфейс, который соединен с соседом
- REMOTE\_PORT - порт соседнего устройства
- IOS\_VERSION - версия IOS соседа

Шаблон выглядит таким образом (файл templates/sh\_cdp\_n\_det.template):

```
Value LOCAL_HOST (\S+)
Value DEST_HOST (\S+)
Value MGMNT_IP (.*)
Value PLATFORM (.*)
Value LOCAL_PORT (.*)
Value REMOTE_PORT (.*)
Value IOS_VERSION (\S+)

Start
^${LOCAL_HOST}[>#].
^Device ID: ${DEST_HOST}
.^*IP address: ${MGMNT_IP}
^Platform: ${PLATFORM},
^Interface: ${LOCAL_PORT}, Port ID \(outgoing port\): ${REMOTE_PORT}
.^*Version ${IOS_VERSION},
```

Результат выполнения скрипта:

```
$ python parse_output.py templates/sh_cdp_n_det.template output/sh_cdp_n_det.txt
LOCAL_HOST      DEST_HOST      MGMNT_IP      PLATFORM      LOCAL_PORT          REMOTE_
→PORT           IOS_VERSION
-----
→
SW1            R2            10.2.2.2      Cisco 2911    GigabitEthernet1/0/21 ↗
→GigabitEthernet0/0  15.2(2)T1
```

Несмотря на то, что правила с переменными описаны в разных строках, и, соответственно, работают с разными строками, TextFSM собирает их в одну строку таблицы. То есть, переменные, которые определены в начале шаблона, задают строку итоговой таблицы.

Обратите внимание, что в файле sh\_cdp\_n\_det.txt находится вывод с тремя соседями, а в таблице только один сосед, последний.

## Record

Так получилось из-за того, что в шаблоне не указано действие **Record**. И в итоге в финальной таблице осталась только последняя строка.

Исправленный шаблон:

```
Value LOCAL_HOST (\S+)
Value DEST_HOST (\S+)
Value MGMT_IP (.*)
Value PLATFORM (.*)
Value LOCAL_PORT (.*)
Value REMOTE_PORT (.*)
Value IOS_VERSION (\S+)

Start
^${LOCAL_HOST}[>#].
^Device ID: ${DEST_HOST}
^.*IP address: ${MGMT_IP}
^Platform: ${PLATFORM},
^Interface: ${LOCAL_PORT}, Port ID \(outgoing port\): ${REMOTE_PORT}
^.*Version ${IOS_VERSION}, -> Record
```

Теперь результат запуска скрипта выглядит так:

```
$ python parse_output.py templates/sh_cdp_n_det.template output/sh_cdp_n_det.txt
LOCAL_HOST      DEST_HOST      MGMT_IP      PLATFORM          LOCAL_PORT
←   REMOTE_PORT      IOS_VERSION
-----
←   -
SW1           SW2           10.1.1.2    cisco WS-C2960-8TC-L GigabitEthernet1/0/
← 16 GigabitEthernet0/1 12.2(55)SE9
          R1           10.1.1.1    Cisco 3825        GigabitEthernet1/0/
← 22 GigabitEthernet0/0 12.4(24)T1
          R2           10.2.2.2    Cisco 2911        GigabitEthernet1/0/
← 21 GigabitEthernet0/0 15.2(2)T1
```

Вывод получен со всех трёх устройств. Но переменная LOCAL\_HOST отображается не в каждой

строке, а только в первой.

## Filldown

Это связано с тем, что приглашение, из которого взято значение переменной, появляется только один раз. И для того, чтобы оно появлялось и в последующих строках, надо использовать действие **Filldown** для переменной LOCAL\_HOST:

```
Value Filldown LOCAL_HOST (\S+)
Value DEST_HOST (\S+)
Value MGMT_IP (.*)
Value PLATFORM (.*)
Value LOCAL_PORT (.*)
Value REMOTE_PORT (.*)
Value IOS_VERSION (\S+)

Start
^${LOCAL_HOST}[>#].
^Device ID: ${DEST_HOST}
^.*IP address: ${MGMT_IP}
^Platform: ${PLATFORM},
^Interface: ${LOCAL_PORT}, Port ID \(outgoing port\): ${REMOTE_PORT}
^.*Version ${IOS_VERSION}, -> Record
```

Теперь мы получили такой вывод:

```
$ python parse_output.py templates/sh_cdp_n_det.template output/sh_cdp_n_det.txt
LOCAL_HOST      DEST_HOST      MGMT_IP      PLATFORM          LOCAL_PORT
↪   REMOTE_PORT      IOS_VERSION
-----
↪ -----
SW1            SW2        10.1.1.2    cisco WS-C2960-8TC-L  GigabitEthernet1/0/
↪ 16 GigabitEthernet0/1 12.2(55)SE9
SW1            R1         10.1.1.1    Cisco 3825       GigabitEthernet1/0/
↪ 22 GigabitEthernet0/0 12.4(24)T1
SW1            R2         10.2.2.2    Cisco 2911       GigabitEthernet1/0/
↪ 21 GigabitEthernet0/0 15.2(2)T1
SW1
```

Теперь значение переменной LOCAL\_HOST появилось во всех трёх строках. Но появился ещё один странный эффект - последняя строка, в которой заполнена только колонка LOCAL\_HOST.

## Required

Дело в том, что все переменные, которые мы определили, опциональны. К тому же, одна переменная с параметром Filldown. И, чтобы избавиться от последней строки, нужно сделать хотя бы одну переменную обязательной с помощью параметра **Required**:

```
Value Filldown LOCAL_HOST (\S+)
Value Required DEST_HOST (\S+)
Value MGMNT_IP (.*)
Value PLATFORM (.*)
Value LOCAL_PORT (.*)
Value REMOTE_PORT (.*)
Value IOS_VERSION (\S+)

Start
^${LOCAL_HOST}[>#].
^Device ID: ${DEST_HOST}
^.*IP address: ${MGMNT_IP}
^Platform: ${PLATFORM},
^Interface: ${LOCAL_PORT}, Port ID \(outgoing port\): ${REMOTE_PORT}
^.*Version ${IOS_VERSION}, -> Record
```

Теперь мы получим корректный вывод:

```
$ python parse_output.py templates/sh_cdp_n_det.template output/sh_cdp_n_det.txt
LOCAL_HOST      DEST_HOST      MGMNT_IP      PLATFORM          LOCAL_PORT
→   REMOTE_PORT      IOS_VERSION
-----
→ -----
SW1            SW2           10.1.1.2    cisco WS-C2960-8TC-L GigabitEthernet1/0/
→ 16 GigabitEthernet0/1 12.2(55)SE9
SW1            R1            10.1.1.1    Cisco 3825       GigabitEthernet1/0/
→ 22 GigabitEthernet0/0 12.4(24)T1
SW1            R2            10.2.2.2    Cisco 2911       GigabitEthernet1/0/
→ 21 GigabitEthernet0/0 15.2(2)T1
```

## show ip route ospf

Рассмотрим случай, когда нам нужно обработать вывод команды `show ip route ospf`, и в таблице маршрутизации есть несколько маршрутов к одной сети.

Для маршрутов к одной и той же сети вместо нескольких строк, где будет повторяться сеть, будет создана одна запись, в которой все доступные next-hop адреса собраны в список.

Пример вывода команды `show ip route ospf` (файл `output/sh_ip_route_ospf.txt`):

```
R1#sh ip route ospf
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

  10.0.0.0/8 is variably subnetted, 10 subnets, 2 masks
0         10.1.1.0/24 [110/20] via 10.0.12.2, 1w2d, Ethernet0/1
0         10.2.2.0/24 [110/20] via 10.0.13.3, 1w2d, Ethernet0/2
0         10.3.3.3/32 [110/11] via 10.0.12.2, 1w2d, Ethernet0/1
0         10.4.4.4/32 [110/11] via 10.0.13.3, 1w2d, Ethernet0/2
                  [110/11] via 10.0.14.4, 1w2d, Ethernet0/3
0         10.5.5.5/32 [110/21] via 10.0.13.3, 1w2d, Ethernet0/2
                  [110/21] via 10.0.12.2, 1w2d, Ethernet0/1
                  [110/21] via 10.0.14.4, 1w2d, Ethernet0/3
0         10.6.6.0/24 [110/20] via 10.0.13.3, 1w2d, Ethernet0/2
```

Для этого примера упрощаем задачу и считаем, что маршруты могут быть только OSPF и с обозначением только О (то есть, только внутризональные маршруты).

Первая версия шаблона выглядит так:

```
Value network (\S+)
Value mask (\d+)
Value distance (\d+)
Value metric (\d+)
Value nexthop (\$+)

Start
^0 +${network}/${mask}\s\[$distance\]/\${metric}\]\svia\$\${nexthop}, -> Record
```

Результат получился такой:

network	mask	distance	metric	nexthop
10.1.1.0	24	110	20	10.0.12.2
10.2.2.0	24	110	20	10.0.13.3
10.3.3.3	32	110	11	10.0.12.2

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

10.4.4.4	32	110	11	10.0.13.3
10.5.5.5	32	110	21	10.0.13.3
10.6.6.0	24	110	20	10.0.13.3

Всё нормально, но потерялись варианты путей для маршрутов 10.4.4.4/32 и 10.5.5.5/32. Это логично, ведь нет правила, которое подошло бы для такой строки.

Добавляем в шаблон правило для строк с частичными записями:

```
Value network (\S+)
Value mask (\d+)
Value distance (\d+)
Value metric (\d+)
Value nexthop (\S+)

Start
^0 +${network}/${mask}\s\[$distance\]/${metric}\]\svia\s${nexthop}, -> Record
\s+\[$distance\]/${metric}\]\svia\s${nexthop}, -> Record
```

Теперь вывод выглядит так:

network	mask	distance	metric	nexthop
10.1.1.0	24	110	20	10.0.12.2
10.2.2.0	24	110	20	10.0.13.3
10.3.3.3	32	110	11	10.0.12.2
10.4.4.4	32	110	11	10.0.13.3
		110	11	10.0.14.4
10.5.5.5	32	110	21	10.0.13.3
		110	21	10.0.12.2
		110	21	10.0.14.4
10.6.6.0	24	110	20	10.0.13.3

В частичных записях нехватает сети и маски, но в предыдущих примерах мы уже рассматривали Filldown и, при желании, его можно применить тут, но для этого примера будет использоваться другая опция - List.

## List

Воспользуемся опцией **List** для переменной `nexthop`:

```
Value network (\S+)
Value mask (\d+)
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

Value distance (\d+)
Value metric (\d+)
Value List nexthop (\S+)

Start
^0 +${network}/${mask}\s\[$distance\]/${metric}\]\svia\s${nexthop}, -> Record
`\s+\[$distance\]/${metric}\]\svia\s${nexthop}, -> Record

```

Теперь вывод получился таким:

network	mask	distance	metric	nexthop
10.1.1.0	24	110	20	['10.0.12.2']
10.2.2.0	24	110	20	['10.0.13.3']
10.3.3.3	32	110	11	['10.0.12.2']
10.4.4.4	32	110	11	['10.0.13.3']
		110	11	['10.0.14.4']
10.5.5.5	32	110	21	['10.0.13.3']
		110	21	['10.0.12.2']
		110	21	['10.0.14.4']
10.6.6.0	24	110	20	['10.0.13.3']

Изменилось то, что в столбце `nexthop` отображается список, но пока с одним элементом. При использовании `List` - значение это список, и каждое совпадение с регулярным выражением будет добавлять в список элемент. По умолчанию каждое следующее совпадение перезаписывает предыдущее. Если, например, оставить действие `Record` только для полных строк:

```

Value network (\S+)
Value mask (\d+)
Value distance (\d+)
Value metric (\d+)
Value List nexthop (\S+)

Start
^0 +${network}/${mask}\s\[$distance\]/${metric}\]\svia\s${nexthop}, -> Record
`\s+\[$distance\]/${metric}\]\svia\s${nexthop},

```

Результат будет таким:

network	mask	distance	metric	nexthop
10.1.1.0	24	110	20	['10.0.12.2']
10.2.2.0	24	110	20	['10.0.13.3']
10.3.3.3	32	110	11	['10.0.12.2']

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

10.4.4.4	32	110	11	['10.0.13.3']
10.5.5.5	32	110	21	['10.0.14.4', '10.0.13.3']
10.6.6.0	24	110	20	['10.0.12.2', '10.0.14.4', '10.0.13.3']

Сейчас результат не совсем правильный, адреса хопов записались не к тем маршрутам. Так получилось потому что запись выполняется на полном маршруте, затем хопы неполных маршрутов собираются в список (другие переменные перезаписываются) и когда встречается следующий полный маршрут, список записывается к нему.

0	10.4.4.4/32	[110/11]	via 10.0.13.3, 1w2d, Ethernet0/2
		[110/11]	via 10.0.14.4, 1w2d, Ethernet0/3
0	10.5.5.5/32	[110/21]	via 10.0.13.3, 1w2d, Ethernet0/2
		[110/21]	via 10.0.12.2, 1w2d, Ethernet0/1
		[110/21]	via 10.0.14.4, 1w2d, Ethernet0/3
0	10.6.6.0/24	[110/20]	via 10.0.13.3, 1w2d, Ethernet0/2

Фактически неполные маршруты действительно надо записывать, когда встретился следующий полный, но при этом, надо записать их к соответствующему маршруту. Надо сделать следующее: как только встретился полный маршрут, надо записать предыдущие значения, а затем продолжить обрабатывать тот же полный маршрут для получения его информации. В TextFSM это можно сделать с помощью действий Continue.Record:

```
^0 -> Continue.Record
```

В ней действие **Record** говорит, что надо записать текущее значение переменных. Так как в этом правиле нет переменных, записывается то, что было в предыдущих значениях.

Действие **Continue** говорит, что надо продолжить работать с текущей строкой так, как будто совпадения не было. За счет этого сработает следующая строка шаблона. Итоговый шаблон выглядит так (файл templates/sh\_ip\_route\_ospf.template):

```
Value network (\S+)
Value mask (\d+)
Value distance (\d+)
Value metric (\d+)
Value List nexthop (\S+)

Start
^0 -> Continue.Record
^0 +${network}/${mask}\s\[$distance\]\/\${metric}\]\svia\s\$\{nexthop\},
^$\s+\[$distance\]\/\${metric}\]\svia\s\$\{nexthop\},
```

В результате мы получим такой вывод:

network	mask	distance	metric	nexthop
10.1.1.0	24	110	20	['10.0.12.2']
10.2.2.0	24	110	20	['10.0.13.3']
10.3.3.3	32	110	11	['10.0.12.2']
10.4.4.4	32	110	11	['10.0.13.3', '10.0.14.4']
10.5.5.5	32	110	21	['10.0.13.3', '10.0.12.2', '10.0.14.4']
10.6.6.0	24	110	20	['10.0.13.3']

**show etherchannel summary**

TextFSM удобно использовать для разбора вывода, который отображается столбцами, или для обработки вывода, который находится в разных строках. Менее удобными получаются шаблоны, когда надо получить несколько однотипных элементов из одной строки.

Пример вывода команды show etherchannel summary (файл output/sh\_etherchannel\_summary.txt):

sw1# sh etherchannel summary
Flags: D - down P - bundled <b>in</b> port-channel
I - stand-alone s - suspended
H - Hot-standby (LACP only)
R - Layer3 S - Layer2
U - <b>in</b> use f - failed to allocate aggregator
M - <b>not in</b> use, minimum links <b>not</b> met
u - unsuitable <b>for</b> bundling
w - waiting to be aggregated
d - default port
Number of channel-groups <b>in</b> use: 2
Number of aggregators: 2
Group Port-channel Protocol Ports
-----+-----+-----+-----+
1 Po1(SU) LACP Fa0/1(P) Fa0/2(P) Fa0/3(P)
3 Po3(SU) - Fa0/11(P) Fa0/12(P) Fa0/13(P) Fa0/14(P)

В данном случае нужно получить:

- имя и номер port-channel. Например, Po1
- список всех портов в нём. Например, [„Fa0/1“, „Fa0/2“, „Fa0/3“]

Сложность тут в том, что порты находятся в одной строке, а в TextFSM нельзя указывать

одну и ту же переменную несколько раз в строке. Но есть возможность несколько раз искать совпадение в строке.

Первая версия шаблона выглядит так:

```
Value CHANNEL (\S+)
Value List MEMBERS (\w+\d+\/\d+)

Start
^\\d+ +${CHANNEL}\\\\(\S+ +[\w-]+ +[\w ]+ +${MEMBERS}\\( -> Record
```

В шаблоне две переменные:

- CHANNEL - имя и номер агрегированного порта
- MEMBERS - список портов, которые входят в агрегированный порт. Для этой переменной указан тип - List

Результат:

CHANNEL	MEMBERS
Po1	[ 'Fa0/1' ]
Po3	[ 'Fa0/11' ]

Пока что в выводе только первый порт, а нужно, чтобы попали все порты. В данном случае надо продолжить обработку строки с портами после найденного совпадения. То есть, использовать действие Continue и описать следующее выражение.

Единственная строка, которая есть в шаблоне, описывает первый порт. Надо добавить строку, которая описывает следующий порт.

Следующая версия шаблона:

```
Value CHANNEL (\S+)
Value List MEMBERS (\w+\d+\/\d+)

Start
^\\d+ +${CHANNEL}\\\\(\S+ +[\w-]+ +[\w ]+ +${MEMBERS}\\( -> Continue
^\\d+ +${CHANNEL}\\\\(\S+ +[\w-]+ +[\w ]+ +\$S+ +${MEMBERS}\\( -> Record
```

Вторая строка описывает такое же выражение, но переменная MEMBERS смещается на следующий порт.

Результат:

CHANNEL	MEMBERS

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

Po1	[ 'Fa0/1', 'Fa0/2' ]
Po3	[ 'Fa0/11', 'Fa0/12' ]

Аналогично надо дописать в шаблон строки, которые описывают третий и четвертый порт. Но, так как в выводе может быть переменное количество портов, надо перенести правило Record на отдельную строку, чтобы оно не было привязано к конкретному количеству портов в строке.

Если Record будет находиться, например, после строки, в которой описаны четыре порта, для ситуации, когда портов в строке меньше, запись не будет выполняться.

Итоговый шаблон (файл templates/sh\_etherchannel\_summary.txt):

```
Value CHANNEL (\S+)
Value List MEMBERS (\w+\d+\/\d+)

Start
^\d+.* -> Continue.Record
^\d+ +${CHANNEL}\(\S+ +[\w-]+ +[\w ]+ +\$ +${MEMBERS}\)\( -> Continue
^\d+ +${CHANNEL}\(\$ +[\w-]+ +[\w ]+ +(\$ +){2} +${MEMBERS}\)\( -> Continue
^\d+ +${CHANNEL}\(\$ +[\w-]+ +[\w ]+ +(\$ +){3} +${MEMBERS}\)\( -> Continue
```

Результат обработки:

CHANNEL	MEMBERS
-----	-----
Po1	[ 'Fa0/1', 'Fa0/2', 'Fa0/3' ]
Po3	[ 'Fa0/11', 'Fa0/12', 'Fa0/13', 'Fa0/14' ]

Теперь все порты попали в вывод.

Шаблон предполагает, что в одной строке будет максимум четыре порта. Если портов может быть больше, надо добавить соответствующие строки в шаблон.

Возможен ещё один вариант вывода команды sh etherchannel summary (файл output/sh\_etherchannel\_summary2.txt):

```
sw1# sh etherchannel summary
Flags: D - down          P - bundled in port-channel
      I - stand-alone    S - suspended
      H - Hot-standby   (LACP only)
      R - Layer3         L - Layer2
      U - in use          f - failed to allocate aggregator

      M - not in use, minimum links not met
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
u - unsuitable for bundling
w - waiting to be aggregated
d - default port
```

Number of channel-groups **in** use: 2

Number of aggregators: 2

Group	Port-channel	Protocol	Ports		
1	Po1(SU)	LACP	Fa0/1(P)	Fa0/2(P)	Fa0/3(P)
3	Po3(SU)	-	Fa0/11(P)	Fa0/12(P)	Fa0/13(P) Fa0/14(P)
			Fa0/15(P)	Fa0/16(P)	

В таком выводе появляется новый вариант - строки, в которых находятся только порты.

Для того, чтобы шаблон обрабатывал и этот вариант, надо его модифицировать (файл templates/sh\_etherchannel\_summary2.txt):

```
Value CHANNEL (\S+)
Value List MEMBERS (\w+\d+/\d+)

Start
^ \d+.* -> Continue.Record
^ \d+ +${CHANNEL} \( \S+ +[\w-]+ +[\w ]+ +${MEMBERS} \) -> Continue
^ \d+ +${CHANNEL} \( \S+ +[\w-]+ +[\w ]+ +\S+ +${MEMBERS} \) -> Continue
^ \d+ +${CHANNEL} \( \S+ +[\w-]+ +[\w ]+ +(\S+ +){2} +${MEMBERS} \) -> Continue
^ \d+ +${CHANNEL} \( \S+ +[\w-]+ +[\w ]+ +(\S+ +){3} +${MEMBERS} \) -> Continue
^ +${MEMBERS} -> Continue
^ +\S+ +${MEMBERS} -> Continue
^ +(\S+ +){2} +${MEMBERS} -> Continue
^ +(\S+ +){3} +${MEMBERS} -> Continue
```

Результат будет таким:

CHANNEL	MEMBERS
Po1	[ 'Fa0/1', 'Fa0/2', 'Fa0/3' ]
Po3	[ 'Fa0/11', 'Fa0/12', 'Fa0/13', 'Fa0/14', 'Fa0/15', 'Fa0/16' ]

На этом мы заканчиваем разбираться с шаблонами TextFSM.

Примеры шаблонов для Cisco и другого оборудования можно посмотреть в проекте [ntc-ansible](#).

## TextFSM CLI Table

Благодаря TextFSM можно обрабатывать вывод команд и получать структурированный результат. Однако, всё ещё надо вручную прописывать, каким шаблоном обрабатывать команды `show`, каждый раз, когда используется TextFSM.

Было бы намного удобней иметь какое-то соответствие между командой и шаблоном, чтобы можно было написать общий скрипт, который выполняет подключения к устройствам, отправляет команды, сам выбирает шаблон и парсит вывод в соответствии с шаблоном.

В TextFSM есть такая возможность. Для того, чтобы ею можно было воспользоваться, надо создать файл, в котором описаны соответствия между командами и шаблонами. В TextFSM он называется `index`.

Этот файл должен находиться в каталоге с шаблонами и должен иметь такой формат:

- первая строка - названия колонок
- каждая следующая строка - это соответствие шаблона команде
- обязательные колонки, местоположение которых фиксировано (должны быть обязательно первой и последней, соответственно):
  - первая колонка - имена шаблонов
  - последняя колонка - соответствующая команда. В этой колонке используется специальный формат, чтобы описать то, что команда может быть написана не полностью
- остальные колонки могут быть любыми
  - например, в примере ниже будут колонки `Hostname`, `Vendor`. Они позволяют уточнить информацию об устройстве, чтобы определить, какой шаблон использовать. Например, команда `show version` может быть у оборудования Cisco и HP. Соответственно, только команды недостаточно, чтобы определить, какой шаблон использовать. В таком случае можно передать информацию о том, какой тип оборудования используется, вместе с командой, и тогда получится определить правильный шаблон.
  - во всех столбцах, кроме первого, поддерживаются регулярные выражения. В командах внутри `[]` регулярные выражения не поддерживаются

Пример файла `index`:

```
Template, Hostname, Vendor, Command
sh_cdp_n_det.template, .*, Cisco, sh[[ow]] cdp ne[[ighbors]] de[[tail]]
sh_clock.template, .*, Cisco, sh[[ow]] clo[[ck]]
sh_ip_int_br.template, .*, Cisco, sh[[ow]] ip int[[erface]] br[[ief]]
sh_ip_route_ospf.template, .*, Cisco, sh[[ow]] ip rou[[te]] o[[spf]]
```

Обратите внимание на то, как записаны команды: `sh[[ow]] ip int[[erface]] br[[ief]]`. Запись будет преобразована в выражение `sh((ow)?) ip int((erface)?)? br((ief)?)?`. Это

значит, что TextFSM сможет определить, какой шаблон использовать, даже если команда набрана не полностью. Например, такие варианты команды сработают:

- sh ip int br
- show ip inter bri

## Как использовать CLI table

Посмотрим, как пользоваться классом clitable и файлом index.

В каталоге templates такие шаблоны и файл index:

```
sh_cdp_n_det.template
sh_clock.template
sh_ip_int_br.template
sh_ip_route_ospf.template
index
```

Сначала попробуем поработать с CLI Table в ipython, чтобы посмотреть, какие возможности есть у этого класса, а затем посмотрим на финальный скрипт.

Для начала импортируем класс clitable:

```
In [1]: from textfsm import clitable
```

**Предупреждение:** В зависимости от версии textfsm, надо по-разному импортировать clitable:

- import clitable для версии <= 0.4.1
- from textfsm import clitable для версии >= 1.1.0

Посмотреть версию textfsm: pip show textfsm.

Проверять работу clitable будем на последнем примере из прошлого раздела - выводе команды show ip route ospf. Считываем вывод, который хранится в файле output/sh\_ip\_route\_ospf.txt, в строку:

```
In [2]: with open('output/sh_ip_route_ospf.txt') as f:
...:     output_sh_ip_route_ospf = f.read()
...:
```

Сначала надо инициализировать класс, передав ему имя файла, в котором хранится соответствие между шаблонами и командами, и указать имя каталога, в котором хранятся шаблоны:

```
In [3]: cli_table = clitable.CliTable('index', 'templates')
```

Надо указать, какая команда передается, и указать дополнительные атрибуты, которые помогут идентифицировать шаблон. Для этого нужно создать словарь, в котором ключи - имена столбцов, которые определены в файле index. В данном случае не обязательно указывать название вендора, так как команде sh ip route ospf соответствует только один шаблон.

```
In [4]: attributes = {'Command': 'show ip route ospf', 'Vendor': 'Cisco'}
```

Методу ParseCmd надо передать вывод команды и словарь с параметрами:

```
In [5]: cli_table.ParseCmd(output_sh_ip_route_ospf, attributes)
```

В результате в объекте cli\_table получаем обработанный вывод команды sh ip route ospf.

Методы cli\_table (чтобы посмотреть все методы, надо вызвать dir(cli\_table)):

```
In [6]: cli_table.  
cli_table.AddColumn      cli_table.NewRow          cli_table.index  
cli_table.size  
cli_table.AddKeys       cli_table.ParseCmd        cli_table.index_file  
cli_table.sort  
cli_table.Append        cli_table.ReadIndex       cli_table.next  
cli_table.superkey  
cli_table.CsvToTable    cli_table.Remove         cli_table.raw  
cli_table.synchronised  
cli_table.FormattedTable cli_table.Reset         cli_table.row  
cli_table.table  
cli_table.INDEX         cli_table.RowWith        cli_table.row_class  
cli_table.template_dir  
cli_table.KeyValue      cli_table.extend        cli_table.row_index  
cli_table.LabelValueTable cli_table.header        cli_table.separator
```

Например, если вызвать print cli\_table, получим такой вывод:

```
In [7]: print(cli_table)  
Network, Mask, Distance, Metric, NextHop  
10.0.24.0, /24, 110, 20, ['10.0.12.2']  
10.0.34.0, /24, 110, 20, ['10.0.13.3']  
10.2.2.2, /32, 110, 11, ['10.0.12.2']  
10.3.3.3, /32, 110, 11, ['10.0.13.3']  
10.4.4.4, /32, 110, 21, ['10.0.13.3', '10.0.12.2', '10.0.14.4']  
10.5.35.0, /24, 110, 20, ['10.0.13.3']
```

Метод FormattedTable позволяет получить вывод в виде таблицы:

```
In [8]: print(cli_table.FormattedTable())
Network      Mask   Distance Metric NextHop
=====
10.0.24.0    /24     110       20      10.0.12.2
10.0.34.0    /24     110       20      10.0.13.3
10.2.2.2     /32     110       11      10.0.12.2
10.3.3.3     /32     110       11      10.0.13.3
10.4.4.4     /32     110       21      10.0.13.3, 10.0.12.2, 10.0.14.4
10.5.35.0    /24     110       20      10.0.13.3
```

Такой вывод может пригодиться для отображения информации.

Чтобы получить из объекта `cli_table` структурированный вывод, например, список списков, надо обратиться к объекту таким образом:

```
In [9]: data_rows = [list(row) for row in cli_table]

In [11]: data_rows
Out[11]:
[['10.0.24.0', '/24', '110', '20', ['10.0.12.2']],
 ['10.0.34.0', '/24', '110', '20', ['10.0.13.3']],
 ['10.2.2.2', '/32', '110', '11', ['10.0.12.2']],
 ['10.3.3.3', '/32', '110', '11', ['10.0.13.3']],
 ['10.4.4.4', '/32', '110', '21', ['10.0.13.3', '10.0.12.2', '10.0.14.4']],
 ['10.5.35.0', '/24', '110', '20', ['10.0.13.3']]]
```

Отдельно можно получить названия столбцов:

```
In [12]: header = list(cli_table.header)

In [14]: header
Out[14]: ['Network', 'Mask', 'Distance', 'Metric', 'NextHop']
```

Теперь вывод аналогичен тому, который был получен в прошлом разделе.

Соберем всё в один скрипт (файл `textfsm_clitable.py`):

```
import clitable

output_sh_ip_route_ospf = open('output/sh_ip_route_ospf.txt').read()

cli_table = clitable.CliTable('index', 'templates')

attributes = {'Command': 'show ip route ospf', 'Vendor': 'Cisco'}
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

cli_table.ParseCmd(output_sh_ip_route_ospf, attributes)
print('CLI Table output:\n', cli_table)

print('Formatted Table:\n', cli_table.FormattedTable())

data_rows = [list(row) for row in cli_table]
header = list(cli_table.header)

print(header)
for row in data_rows:
    print(row)

```

В упражнениях к этому разделу будет задание, в котором надо объединить описанную процедуру в функцию, а также вариант с получением списка словарей.

Вывод будет таким:

```

$ python textfsm_clitable.py
CLI Table output:
Network, Mask, Distance, Metric, NextHop
10.0.24.0, /24, 110, 20, ['10.0.12.2']
10.0.34.0, /24, 110, 20, ['10.0.13.3']
10.2.2.2, /32, 110, 11, ['10.0.12.2']
10.3.3.3, /32, 110, 11, ['10.0.13.3']
10.4.4.4, /32, 110, 21, ['10.0.13.3', '10.0.12.2', '10.0.14.4']
10.5.35.0, /24, 110, 20, ['10.0.13.3']

Formatted Table:
 Network  Mask  Distance  Metric  NextHop
=====
10.0.24.0  /24   110      20      10.0.12.2
10.0.34.0  /24   110      20      10.0.13.3
10.2.2.2   /32   110      11      10.0.12.2
10.3.3.3   /32   110      11      10.0.13.3
10.4.4.4   /32   110      21      10.0.13.3, 10.0.12.2, 10.0.14.4
10.5.35.0  /24   110      20      10.0.13.3

['Network', 'Mask', 'Distance', 'Metric', 'NextHop']
['10.0.24.0', '/24', '110', '20', ['10.0.12.2']]
['10.0.34.0', '/24', '110', '20', ['10.0.13.3']]
['10.2.2.2', '/32', '110', '11', ['10.0.12.2']]
['10.3.3.3', '/32', '110', '11', ['10.0.13.3']]
['10.4.4.4', '/32', '110', '21', ['10.0.13.3', '10.0.12.2', '10.0.14.4']]
['10.5.35.0', '/24', '110', '20', ['10.0.13.3']]

```

Теперь с помощью TextFSM можно не только получать структурированный вывод, но и автоматически определять, какой шаблон использовать, по команде и optionalным аргументам.

## Дополнительные материалы

Документация:

- [TextFSM](#)

Статьи:

- [Programmatic Access to CLI Devices with TextFSM. Jason Edelman \(26.02.2015\)](#) - основы TextFSM и идеи о развитии, которые легли в основу модуля ntc-ansible
- [Parse CLI outputs with TextFSM. Henry Ölsner \(24.08.2015\)](#) - пример использования TextFSM для разбора большого файла с выводом sh inventory. Подробнее объясняется синтаксис TextFSM
- [Creating Templates for TextFSM and ntc\\_show\\_command. Jason Edelman \(27.08.2015\)](#) - подробнее рассматривается синтаксис TextFSM, и показаны примеры использования модуля ntc-ansible  
  
(обратите внимание, что синтаксис модуля уже немного изменился)
- [TextFSM and Structured Data. Kirk Byers \(22.10.2015\)](#) - вводная статья о TextFSM. Тут не описывается синтаксис, но дается общее представление о том, что такое TextFSM, и пример его использования

Проекты, которые используют TextFSM:

- [Модуль ntc-ansible](#)

Шаблоны TextFSM (из модуля ntc-ansible):

- [ntc-templates](#)

## Задания

**Предупреждение:** Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий есть автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

*Как работать с тестами и основы pytest.*

### Задание 22.1

Создать функцию `parse_command_output`. Параметры функции:

- `template` - имя файла, в котором находится шаблон TextFSM
- `command_output` - вывод соответствующей команды `show` (строка)

Функция должна возвращать список:

- первый элемент - это список с названиями столбцов
- остальные элементы это списки, в котором находятся результаты обработки вывода

Проверить работу функции на выводе команды `output/sh_ip_int_br.txt` и шаблоне `templates/sh_ip_int_br.template`.

### Задание 22.1a

Создать функцию `parse_output_to_dict`.

Параметры функции:

- `template` - имя файла, в котором находится шаблон TextFSM
- `command_output` - вывод соответствующей команды `show` (строка)

Функция должна возвращать список словарей:

- **ключи** - имена переменных в шаблоне TextFSM
- **значения** - части вывода, которые соответствуют переменным

Проверить работу функции на выводе команды `output/sh_ip_int_br.txt` и шаблоне `templates/sh_ip_int_br.template`.

## Задание 22.2

Сделать шаблон TextFSM для обработки вывода sh ip dhcp snooping binding и записать его в файл templates/sh\_ip\_dhcp\_snooping.template

Вывод команды находится в файле output/sh\_ip\_dhcp\_snooping.txt.

Шаблон должен обрабатывать и возвращать значения таких столбцов:

- mac - такого вида 00:04:A3:3E:5B:69
- ip - такого вида 10.1.10.6
- vlan - 10
- intf - FastEthernet0/10

Проверить работу шаблона с помощью функции parse\_command\_output из задания 22.1.

## Задание 22.3

Создать функцию parse\_command\_dynamic.

Параметры функции:

- command\_output - вывод команды (строка)
- attributes\_dict - словарь атрибутов, в котором находятся такие пары ключ-значение:
  - „Command“: команда
  - „Vendor“: вендор
- index\_file - имя файла, где хранится соответствие между командами и шаблонами. Значение по умолчанию - «index»
- templ\_path - каталог, где хранятся шаблоны. Значение по умолчанию - templates

Функция должна возвращать список словарей с результатами обработки вывода команды (как в задании 22.1а):

- ключи - имена переменных в шаблоне TextFSM
- значения - части вывода, которые соответствуют переменным

Проверить работу функции на примере вывода команды sh ip int br.

## Задание 22.4

Создать функцию send\_and\_parse\_show\_command.

Параметры функции:

- `device_dict` - словарь с параметрами подключения к одному устройству
- `command` - команда, которую надо выполнить
- `templates_path` - путь к каталогу с шаблонами TextFSM

Функция должна подключаться к одному устройству, отправлять команду `show` с помощью `netmiko`, а затем парсить вывод команды с помощью `TextFSM`.

Функция должна возвращать список словарей с результатами обработки вывода команды (как в задании 22.1а):

- `ключи` - имена переменных в шаблоне TextFSM
- `значения` - части вывода, которые соответствуют переменным

Проверить работу функции на примере вывода команды `sh ip int br` и устройствах из `devices.yaml`.

### Задание 22.5

Создать функцию `send_and_parse_command_parallel`.

Функция `send_and_parse_command_parallel` должна запускать в параллельных потоках функцию `send_and_parse_show_command` из задания 22.4.

В этом задании надо самостоятельно решить:

- какие параметры будут у функции
- что она будет возвращать

Теста для этого задания нет.

## VI. Ansible

Ansible - это система управления конфигурациями. Ansible позволяет автоматизировать и упростить настройку, обслуживание и развертывание серверов, служб, ПО и др.

На данный момент существует несколько систем управления конфигурациями.

Однако для работы с сетевым оборудованием чаще всего используется Ansible. Связано это с тем, что Ansible не требует установки агента на управляемые хосты. Особенно актуально это для устройств, которые позволяют работать с ними только через CLI.

Кроме того, Ansible активно развивается в сторону поддержки сетевого оборудования, и в нём постоянно появляются новые возможности и модули для работы с сетевым оборудованием. Некоторое сетевое оборудование поддерживает другие системы управления конфигурациями (позволяет установить агента).

Одно из важных преимуществ Ansible заключается в том, что с ним легко начать работать.

Примеры задач, которые поможет решить Ansible:

- подключение по SSH к устройствам
- параллельное подключение к устройствам по SSH (можно указывать, ко скольки устройствам подключаться одновременно)
- отправка команд на устройства
- удобный синтаксис описания устройств:
- можно разбивать устройства на группы и затем отправлять какие-то команды на всю группу
- поддержка шаблонов конфигураций с Jinja2

Это всего лишь несколько возможностей Ansible, которые относятся к сетевому оборудованию. Они перечислены для того, чтобы показать, что эти задачи Ansible сразу снимает, и можно не использовать для этого какие-то скрипты.

## 23. Основы Ansible

Ansible:

- Работает без установки агента на управляемые хосты
- Использует SSH для подключения к управляемым хостам
- Выполняет изменения с помощью модулей Python, которые выполняются на управляемых хостах
- Может выполнять действия локально на управляющем хосте
- Использует YAML для описания сценариев
- Содержит множество модулей (их количество постоянно растет)
- Можно писать свои модули

## Терминология

- **Control machine** — управляющий хост. Сервер Ansible, с которого происходит управление другими хостами
- **Manage node** — управляемые хосты
- **Inventory** — инвентарный файл. В этом файле описываются хосты, группы хостов, а также могут быть созданы переменные
- **Playbook** — файл сценариев
- **Play** — сценарий (набор задач). Связывает задачи с хостами, для которых эти задачи надо выполнить
- **Task** — задача. Вызывает модуль с указанными параметрами и переменными
- **Module** — модуль Ansible. Реализует определенные функции

Список терминов в [документации](#).

## Quick start

С Ansible достаточно просто начать работать. Минимум, который нужен для начала работы:

- инвентарный файл - в нём описываются устройства
- изменить конфигурацию Ansible для работы с сетевым оборудованием
- разобраться с ad-hoc командами - это возможность выполнять простые действия с устройствами из командной строки

- например, с помощью ad-hoc команд можно отправить команду show на несколько устройств

Намного больше возможностей появится при использовании playbook (файлы сценариев). Но ad-hoc команды намного проще начать использовать. И с ними легче начать разбираться с Ansible.

## Установка Ansible

Ansible нужно устанавливать только на той машине, с которой будет выполняться управление устройствами.

Требования к управляющему хосту:

- поддержка Python 3 (тестировалось на 3.6)
- Windows не может быть управляющим хостом

---

**Примечание:** В книге используется Ansible версии 2.4

---

Если вы используете Ansible в работе, не только для тестов, возможно, следует использовать стабильную версию и просто использовать Python 2.7. Это легко сделать, установив Ansible в виртуальном окружении, где по умолчанию используется Python 2.7.

---

**Примечание:** Если вы хотите использовать Ansible с Python 2.7, для этого раздела лучше переключиться на книгу для Python 2.7, так как они могут отличаться.

---

Ansible довольно часто обновляется, поэтому лучше установить его в виртуальном окружении. Новые версии выходят примерно раз в полгода.

Установить Ansible можно [по-разному](#).

С помощью pip Ansible можно установить таким образом:

```
$ pip install ansible
```

## Параметры оборудования

В примерах раздела используются три маршрутизатора и один коммутатор. К ним нет никаких требований, только настроенный SSH.

Параметры, которые используются в разделе:

- пользователь: cisco

- пароль: cisco
- пароль на режим enable: cisco
- SSH версии 2
- IP-адреса:
  - R1: 192.168.100.1
  - R2: 192.168.100.2
  - R3: 192.168.100.3

---

**Примечание:** Если вы будете использовать другие параметры, измените соответственно инвентарный файл, конфигурационный файл Ansible и файл group\_vars/all.yml.

---

## Инвентарный файл

Инвентарный файл - это файл, в котором описываются устройства, к которым Ansible будет подключаться.

## Хосты и группы

В инвентарном файле устройства могут указываться используя IP-адреса или имена. Устройства могут быть указаны по одному или разбиты на группы.

Файл описывается в формате INI. Пример файла:

```
r5.example.com

[cisco-routers]
192.168.255.1
192.168.255.2
192.168.255.3
192.168.255.4

[cisco-edge-routers]
192.168.255.1
192.168.255.2
```

Название, которое указано в квадратных скобках - это название группы. В данном случае, созданы две группы устройств: cisco-routers и cisco-edge-routers.

Обратите внимание, что адреса 192.168.255.1 и 192.168.255.2 находятся в двух группах. Это нормальная ситуация, один и тот же адрес или имя хоста, можно помещать в разные группы.

Таким образом можно применять отдельно какие-то политики для группы cisco-edge-routers, но в то же время, когда необходимо настроить что-то, что касается всех маршрутизаторов, можно использовать группу cisco-routers.

К разбиению на группы надо подходить внимательно. Ansible это еще и, в какой-то мере, система описания инфраструктуры. Позже мы будем рассматривать групповые переменные и роли, где значение групп будет заметно в полной мере.

По умолчанию, файл находится в `/etc/ansible/hosts`.

Но можно создавать свой инвентарный файл и использовать его. Для этого нужно, либо указать его при запуске ansible, используя опцию `-i <путь>`, либо указать файл в конфигурационном файле Ansible.

Часто инвентарный файл размещают в каталоге `inventories`, который создают в корне каталога с playbook. Это дает возможность хранить информацию про хосты вместе с остальной информацией в системе контроля версий.

Если инфраструктура большая и хостов много, то имеет смысл разбить инвентарный файл на несколько частей:

```
inventories/
├── branch-A
│   ├── cisco-routers
│   └── cisco-switches
├── branch-B
│   ├── cisco-routers
│   └── cisco-switches
└── headquarter
    ├── cisco-routers
    ├── cisco-switches
    └── juniper-routers
```

Если какое-то из устройств использует нестандартный порт SSH, порт можно указать после имени или адреса устройства, через двоеточие (ниже показан пример).

---

**Примечание:** Такой вариант указания порта работает только с подключениями OpenSSH и не работает с paramiko.

---

Пример инвентарного файла, с использованием нестандартных портов для SSH:

```
[cisco-routers]
192.168.255.1:22022
192.168.255.2:22022
192.168.255.3:22022
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
[cisco-switches]
192.168.254.1
192.168.254.2
```

Если в группу надо добавить несколько устройств с однотипными именами, можно использовать такой вариант записи:

```
[cisco-routers]
192.168.255.[1:5]
```

Такая запись означает, что в группу попадут устройства с адресами 192.168.255.1-192.168.255.5. Этот формат записи поддерживается и для имен хостов:

```
[cisco-routers]
router[A:D].example.com
```

## Группа из группы

Ansible также позволяет объединять группы устройств в общую группу. Для этого используется специальный синтаксис:

```
[cisco-routers]
192.168.255.1
192.168.255.2
192.168.255.3

[cisco-switches]
192.168.254.1
192.168.254.2

[cisco-devices:children]
cisco-routers
cisco-switches
```

## Группы по-умолчанию

По-умолчанию, в Ansible существует две группы: `all` и `ungrouped`. Первая включает в себя все хосты, а вторая, соответственно, хосты, которые не принадлежат ни одной из групп.

## Ad-Hoc команды

Ad-hoc команды - это возможность запустить какое-то действие Ansible из командной строки.

Такой вариант используется, как правило, в тех случаях, когда надо что-то проверить, например, работу модуля. Или просто выполнить какое-то разовое действие, которое не нужно сохранять. В любом случае, это простой и быстрый способ начать использовать Ansible.

Сначала нужно создать в локальном каталоге инвентарный файл. Назовем его myhosts:

```
[cisco-routers]
192.168.100.1
192.168.100.2
192.168.100.3

[cisco-switches]
192.168.100.100
```

При подключении к устройствам первый раз, сначала лучше подключиться к ним вручную, чтобы ключи устройств были сохранены локально. В Ansible есть возможность отключить эту первоначальную проверку ключей. В разделе о конфигурационном файле мы посмотрим, как это делать (такой вариант может понадобиться, если надо подключаться к большому количеству устройств).

Пример ad-hoc команды:

```
$ ansible cisco-routers -i myhosts -m raw -a "sh ip int br" -u cisco --ask-pass
```

Разберемся с параметрами команды:

- `cisco-routers` - группа устройств, к которым нужно применить действия
  - эта группа должна существовать в инвентарном файле
  - это может быть конкретное имя или адрес
  - если нужно указать все хосты из файла, можно использовать значение `all` или `*`
  - Ansible поддерживает более сложные варианты указания хостов, с регулярными выражениями и разными шаблонами. Подробнее об этом в [документации](#)
- `-i myhosts` - параметр `-i` позволяет указать инвентарный файл
- `-m raw` - параметр означает, что используется модуль `raw`
  - этот модуль позволяет отправлять команды в SSH сессии, но при этом не загружает на хост модуль Python. То есть, этот модуль просто отправляет указанную команду как строку и всё
  - плюс модуля `raw` в том, что он может использоваться для любой системы, которую поддерживает Ansible

- -a "sh ip int br" - параметр -a указывает, какую команду отправить
- -u cisco - подключение выполняется от имени пользователя cisco
- --ask-pass - параметр, который нужно указать, чтобы аутентификация была по паролю, а не по ключам

Результат выполнения будет таким:

```
$ ansible cisco-routers -i myhosts -m raw -a "sh ip int br" -u cisco --ask-pass
```

```
SSH password:  
192.168.100.1 | FAILED | rc=0 >>  
to use the 'ssh' connection type with passwords, you must install the sshpass program  
  
192.168.100.2 | FAILED | rc=0 >>  
to use the 'ssh' connection type with passwords, you must install the sshpass program  
  
192.168.100.3 | FAILED | rc=0 >>  
to use the 'ssh' connection type with passwords, you must install the sshpass program
```

Ошибка значит, что нужно установить программу sshpass. Эта особенность возникает, только когда используется аутентификация по паролю.

Установка sshpass:

```
$ sudo apt-get install sshpass
```

Команду надо выполнить повторно:

```
$ ansible cisco-routers -i myhosts -m raw -a "sh ip int br" -u cisco --ask-pass
```

```

SSH password:
192.168.100.1 | SUCCESS | rc=0 >>

Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
Ethernet0/0        192.168.100.1  YES NVRAM up           up
Ethernet0/1        192.168.200.1  YES NVRAM up           up
Ethernet0/2        unassigned     YES manual administratively down down
Ethernet0/3        unassigned     YES manual up           up
Loopback0          10.1.1.1      YES manual up           up
Shared connection to 192.168.100.1 closed.

192.168.100.2 | SUCCESS | rc=0 >>

Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
Ethernet0/0        192.168.100.2  YES manual up           up
Ethernet0/1        unassigned     YES unset administratively down down
Ethernet0/2        192.168.200.1  YES manual administratively down down
Ethernet0/3        unassigned     YES manual up           up
Loopback0          10.1.1.1      YES manual up           up
Connection to 192.168.100.2 closed by remote host.
Shared connection to 192.168.100.2 closed.

192.168.100.3 | SUCCESS | rc=0 >>

Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
Ethernet0/0        192.168.100.3  YES manual up           up
Ethernet0/1        unassigned     YES unset administratively down down
Ethernet0/2        192.168.200.1  YES manual administratively down down
Ethernet0/3        unassigned     YES manual up           up
Loopback0          10.1.1.1      YES manual up           up
Loopback10         10.255.3.3    YES manual up           up
Shared connection to 192.168.100.3 closed.

```

Теперь всё прошло успешно. Команда выполнилась, и отобразился вывод с каждого устройства.

Аналогичным образом можно попробовать выполнять и другие команды и/или на других комбинациях устройств.

## Конфигурационный файл

Настройки Ansible можно менять в конфигурационном файле.

Конфигурационный файл Ansible может храниться в разных местах (файлы перечислены в порядке уменьшения приоритета):

- `ANSIBLE_CONFIG` (переменная окружения)

- ansible.cfg (в текущем каталоге)
- .ansible.cfg (в домашнем каталоге пользователя)
- /etc/ansible/ansible.cfg

Ansible ищет файл конфигурации в указанном порядке и использует первый найденный (конфигурация из разных файлов не совмещается).

В конфигурационном файле можно менять множество параметров. Полный список параметров и их описание можно найти в [документации](#).

В текущем каталоге должен быть инвентарный файл myhosts:

```
[cisco-routers]
192.168.100.1
192.168.100.2
192.168.100.3

[cisco-switches]
192.168.100.100
```

В текущем каталоге надо создать такой конфигурационный файл ansible.cfg:

```
[defaults]

inventory = ./myhosts
remote_user = cisco
ask_pass = True
```

Настройки в конфигурационном файле:

- [defaults] - эта секция конфигурации описывает общие параметры по умолчанию
- inventory = ./myhosts - параметр inventory позволяет указать местоположение инвентарного файла. Если настроить этот параметр, не придется указывать, где находится файл, при каждом запуске Ansible
- remote\_user = cisco - от имени какого пользователя будет подключаться Ansible
- ask\_pass = True - этот параметр аналогичен опции -ask-pass в командной строке. Если он выставлен в конфигурации Ansible, то уже не нужно указывать его в командной строке.

Теперь вызов ad-hoc команды будет выглядеть так:

```
$ ansible cisco-routers -m raw -a "sh ip int br"
```

Теперь не нужно указывать инвентарный файл, пользователя и опцию -ask-pass.

## gathering

По умолчанию Ansible собирает факты об устройствах.

Факты - это информация о хостах, к которым подключается Ansible. Эти факты можно использовать в playbook и шаблонах как переменные.

Сбором фактов, по умолчанию, занимается модуль `setup`.

Но для сетевого оборудования модуль `setup` не подходит, поэтому сбор фактов надо отключить. Это можно сделать в конфигурационном файле Ansible или в playbook.

**Примечание:** Для сетевого оборудования нужно использовать отдельные модули для сбора фактов (если они есть). Это рассматривается в разделе `ios_facts`.

Отключение сбора фактов в конфигурационном файле:

## host\_key\_checking

Параметр `host_key_checking` отвечает за проверку ключей при подключении по SSH. Если указать в конфигурационном файле `host_key_checking=False`, проверка будет отключена.

Это полезно, когда с управляющего хоста Ansible надо подключиться к большому количеству устройств первый раз.

Чтобы проверить этот функционал, надо удалить сохраненные ключи для устройств Cisco, к которым уже выполнялось подключение. В линукс они находятся в файле `~/.ssh/known_hosts`.

Если выполнить ad-hoc команду после удаления ключей, вывод будет таким:

```
$ ansible cisco-routers -m raw -a "sh ip int br"
```

```
SSH password:
192.168.100.1 | FAILED | rc=0 >>
Using a SSH password instead of a key is not possible because Host Key checking is enabled
and sshpass does not support this. Please add this host's fingerprint to your known_hosts
file to manage this host.

192.168.100.2 | FAILED | rc=0 >>
Using a SSH password instead of a key is not possible because Host Key checking is enabled
and sshpass does not support this. Please add this host's fingerprint to your known_hosts
file to manage this host.

192.168.100.3 | FAILED | rc=0 >>
Using a SSH password instead of a key is not possible because Host Key checking is enabled
and sshpass does not support this. Please add this host's fingerprint to your known_hosts
file to manage this host.
```

Добавляем в конфигурационный файл параметр host\_key\_checking:

```
[defaults]

inventory = ./myhosts

remote_user = cisco
ask_pass = True

host_key_checking=False
```

И повторим ad-hoc команду:

```
$ ansible cisco-routers -m raw -a "sh ip int br"
```

```

SSH password:
192.168.100.1 | SUCCESS | rc=0 >>

Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
Ethernet0/0        192.168.100.1  YES NVRAM up           up
Ethernet0/1        192.168.200.1  YES NVRAM up           up
Ethernet0/2        unassigned     YES manual administratively down down
Ethernet0/3        unassigned     YES manual up            up
Tunnel0            unassigned     YES unset up            down
Tunnel1            unassigned     YES unset up            down
Tunnel3            unassigned     YES unset up            down
Tunnel9            unassigned     YES unset up            down
Tunnel10           unassigned     YES unset up            down
Tunnel11           unassigned     YES unset up            down
Tunnel15           unassigned     YES unset up            down
Warning: Permanently added '192.168.100.1' (RSA) to the list of known hosts.
Shared connection to 192.168.100.1 closed.

192.168.100.3 | SUCCESS | rc=0 >>

Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
Ethernet0/0        192.168.100.3  YES manual up           up
Ethernet0/1        unassigned     YES unset administratively down down
Ethernet0/2        192.168.200.1  YES manual administratively down down
Ethernet0/3        unassigned     YES manual up            up
Loopback10         10.255.3.3    YES manual up           up
Warning: Permanently added '192.168.100.3' (RSA) to the list of known hosts.
Shared connection to 192.168.100.3 closed.

192.168.100.2 | SUCCESS | rc=0 >>

Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
Ethernet0/0        192.168.100.2  YES manual up           up
Ethernet0/1        unassigned     YES unset administratively down down
Ethernet0/2        unassigned     YES manual administratively down down
Ethernet0/3        unassigned     YES manual up            up
Loopback0          10.0.0.2      YES manual up           up
Warning: Permanently added '192.168.100.2' (RSA) to the list of known hosts.
Connection to 192.168.100.2 closed by remote host.
Shared connection to 192.168.100.2 closed.

```

Обратите внимание на строки:

**Warning:** Permanently added '192.168.100.1' (RSA) to the list of known hosts.

Ansible сам добавил ключи устройств в файл `~/.ssh/known_hosts`. При подключении в следующий раз этого сообщения уже не будет.

Другие параметры конфигурационного файла можно посмотреть в документации. Пример конфигурационного файла в репозитории Ansible.

## Модули Ansible

Вместе с установкой Ansible устанавливается также большое количество модулей (библиотека модулей). В текущей библиотеке модулей находится порядка 200 модулей.

Модули отвечают за действия, которые выполняет Ansible. При этом каждый модуль, как правило, отвечает за свою конкретную и небольшую задачу.

Модули можно выполнять отдельно, в ad-hoc командах или собирать в определенный сценарий (play), а затем в playbook.

Как правило, при вызове модуля ему нужно передать аргументы. Какие-то аргументы будут управлять поведением и параметрами модуля, а какие-то передавать, например, команду, которую надо выполнить.

Например, мы уже выполняли ad-hoc команды, используя модуль raw, и передавали ему аргументы:

```
$ ansible cisco-routers -i myhosts -m raw -a "sh ip int br" -u cisco --ask-pass
```

Выполнение такой же задачи в playbook будет выглядеть так (playbook рассматривается в следующем разделе):

```
- name: run sh ip int br
  raw: sh ip int br | ex unass
```

После выполнения модуль возвращает результаты в формате JSON.

Модули Ansible, как правило, идемпотентны. Это означает, что модуль можно выполнять сколько угодно раз, но при этом модуль будет выполнять изменения, только если система не находится в желаемом состоянии.

В Ansible модули разделены на две категории:

- **core** - это модули, которые всегда устанавливаются вместе с Ansible. Их поддерживает основная команда разработчиков Ansible.
- **extra** - это модули на данный момент устанавливаются с Ansible, но нет гарантии, что они и дальше будут устанавливаться с Ansible. Возможно, в будущем их нужно будет устанавливать отдельно. Большинство этих модулей поддерживается сообществом.

Также в Ansible модули разделены по функциональности. Список всех категорий находится в [документации](#).

## Основы playbooks

Playbook (файл сценариев) — это файл, в котором описываются действия, которые нужно выполнить на какой-то группе хостов.

Внутри playbook:

- play - это набор задач, которые нужно выполнить для группы хостов
- task - это конкретная задача. В задаче есть как минимум:
  - описание (название задачи можно не писать, но очень рекомендуется)
  - модуль и команда (действие в модуле)

## Синтаксис playbook

Playbook описываются в формате YAML.

### Пример синтаксиса playbook

Все примеры этого раздела находятся в каталоге 2\_playbook\_basics

Пример playbook 1\_show\_commands\_with\_raw.yml:

```
---
- name: Run show commands on routers
  hosts: cisco-routers
  gather_facts: false

  tasks:
    - name: run sh ip int br
      raw: sh ip int br | ex unass

    - name: run sh ip route
      raw: sh ip route

- name: Run show commands on switches
  hosts: cisco-switches
  gather_facts: false

  tasks:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
- name: run sh int status
  raw: sh int status

- name: run sh vlan
  raw: show vlan
```

В playbook два сценария (play):

- **name:** Run show commands on routers - имя сценария (play). Этот параметр обязательно должен быть в любом сценарии
- **hosts:** cisco-routers - сценарий будет применяться к устройствам в группе cisco-routers. Тут может быть указано и несколько групп, например, таким образом: hosts: cisco-routers:cisco-switches. Подробнее в [документации](#)
- обычно, в play надо указывать параметр **remote\_user**. Но, так как мы указали его в конфигурационном файле Ansible, можно не указывать его в play.
- **gather\_facts: false** - отключение сбора фактов об устройстве, так как для сетевого оборудования надо использовать отдельные модули для сбора фактов.
  - в разделе «конфигурационный файл» рассматривалось, как отключить сбор фактов по умолчанию. Если он отключен, то параметр gather\_facts в play не нужно указывать.
- **tasks:** - дальше идет перечень задач
  - в каждой задаче настроено имя (опционально) и действие. Действие может быть только одно.
  - в действии указывается, какой модуль использовать, и параметры модуля.

И тот же playbook с отображением элементов:

## Playbook

```
- name: Run show commands on routers  
hosts: cisco-routers  
gather_facts: false
```

tasks:

```
- name: run sh ip int br  
raw: sh ip int br | ex unass
```

**Play 1**

```
- name: run sh ip route  
raw: sh ip route
```

**Task 1**

**Task 2**

```
- name: Run show commands on switches  
hosts: cisco-switches  
gather_facts: false
```

tasks:

```
- name: run sh int status  
raw: sh int status
```

**Play 2**

**Task 1**

```
- name: run sh vlans  
raw: sh vlans
```

**Task 2**

Так выглядит выполнение playbook:

```
$ ansible-playbook 1_show_commands_with_raw.yml
```

```
PLAY [Run show commands on routers] *****  
  
TASK [run sh ip int br] *****  
changed: [192.168.100.1]  
changed: [192.168.100.3]  
changed: [192.168.100.2]  
  
TASK [run sh ip route] *****  
changed: [192.168.100.1]  
changed: [192.168.100.3]  
changed: [192.168.100.2]  
  
PLAY [Run show commands on switches] *****  
  
TASK [run sh int status] *****  
changed: [192.168.100.100]  
  
TASK [run sh vlans] *****  
changed: [192.168.100.100]  
  
PLAY RECAP *****  
192.168.100.1 : ok=2    changed=2    unreachable=0    failed=0  
192.168.100.100 : ok=2    changed=2    unreachable=0    failed=0  
192.168.100.2 : ok=2    changed=2    unreachable=0    failed=0  
192.168.100.3 : ok=2    changed=2    unreachable=0    failed=0
```

Обратите внимание, что для запуска playbook используется другая команда. Для ad-hoc команды использовалась команда ansible. А для playbook - ansible-playbook.

Для того, чтобы убедиться, что команды, которые указаны в задачах, выполнились на устройствах, запустите playbook с опцией -v (вывод сокращен):

```
$ ansible-playbook 1_show_commands_with_raw.yml -v
```

```
SSH password:  
  
PLAY [Run show commands on routers] ****  
  
TASK [run sh ip int br] ****  
changed: [192.168.100.1] => {"changed": true, "rc": 0, "stderr": "Shared connection  
to 192.168.100.1 closed.\r\n", "stdout": "\r\nInterface IP-Address  
s OK? Method Status Protocol\r\nEthernet0/0 192.  
168.100.1 YES NVRAM up up \r\nEthernet0/1  
192.168.200.1 YES NVRAM up up \r\nLoopback0  
10.1.1.1 YES manual up up \r\n\r\n", "stdout_lines":  
": [ "", "Interface IP-Address OK? Method Status  
Protocol", "Ethernet0/0 192.168.100.1 YES NVRAM up  
up ", "Ethernet0/1 192.168.200.1 YES NVRAM up  
up ", "Loopback0 10.1.1.1 YES manual up  
up "]}  
192.168.100.1 YES NVRAM up  
192.168.200.1 YES NVRAM up  
10.1.1.1 YES manual up
```

В следующих разделах мы научимся отображать эти данные в нормальном формате и посмотрим, что с ними можно делать.

## Порядок выполнения задач и сценариев

Сценарии (play) и задачи (task) выполняются последовательно, в том порядке, в котором они описаны в playbook.

Если в сценарии, например, две задачи, то сначала первая задача должна быть выполнена для всех устройств, которые указаны в параметре hosts. Только после того, как первая задача была выполнена для всех хостов, начинается выполнение второй задачи.

Если в ходе выполнения playbook возникла ошибка в задаче на каком-то устройстве, это устройство исключается, и другие задачи на нём выполняться не будут.

Например, заменим пароль пользователя cisco на cisco123 (правильный cisco) на маршрутизаторе 192.168.100.1 и запустим playbook заново:

```
$ ansible-playbook 1_show_commands_with_raw.yml
```

```
SSH password:  
  
PLAY [Run show commands on routers] ****  
  
TASK [run sh ip int br] ****  
changed: [192.168.100.2]  
changed: [192.168.100.3]  
fatal: [192.168.100.1]: FAILED! => {"changed": true, "failed": true, "msg": "non-zero return code", "rc": 5,  
"stderr": "", "stdout": "", "stdout_lines": []}  
  
TASK [run sh ip route] ****  
changed: [192.168.100.2]  
changed: [192.168.100.3]  
  
PLAY [Run show commands on switches] ****  
  
TASK [run sh int status] ****  
changed: [192.168.100.100]  
  
TASK [run sh vlan] ****  
changed: [192.168.100.100]  
      to retry, use: --limit @/home/vagrant/repos/pyneng-examples-exercises/examples/15_ansible/2_playbook_  
basics/1_show_commands_with_raw.retry  
  
PLAY RECAP ****  
192.168.100.1 : ok=0    changed=0    unreachable=0    failed=1  
192.168.100.100: ok=2    changed=2    unreachable=0    failed=0  
192.168.100.2 : ok=2    changed=2    unreachable=0    failed=0  
192.168.100.3 : ok=2    changed=2    unreachable=0    failed=0
```

Обратите внимание на ошибку в выполнении первой задачи для маршрутизатора 192.168.100.1.

Во второй задаче „TASK [run sh ip route]“, Ansible уже исключил маршрутизатор и выполняет задачу только для маршрутизаторов 192.168.100.2 и 192.168.100.3.

Еще один важный аспект - Ansible выдал сообщение:

```
to retry, use: --limit @/home/vagrant/repos/pyneng-examples-exercises/examples/23_  
→ansible/2_playbook_basics/1_show_commands_with_raw.retry
```

Если при выполнении playbook, на каком-то устройстве возникла ошибка, Ansible создает специальный файл, который называется точно так же, как playbook, но расширение меняется на `retry`. (Если вы выполняете задания параллельно, то этот файл должен появиться у Вас)

В этом файле хранится имя или адрес устройства, на котором возникла ошибка. Так выглядит файл `1_show_commands_with_raw.retry` сейчас:

```
192.168.100.1
```

Создается этот файл для того, чтобы можно было перезапустить playbook заново только для проблемного устройства (устройства). То есть, надо исправить проблему с устройством и заново запустить playbook.

Настраиваем правильный пароль на маршрутизаторе 192.168.100.1, а затем перезапускаем playbook таким образом:

```
$ ansible-playbook 1_show_commands_with_raw.yml --limit @/home/vagrant/repos/
  ↪pyneng-examples-exercises/examples/23_ansible_basics/2_playbook_basics/1_show_
  ↪commands_with_raw.retry
```

```
SSH password:

PLAY [Run show commands on routers] *****

TASK [run sh ip int br] *****
changed: [192.168.100.1]

TASK [run sh ip route] *****
changed: [192.168.100.1]

PLAY RECAP *****
192.168.100.1 : ok=2    changed=2    unreachable=0    failed=0
```

Ansible взял список устройств, которые перечислены в файле `retry`, и выполнил playbook только для них.

Можно было запустить playbook и так (то есть, писать не полный путь к файлу `retry`):

```
$ ansible-playbook 1_show_commands_with_raw.yml --limit @1_show_commands_with_raw.
  ↪retry
```

Параметр `-limit` очень полезная вещь. Он позволяет ограничивать, для каких хостов или групп будет выполняться playbook, при этом не меняя сам playbook.

Например, таким образом playbook можно запустить только для маршрутизатора 192.168.100.1:

```
$ ansible-playbook 1_show_commands_with_raw.yml --limit 192.168.100.1
```

## Идемпотентность

Модули Ansible идемпотентны. Это означает, что модуль можно выполнять сколько угодно раз, но при этом модуль будет выполнять изменения, только если система не находится в желаемом состоянии.

Но есть исключения из такого поведения. Например, модуль `raw` всегда вносит изменения. Поэтому при выполнении playbook выше всегда отображалось состояние `changed`.

Но, если, например, в задаче указано, что на сервер Linux надо установить пакет `httpd`, то он будет установлен только в том случае, если его нет. То есть, действие не будет повторяться снова и снова при каждом запуске, а лишь тогда, когда пакета нет.

Аналогично и с сетевым оборудованием. Если задача модуля - выполнить команду в конфигурационном режиме, а она уже есть на устройстве, модуль не будет вносить изменения.

## Переменные

Переменной может быть, например:

- информация об устройстве, которая собрана как факт, а затем используется в шаблоне.
- в переменные можно записывать полученный вывод команды.
- переменная может быть указана вручную в playbook

## Имена переменных

В Ansible есть определенные ограничения по формату имен переменных:

- Переменные могут состоять из букв, чисел и символа \_
- Переменные должны начинаться с буквы

Кроме того, можно создавать словари с переменными (в формате YAML):

```
R1:  
  IP: 10.1.1.1/24  
  DG: 10.1.1.100
```

Обращаться к переменным в словаре можно двумя вариантами:

```
R1['IP']  
R1.IP
```

Правда, при использовании второго варианта могут быть проблемы, если название ключа совпадает с зарезервированным словом (методом или атрибутом) в Python или Ansible.

## Где можно определять переменные

Переменные можно создавать:

- в инвентарном файле
- в playbook
- в специальных файлах для группы/устройства
- в отдельных файлах, которые добавляются в playbook через include (как в Jinja2)
- в ролях, которые затем используются

- можно даже передавать переменные при вызове playbook

Также можно использовать факты, которые были собраны про устройство, как переменные.

## Переменные в инвентарном файле

В инвентарном файле можно указывать переменные для группы:

```
[cisco-routers]
192.168.100.1
192.168.100.2
192.168.100.3

[cisco-switches]
192.168.100.100

[cisco-routers:vars]
ntp_server=192.168.255.100
log_server=10.255.100.1
```

Переменные ntp\_server и log\_server относятся к группе cisco-routers и могут использоваться, например, при генерации конфигурации на основе шаблона.

## Переменные в playbook

Переменные можно задавать прямо в playbook. Это может быть удобно тем, что переменные находятся там же, где все действия.

Например, можно задать переменные ntp\_server и log\_server в playbook таким образом:

```
---

- name: Run show commands on routers
  hosts: cisco-routers
  gather_facts: false

  vars:
    ntp_server: 192.168.255.100
    log_server: 10.255.100.1

  tasks:
    - name: run sh ip int br
      raw: sh ip int br | ex unass
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
- name: run sh ip route
  raw: sh ip route
```

## Переменные в специальных файлах для группы/устройства

Ansible позволяет хранить переменные для группы/устройства в специальных файлах:

- Для групп устройств, переменные должны находиться в каталоге `group_vars`, в файлах, которые называются, как имя группы. Кроме того, можно создавать в каталоге `group_vars` файл `all`, в котором будут находиться переменные, которые относятся ко всем группам.
  - Для конкретных устройств, переменные должны находиться в каталоге `host_vars`, в файлах, которые соответствуют имени или адресу хоста.
- \*Все файлы с переменными должны быть в формате YAML. Расширение файла может быть таким: `yml`, `yaml`, `json` или без расширения
- каталоги `group_vars` и `host_vars` должны находиться в том же каталоге, что и `playbook`, или могут находиться внутри каталога `inventory` (первый вариант более распространенный). Если каталоги и файлы названы правильно и расположены в указанных каталогах, Ansible сам распознает файлы и будет использовать переменные.

Например, если инвентарный файл `myhosts` выглядит так:

```
[cisco-routers]
192.168.100.1
192.168.100.2
192.168.100.3

[cisco-switches]
192.168.100.100
```

Можно создать такую структуру каталогов:

```

├── group_vars
│   ├── all.yml
│   ├── cisco-routers.yml
│   └── cisco-switches.yml
|
└── host_vars
    ├── 192.168.100.1
    └── 192.168.100.2

```

Каталог с переменными для групп устройств

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)	
└── 192.168.100.3	Каталог с переменными для устройств
└── 192.168.100.100	
└── myhosts	Инвентарный файл

Ниже пример содержимого файлов переменных для групп устройств и для отдельных хостов.

group\_vars/all.yml (в этом файле указываются значения по умолчанию, которые относятся ко всем устройствам):

```
---
cli:
  host: "{{ inventory_hostname }}"
  username: "cisco"
  password: "cisco"
  authorize: yes
  auth_pass: "cisco"
```

В данном случае указываются переменные, которые предопределены самим Ansible.

В файле group\_vars/all.yml создан словарь cli. В этом словаре перечислены те аргументы, которые должны задаваться для работы с сетевым оборудованием через встроенные модули Ansible (рассматривается в разделе «сетевые модули»)

Интересный момент в этом файле - переменная host: «{{ inventory\_hostname }}»:

- inventory\_hostname - это специальная переменная, которая указывает на тот хост, для которого Ansible выполняет действия.
- синтаксис {{ inventory\_hostname }} - это подстановка переменных. Используется формат Jinja

group\_vars/cisco-routers.yml

```
---
log_server: 10.255.100.1
ntp_server: 10.255.100.1
users:
  user1: pass1
  user2: pass2
  user3: pass3
```

В файле group\_vars/cisco-routers.yml находятся переменные, которые указывают IP-адреса Log и NTP серверов и нескольких пользователей. Эти переменные могут использоваться, например, в шаблонах конфигурации.

group\_vars/cisco-switches.yml

```
---  
  
vlans:  
  - 10  
  - 20  
  - 30
```

В файле group\_vars/cisco-switches.yml указана переменная `vlans` со списком VLANов.

Файлы с переменными для хостов однотипны, и в них меняются только адреса и имена:

Файл host\_vars/192.168.100.1

```
---  
  
hostname: london_r1  
mgmnt_loopback: 100  
mgmnt_ip: 10.0.0.1  
ospf_ints:  
  - 192.168.100.1  
  - 10.0.0.1  
  - 10.255.1.1
```

Файл host\_vars/192.168.100.2

```
---  
  
hostname: london_r2  
mgmnt_loopback: 100  
mgmnt_ip: 10.0.0.2  
ospf_ints:  
  - 192.168.100.2  
  - 10.0.0.2  
  - 10.255.2.2
```

Файл host\_vars/192.168.100.3

```
---  
  
hostname: london_r3  
mgmnt_loopback: 100  
mgmnt_ip: 10.0.0.3  
ospf_ints:  
  - 192.168.100.3
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

- 10.0.0.3
- 10.255.3.3

#### Файл host\_vars/192.168.100.100

```
---  
hostname: london_sw1  
mgmnt_int: VLAN100  
mgmnt_ip: 10.0.0.100
```

### Приоритет переменных

---

**Примечание:** В этом разделе не рассматривается размещение переменных: \* в отдельных файлах, которые добавляются в playbook через include (как в Jinja2) \* в ролях, которые затем используются \* передача переменных при вызове playbook

---

Чаще всего, переменная с определенным именем только одна. Но иногда может понадобиться создать переменную в разных местах, и тогда нужно понимать, в каком порядке Ansible перезаписывает переменные.

Приоритет переменных (последние значения переписывают предыдущие):

- Значения переменных в ролях
  - задачи в ролях будут видеть собственные значения. Задачи, которые определены вне роли, будут видеть последние значения переменных роли
- переменные в инвентарном файле
- переменные для группы хостов в инвентарном файле
- переменные для хостов в инвентарном файле
- переменные в каталоге group\_vars
- переменные в каталоге host\_vars
- факты хоста
- переменные сценария (play)
- переменные сценария, которые запрашиваются через vars\_prompt
- переменные, которые передаются в сценарий через vars\_files
- переменные, полученные через параметр register

- `set_facts`
- переменные из роли и помещенные через `include`
- переменные блока (переписывают другие значения только для блока)
- переменные задачи (`task`) (переписывают другие значения только для задачи)
- переменные, которые передаются при вызове `playbook` через параметр `-extra-vars` (всегда наиболее приоритетные)

## Работа с результатами выполнения модуля

В этом разделе рассматриваются несколько способов, которые позволяют посмотреть на вывод, полученный с устройств.

Примеры используют модуль `raw`, но аналогичные принципы работают и с другими модулями.

### verbose

В предыдущих разделах один из способов отобразить результат выполнения команд уже использовался - флаг `verbose`.

Конечно, вывод не очень удобно читать, но, как минимум, он позволяет увидеть, что команды выполнились. Также этот флаг позволяет подробно посмотреть, какие шаги выполняет Ansible.

Пример запуска playbook с флагом `verbose` (вывод сокращен):

```
ansible-playbook 1_show_commands_with_raw.yml -v
```

```
SSH password:

PLAY [Run show commands on routers] *****
TASK [run sh ip int br] *****
changed: [192.168.100.1] => {"changed": true, "rc": 0, "stderr": "Shared connection\n      to 192.168.100.1 closed.\r\n", "stdout": "\r\nInterface          IP-Address\n      OK? Method Status\n168.100.1    YES NVRAM   up           \r\n\n      Protocol\r\n      Ethernet0/0      192.\n      up           \r\n\n      \r\nLoopback0\n      10.1.1.1      YES manual up\n      up           \r\n\n      \r\n", "stdout_lines": "\r\n": [{"Interface": "Ethernet0/0", "IP-Address": "192.168.100.1", "OK?": "YES", "Method": "NVRAM", "Status": "up"}, {"Interface": "Loopback0", "IP-Address": "192.168.200.1", "OK?": "YES", "Method": "NVRAM", "Status": "up"}, {"Interface": "Ethernet0/1", "IP-Address": "10.1.1.1", "OK?": "YES", "Method": "manual", "Status": "up"}]}
```

При увеличении количества букв v в флаге, вывод становится более подробным. Попробуйте вызывать этот же playbook и добавлять к флагу буквы v (5 и больше показывают одинаковый вывод) таким образом:

```
ansible-playbook 1_show_commands_with_raw.yml -vvv
```

В выводе видны результаты выполнения задачи, они возвращаются в формате JSON:

- **changed** - ключ, который указывает, были ли внесены изменения
- **rc** - return code. Это поле появляется в выводе тех модулей, которые выполняют какие-то команды
- **stderr** - ошибки при выполнении команды. Это поле появляется в выводе тех модулей, которые выполняют какие-то команды
- **stdout** - вывод команды
- **stdout\_lines** - вывод в виде списка команд, разбитых построчно

## register

Параметр **register** сохраняет результат выполнения модуля в переменную. Затем эта переменная может использоваться в шаблонах, в принятии решений о ходе сценария или для отображения вывода.

Попробуем сохранить результат выполнения команды.

В playbook 2\_register\_vars.yml с помощью register вывод команды sh ip int br сохранен в переменную sh\_ip\_int\_br\_result:

```
---
- name: Run show commands on routers
  hosts: cisco-routers
  gather_facts: false

  tasks:
    - name: run sh ip int br
      raw: sh ip int br | ex unass
      register: sh_ip_int_br_result
```

Если запустить этот playbook, вывод не будет отличаться, так как вывод только записан в переменную, но с переменной не выполняется никаких действий. Следующий шаг - отобразить результат выполнения команды с помощью модуля debug.

## debug

Модуль `debug` позволяет отображать информацию на стандартный поток вывода. Это может быть произвольная строка, переменная, факты об устройстве.

Для отображения сохраненных результатов выполнения команды, в playbook `2_register_vars.yml` добавлена задача с модулем `debug`:

```
---
```

```
- name: Run show commands on routers
  hosts: cisco-routers
  gather_facts: false

  tasks:

    - name: run sh ip int br
      raw: sh ip int br | ex unass
      register: sh_ip_int_br_result

    - name: Debug registered var
      debug: var=sh_ip_int_br_result.stdout_lines
```

Обратите внимание, что выводится не всё содержимое переменной `sh_ip_int_br_result`, а только содержимое `stdout_lines`. В `sh_ip_int_br_result.stdout_lines` находится список строк, поэтому вывод будет структурирован.

Результат запуска playbook выглядит так:

```
$ ansible-playbook 2_register_vars.yml
```

```

SSH password:

PLAY [Run show commands on routers] ****
TASK [run sh ip int br] ****
changed: [192.168.100.1]
changed: [192.168.100.2]
changed: [192.168.100.3]

TASK [Debug registered var] ****
ok: [192.168.100.1] => {
    "sh_ip_int_br_result.stdout_lines": [
        "",
        "Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol",
        "Ethernet0/0        192.168.100.1  YES NVRAM  up           up   ",
        "Ethernet0/1        192.168.200.1  YES NVRAM  up           up   ",
        "Loopback0          10.1.1.1      YES manual up         up   "
    ]
}
ok: [192.168.100.2] => {
    "sh_ip_int_br_result.stdout_lines": [
        "",
        "Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol",
        "Ethernet0/0        192.168.100.2  YES manual up         up   ",
        "Ethernet0/2        192.168.200.1  YES manual administratively down down   ",
        "Loopback0          10.1.1.1      YES manual up         up   "
    ]
}
ok: [192.168.100.3] => {
    "sh_ip_int_br_result.stdout_lines": [
        "",
        "Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol",
        "Ethernet0/0        192.168.100.3  YES manual up         up   ",
        "Ethernet0/2        192.168.200.1  YES manual administratively down down   ",
        "Loopback0          10.1.1.1      YES manual up         up   ",
        "Loopback10         10.255.3.3    YES manual up         up   "
    ]
}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0

```

## register, debug, when

С помощью ключевого слова **when** можно указать условие, при выполнении которого задача выполняется. Если условие не выполняется, то задача пропускается.

---

**Примечание:** when в Ansible используется, как if в Python.

---

Пример playbook 3\_register\_debug\_when.yml:

```
---  
  
- name: Run show commands on routers  
  hosts: cisco-routers  
  gather_facts: false  
  
  tasks:  
  
    - name: run sh ip int br  
      raw: sh ip int bri | ex unass  
      register: sh_ip_int_br_result  
  
    - name: Debug registered var  
      debug:  
        msg: "Error in command"  
        when: "'invalid' in sh_ip_int_br_result.stdout"
```

В последнем задании несколько изменений:

- модуль `debug` отображает не содержимое сохраненной переменной, а сообщение, которое указано в переменной `msg`.
- условие `when` указывает, что данная задача выполнится только при выполнении условия
- `when: "'invalid' in sh_ip_int_br_result.stdout"` - это условие означает, что задача будет выполнена только в том случае, если в выводе `sh_ip_int_br_result.stdout` будет найдена строка `invalid` (например, когда неправильно введена команда)

---

**Примечание:** Модули, которые работают с сетевым оборудованием, автоматически проверяют ошибки при выполнении команд. Тут этот пример используется для демонстрации возможностей Ansible.

---

Выполнение playbook:

```
$ ansible-playbook 3_register_debug_when.yml
```

```
SSH password:

PLAY [Run show commands on routers] ****
TASK [run sh ip int br] ****
changed: [192.168.100.2]
changed: [192.168.100.1]
changed: [192.168.100.3]

TASK [Debug registered var] ****
skipping: [192.168.100.1]
skipping: [192.168.100.2]
skipping: [192.168.100.3]

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

Обратите внимание на сообщения skipping - это означает, что задача не выполнялась для указанных устройств. Не выполнилась она потому, что условие в when не было выполнено.

Выполнение того же playbook, но с ошибкой в команде:

```
---
- name: Run show commands on routers
  hosts: cisco-routers
  gather_facts: false

  tasks:
    - name: run sh ip int br
      raw: shh ip int bri | ex unass
      register: sh_ip_int_br_result

    - name: Debug registered var
      debug:
        msg: "Error in command"
        when: "'invalid' in sh_ip_int_br_result.stdout"
```

Теперь результат выполнения такой:

```
$ ansible-playbook 3_register_debug_when.yml
```

```
SSH password:  
  
PLAY [Run show commands on routers] *****  
  
TASK [run sh ip int br] *****  
changed: [192.168.100.1]  
changed: [192.168.100.2]  
changed: [192.168.100.3]  
  
TASK [Debug registered var] *****  
ok: [192.168.100.1] => {  
    "msg": "Error in command"  
}  
ok: [192.168.100.2] => {  
    "msg": "Error in command"  
}  
ok: [192.168.100.3] => {  
    "msg": "Error in command"  
}  
  
PLAY RECAP *****  
192.168.100.1      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0  
192.168.100.2      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0  
192.168.100.3      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

Так как команда была с ошибкой, сработало условие, которое описано в `when`, и задача вывела сообщение с помощью модуля `debug`.

## 24. Сетевые модули

В предыдущих разделах для отправки команд на оборудование использовался модуль `raw`. Он универсален, и с его помощью можно отправлять команды на любое устройство.

В этом разделе рассматриваются модули, которые работают с сетевым оборудованием.

Глобально модули для работы с сетевым оборудованием можно разделить на две части:

- модули для оборудования с поддержкой API
- модули для оборудования, которое работает только через CLI

Если оборудование поддерживает API, как, например, `NXOS`, то для него создано большое количество модулей, которые выполняют конкретные действия по настройке функционала (например, для NXOS создано более 60 модулей).

Для оборудования, которое работает только через CLI, Ansible поддерживает, как минимум, такие три типа модулей:

- `os_command` - выполняет команды `show`
- `os_facts` - собирает факты об устройствах
- `os_config` - выполняет команды конфигурации

Соответственно, для разных операционных систем будут разные модули. Например, для Cisco IOS модули будут называться:

- `ios_command`
- `ios_config`
- `ios_facts`

Аналогичные три модуля доступны для таких ОС:

- `Dellos10`
- `Dellos6`
- `Dellos9`
- `EOS`
- `IOS`
- `IOS XR`
- `JUNOS`
- `SR OS`
- `VyOS`

Полный список всех сетевых модулей, которые поддерживает Ansible, в [документации](#).

Обратите внимание, что Ansible очень активно развивается в сторону поддержки работы с сетевым оборудованием, и в следующей версии Ansible, могут быть дополнительные модули. Поэтому, если на момент чтения книги уже есть следующая версия Ansible (версия в книге 2.5), используйте её и посмотрите в документации, какие новые возможности и модули появились.

В этом разделе все рассматривается на примере модулей для работы с Cisco IOS:

- ios\_command
- ios\_config
- ios\_facts

---

**Примечание:** Аналогичные модули command, config и facts для других вендоров и ОС работают одинаково, поэтому, если разобраться, как работать с модулями для IOS, с остальными всё будет аналогично.

---

Кроме того, рассматривается модуль ntc-ansible, который не входит в core модули Ansible.

## Особенности подключения к сетевому оборудованию

При работе с сетевым оборудованием надо указать, что должно использоваться подключение типа network\_cli. Это можно указывать в инвентарном файле, файлах с переменными и т.д.

Пример настройки для сценария (play):

```
---  
- name: Run show commands on routers  
  hosts: cisco-routers  
  connection: network_cli
```

В Ansible переменные можно указывать в разных местах, поэтому те же настройки можно указать по-другому.

Например, в инвентарном файле:

```
[cisco-routers]  
192.168.100.1  
192.168.100.2  
192.168.100.3  
  
[cisco-switches]
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
192.168.100.100
```

```
[cisco-routers:vars]
ansible_connection=network_cli
```

Или в файлах переменных, например, в group\_vars/all.yml:

```
---
ansible_connection: network_cli
```

Модули, которые используются для работы с сетевым оборудованием, требуют задания нескольких параметров.

Все описание и примеры относятся к модулям ios\_x и могут отличаться для других модулей.

Для каждой задачи должны быть доступны такие параметры:

- ansible\_network\_os - например, ios, eos
- ansible\_user - имя пользователя
- ansible\_password - пароль
- ansible\_become - нужно ли переходить в привилегированный режим (enable, для Cisco)
- ansible\_become\_method - каким образом надо переходить в привилегированный режим
- ansible\_become\_pass - пароль для привилегированного режима

Пример указания всех параметров в group\_vars/all.yml:

```
---
ansible_connection: network_cli
ansible_network_os: ios
ansible_user: cisco
ansible_password: cisco
ansible_become: yes
ansible_become_method: enable
ansible_become_pass: cisco
```

## Подготовка к работе с сетевыми модулями

В следующих разделах рассматривается работа с модулями ios\_command, ios\_facts и ios\_config. Для того, чтобы все примеры playbook работали, надо создать несколько файлов

(проверить, что они есть).

Инвентарный файл myhosts:

```
[cisco-routers]
192.168.100.1
192.168.100.2
192.168.100.3

[cisco-switches]
192.168.100.100
```

Конфигурационный файл ansible.cfg:

```
[defaults]

inventory = ./myhosts
```

В файле group\_vars/all.yml надо создать параметры для подключения к оборудованию:

```
---

ansible_connection: network_cli
ansible_network_os: ios
ansible_user: cisco
ansible_password: cisco
ansible_become: yes
ansible_become_method: enable
ansible_become_pass: cisco
```

## Модуль **ios\_command**

Модуль **ios\_command** отправляет команду show на устройство под управлением IOS и возвращает результат выполнения команды.

---

**Примечание:** Модуль `ios_command` не поддерживает отправку команд в конфигурационном режиме. Для этого используется отдельный модуль - `ios_config`.

---

Модуль `ios_command` поддерживает такие параметры:

- **commands** - список команд, которые надо отправить на устройство
- **wait\_for** (или `waitfor`) - список условий, на которые надо проверить вывод команды. Задача ожидает выполнения всех условий. Если после указанного количества попыток

выполнения команды условия не выполняются, будет считаться, что задача выполнена неудачно.

- **match** - этот параметр используется вместе с `wait_for` для указания политики совпадения. Если параметр `match` установлен в `all`, должны выполниться все условия в `wait_for`. Если параметр равен `any`, достаточно, чтобы выполнилось одно из условий.
- **retries** - указывает количество попыток выполнения команды, прежде чем она будет считаться невыполненной. По умолчанию - 10 попыток.
- **interval** - интервал в секундах между повторными попытками выполнить команду. По умолчанию - 1 секунда.

Перед отправкой самой команды модуль:

- выполняет аутентификацию по SSH
- переходит в режим `enable`
- выполняет команду `terminal length 0`, чтобы вывод команд `show` отражался полностью, а не постранично
- выполняет команду `terminal width 512`

Пример использования модуля `ios_command` (`playbook_1_ios_command.yml`):

```
---
- name: Run show commands on routers
  hosts: cisco-routers

  tasks:
    - name: run sh ip int br
      ios_command:
        commands: show ip int br
        register: sh_ip_int_br_result

    - name: Debug registered var
      debug: var=sh_ip_int_br_result.stdout_lines
```

Модуль `ios_command` ожидает, как минимум, такие аргумент `commands` - список команд, которые нужно отправить на устройство

Обратите внимание, что параметр `register` находится на одном уровне с именем задачи и модулем, а не на уровне параметров модуля `ios_command`.

Результат выполнения playbook:

```
$ ansible-playbook 1_ios_command.yml
```

```
SSH password:

PLAY [Run show commands on routers] ****
TASK [run sh ip int br] ****
ok: [192.168.100.1]
ok: [192.168.100.2]
ok: [192.168.100.3]

TASK [Debug registered var] ****
ok: [192.168.100.1] => {
    "sh_ip_int_br_result.stdout_lines": [
        [
            {
                "Interface": "Ethernet0/0", "IP-Address": "192.168.100.1", "OK?": "YES", "Method": "NVRAM", "Status": "up", "Protocol": ","
            },
            {
                "Interface": "Ethernet0/1", "IP-Address": "192.168.200.1", "OK?": "YES", "Method": "NVRAM", "Status": "up", "Protocol": ","
            },
            {
                "Interface": "Ethernet0/2", "IP-Address": "unassigned", "OK?": "YES", "Method": "manual", "Status": "administratively down", "Protocol": ","
            },
            {
                "Interface": "Ethernet0/3", "IP-Address": "unassigned", "OK?": "YES", "Method": "manual", "Status": "up", "Protocol": ","
            },
            {
                "Interface": "Loopback0", "IP-Address": "10.1.1.1", "OK?": "YES", "Method": "manual", "Status": "up", "Protocol": ","
            }
        ]
    }
ok: [192.168.100.2] => {
    "sh_ip_int_br_result.stdout_lines": [
        [
            {
                "Interface": "Ethernet0/0", "IP-Address": "192.168.100.2", "OK?": "YES", "Method": "manual", "Status": "up", "Protocol": ","
            },
            {
                "Interface": "Ethernet0/1", "IP-Address": "unassigned", "OK?": "YES", "Method": "unset", "Status": "administratively down", "Protocol": ","
            },
            {
                "Interface": "Ethernet0/2", "IP-Address": "192.168.200.1", "OK?": "YES", "Method": "manual", "Status": "administratively down", "Protocol": ","
            },
            {
                "Interface": "Ethernet0/3", "IP-Address": "unassigned", "OK?": "YES", "Method": "manual", "Status": "up", "Protocol": ","
            },
            {
                "Interface": "Loopback0", "IP-Address": "10.1.1.1", "OK?": "YES", "Method": "manual", "Status": "up", "Protocol": ","
            }
        ]
    }
ok: [192.168.100.3] => {
    "sh_ip_int_br_result.stdout_lines": [
        [
            {
                "Interface": "Ethernet0/0", "IP-Address": "192.168.100.3", "OK?": "YES", "Method": "manual", "Status": "up", "Protocol": ","
            },
            {
                "Interface": "Ethernet0/1", "IP-Address": "unassigned", "OK?": "YES", "Method": "unset", "Status": "administratively down", "Protocol": ","
            },
            {
                "Interface": "Ethernet0/2", "IP-Address": "192.168.200.1", "OK?": "YES", "Method": "manual", "Status": "administratively down", "Protocol": ","
            },
            {
                "Interface": "Ethernet0/3", "IP-Address": "unassigned", "OK?": "YES", "Method": "manual", "Status": "up", "Protocol": ","
            },
            {
                "Interface": "Loopback0", "IP-Address": "10.1.1.1", "OK?": "YES", "Method": "manual", "Status": "up", "Protocol": ","
            },
            {
                "Interface": "Loopback10", "IP-Address": "10.255.3.3", "OK?": "YES", "Method": "manual", "Status": "up", "Protocol": ","
            }
        ]
    }
}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=2    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2 : ok=2    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3 : ok=2    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

В отличие от использования модуля raw, playbook не указывает, что были выполнены изменения.

## Выполнение нескольких команд

Модуль `ios_command` позволяет выполнять несколько команд.

Playbook `2_ios_command.yml` выполняет несколько команд и получает их вывод:

```
---
```

```
- name: Run show commands on routers
  hosts: cisco-routers

  tasks:

    - name: run show commands
      ios_command:
        commands:
          - show ip int br
          - sh ip route
      register: show_result

    - name: Debug registered var
      debug: var=show_result.stdout_lines
```

В первой задаче указываются две команды, поэтому синтаксис должен быть немного другим  
- команды должны быть указаны как список, в формате YAML.

Результат выполнения playbook (вывод сокращен):

```
$ ansible-playbook 2_ios_command.yml
```

```
SSH password:

PLAY [Run show commands on routers] ****
TASK [run show commands] ****
ok: [192.168.100.3]
ok: [192.168.100.1]
ok: [192.168.100.2]

TASK [Debug registered var] ****
ok: [192.168.100.1] => {
  "show_result.stdout_lines": [
    [
      "Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol",
      "Ethernet0/0        192.168.100.1  YES NVRAM  up           up   ",
      "Ethernet0/1        192.168.200.1  YES NVRAM  up           up   ",
      "Ethernet0/2        unassigned     YES manual administratively down down   ",
      "Ethernet0/3        unassigned     YES manual up            up   ",
      "Loopback0          10.1.1.1      YES manual up            up   "
    ],
    [
      "Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP",
      "D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area",
      "N1 - OSPF NSSA external type 1, NZ - OSPF NSSA external type 2",
      "E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2",
      "i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2",
      "ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route",
      "o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISPs",
      "+ - replicated route, % - next hop override",
      "",
      "Gateway of last resort is not set",
      "",
      "  10.0.0.0/32 is subnetted, 2 subnets",
      "C    10.1.1.1 is directly connected, Loopback0",
      "D    10.255.3.3 [90/409600] via 192.168.100.3, 02:04:51, Ethernet0/0",
      "  192.168.100.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks",
      "C    192.168.100.0/24 is directly connected, Ethernet0/0",
      "L    192.168.100.1/32 is directly connected, Ethernet0/0",
      "  192.168.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks",
      "C    192.168.200.0/24 is directly connected, Ethernet0/1",
      "L    192.168.200.1/32 is directly connected, Ethernet0/1"
    ]
  ]
}
```

Обе команды выполнились на всех устройствах.

Если модулю передаются несколько команд, результат выполнения команд находится в переменных `stdout` и `stdout_lines` в списке. Вывод будет в том порядке, в котором команды описаны в задаче.

За счет этого, например, можно вывести результат выполнения первой команды, указав:

```
- name: Debug registered var
  debug: var=show_result.stdout_lines[0]
```

## Обработка ошибок

В модуле встроено распознание ошибок. Поэтому, если команда выполнена с ошибкой, модуль отобразит, что возникла ошибка.

Например, если сделать ошибку в команде и запустить playbook еще раз

```
$ ansible-playbook 2_ios_command.yml
```

```
PLAY [Run show commands on routers] *****

TASK [run show commands] *****
fatal: [192.168.100.2]: FAILED! => {"changed": false, "failed": true, "msg": "shw ip int br\r\n      ^\r\n% Invalid input detected at '^' marker.\r\n\r\nR2#", "rc": 1}
fatal: [192.168.100.3]: FAILED! => {"changed": false, "failed": true, "msg": "shw ip int br\r\n      ^\r\n% Invalid input detected at '^' marker.\r\n\r\nR3#", "rc": 1}
fatal: [192.168.100.1]: FAILED! => {"changed": false, "failed": true, "msg": "shw ip int br\r\n      ^\r\n% Invalid input detected at '^' marker.\r\n\r\nR1#", "rc": 1}
      to retry, use: --limit @/home/vagrant/repos/pyneng-online-jun-jul-2017/examples/15_ansible/3_network_modules/ios_command/2_ios_command.retry

PLAY RECAP *****
192.168.100.1          : ok=0    changed=0    unreachable=0    failed=1
192.168.100.2          : ok=0    changed=0    unreachable=0    failed=1
192.168.100.3          : ok=0    changed=0    unreachable=0    failed=1
```

Ansible обнаружил ошибку и возвращает сообщение ошибки. В данном случае - „Invalid input“.

Аналогичным образом модуль обнаруживает ошибки:

- Ambiguous command
- Incomplete command

## wait\_for

Параметр `wait_for` (или `waitfor`) позволяет указывать список условий, на которые надо проверить вывод команды.

Пример playbook (файл `3_ios_command_wait_for.yml`):

```
---
- name: Run show commands on routers
  hosts: cisco-routers
  tasks:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
- name: run show commands
  ios_command:
    commands: ping 192.168.100.100
    wait_for:
      - result[0] contains 'Success rate is 100 percent'
```

В playbook всего одна задача, которая отправляет команду ping 192.168.100.100, и проверяет, есть ли в выводе команды фраза „Success rate is 100 percent“.

Если в выводе команды содержится эта фраза, задача считается корректно выполненной.

Запуск playbook:

```
$ ansible-playbook 3_ios_command_wait_for.yml -v
```

```
Using /home/vagrant/repos/pyneng-online-jun-jul-2017/examples/15_ansible/3_network_modules/ios_command/ansible.cfg as config file

PLAY [Run show commands on routers] ****
TASK [run show commands] ****
ok: [192.168.100.1] => {"changed": false, "failed": false, "stdout": ["Type escape sequence to abort.\nSending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.100.100, timeout is 2 seconds:\n!!!!\nSuccess rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms"], "stdout_lines": [{"Type escape sequence to abort.", "Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.100.100, timeout is 2 seconds:", "!!!!", "Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms"}]}
ok: [192.168.100.2] => {"changed": false, "failed": false, "stdout": ["Type escape sequence to abort.\nSending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.100.100, timeout is 2 seconds:\n!!!!\nSuccess rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms"], "stdout_lines": [{"Type escape sequence to abort.", "Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.100.100, timeout is 2 seconds:", "!!!!", "Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms"}]}
ok: [192.168.100.3] => {"changed": false, "failed": false, "stdout": ["Type escape sequence to abort.\nSending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.100.100, timeout is 2 seconds:\n!!!!\nSuccess rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms"], "stdout_lines": [{"Type escape sequence to abort.", "Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.100.100, timeout is 2 seconds:", "!!!!", "Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms"}]}
PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

Если указан IP-адрес, который не доступен, результат будет таким:

```
$ ansible-playbook 3_ios_command_wait_for.yml -v
```

```
PLAY [Run show commands on routers] ****
TASK [run show commands] ****
fatal: [192.168.100.1]: FAILED! => {"changed": false, "failed": true, "msg": "timeout trying to send command: b'ping 192.168.100.10'", "rc": 1}
fatal: [192.168.100.2]: FAILED! => {"changed": false, "failed": true, "msg": "timeout trying to send command: b'ping 192.168.100.10'", "rc": 1}
fatal: [192.168.100.3]: FAILED! => {"changed": false, "failed": true, "msg": "timeout trying to send command: b'ping 192.168.100.10'", "rc": 1}
      to retry, use: --limit @/home/vagrant/repos/pyneng-online-jun-jul-2017/examples/15_ansible/3_network_modules/ios_command/3_ios_command_wait_for.retry

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=0    changed=0    unreachable=0    failed=1
192.168.100.2 : ok=0    changed=0    unreachable=0    failed=1
192.168.100.3 : ok=0    changed=0    unreachable=0    failed=1
```

Такой вывод из-за того, что по умолчанию таймаут для каждого пакета 2 секунды, и за время выполнения playbook команда еще не выполнена.

По умолчанию есть 10 попыток выполнить команду, при этом между каждыми двумя попытками интервал - секунда. В реальной ситуации при проверке доступности адреса лучше сделать хотя бы две попытки.

Playbook 3\_ios\_command\_wait\_for\_interval.yml выполняет две попытки, на каждую попытку 12 секунд:

```
---
- name: Run show commands on routers
  hosts: cisco-routers

  tasks:
    - name: run show commands
      ios_command:
        commands: ping 192.168.100.5 timeout 1
        wait_for:
          - result[0] contains 'Success rate is 100 percent'
        retries: 2
        interval: 12
```

В этом случае вывод будет таким:

```
$ ansible-playbook 3_ios_command_wait_for_interval.yml
```

```
PLAY [Run show commands on routers] ****
TASK [run show commands] ****
fatal: [192.168.100.2]: FAILED! => {"changed": false, "failed": true, "failed_conditions": ["result[0] contains 'Success rate is 100 percent'"], "msg": "One or more conditional statements have not been satisfied"}
fatal: [192.168.100.1]: FAILED! => {"changed": false, "failed": true, "failed_conditions": ["result[0] contains 'Success rate is 100 percent'"], "msg": "One or more conditional statements have not been satisfied"}
fatal: [192.168.100.3]: FAILED! => {"changed": false, "failed": true, "failed_conditions": ["result[0] contains 'Success rate is 100 percent'"], "msg": "One or more conditional statements have not been satisfied"}
      to retry, use: --limit @/home/vagrant/repos/pyneng-online-jun-jul-2017/examples/15_ansible/3_network_modules/ios_command/3_ios_command_wait_for_interval.retry

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=0    changed=0    unreachable=0    failed=1
192.168.100.2 : ok=0    changed=0    unreachable=0    failed=1
192.168.100.3 : ok=0    changed=0    unreachable=0    failed=1
```

## Модуль `ios_facts`

Модуль `ios_facts` собирает информацию с устройств под управлением IOS.

Информация берется из таких команд:

- `dir`
- `show version`
- `show memory statistics`
- `show interfaces`
- `show ipv6 interface`
- `show lldp`
- `show lldp neighbors detail`
- `show running-config`

---

**Примечание:** Чтобы видеть, какие команды Ansible выполняет на оборудовании, можно настроить `EEM applet`, который будет генерировать лог сообщения о выполненных командах.

---

В модуле можно указывать, какие параметры собирать - можно собирать всю информацию, а можно только подмножество. По умолчанию модуль собирает всю информацию, кроме конфигурационного файла.

Какую информацию собирать, указывается в параметре **gather\_subset**. Поддерживаются такие варианты (указаны также команды, которые будут выполняться на устройстве):

- **all**
- **hardware**
  - dir
  - show version
  - show memory statistics
- **config**
  - show version
  - show running-config
- **interfaces**
  - dir
  - show version
  - show interfaces
  - show ip interface
  - show ipv6 interface
  - show lldp
  - show lldp neighbors detail

Собрать все факты:

```
- ios_facts:  
    gather_subset: all
```

Собрать только подмножество interfaces:

```
- ios_facts:  
    gather_subset:  
        - interfaces
```

Собрать всё, кроме hardware:

```
- ios_facts:  
    gather_subset:  
        - "!hardware"
```

Ansible собирает такие факты:

- ansible\_net\_all\_ipv4\_addresses - список IPv4 адресов на устройстве
- ansible\_net\_all\_ipv6\_addresses - список IPv6 адресов на устройстве
- ansible\_net\_config - конфигурация (для Cisco sh run)
- ansible\_net\_filesystems - файловая система устройства
- ansible\_net\_gather\_subset - какая информация собирается (hardware, default, interfaces, config)
- ansible\_net\_hostname - имя устройства
- ansible\_net\_image - имя и путь ОС
- ansible\_net\_interfaces - словарь со всеми интерфейсами устройства. Имена интерфейсов - ключи, а данные - параметры каждого интерфейса
- ansible\_net\_memfree\_mb - сколько свободной памяти на устройстве
- ansible\_net\_memtotal\_mb - сколько памяти на устройстве
- ansible\_net\_model - модель устройства
- ansible\_net\_serialnum - серийный номер
- ansible\_net\_version - версия IOS

## Использование модуля

Пример playbook 1\_ios\_facts.yml с использованием модуля ios\_facts (собираются все факты):

```
---
```

```
- name: Collect IOS facts
  hosts: cisco-routers

  tasks:
    - name: Facts
      ios_facts:
        gather_subset: all
```

```
$ ansible-playbook 1_ios_facts.yml
```

```
SSH password:

PLAY [Collect IOS facts] ****
TASK [Facts] ****
ok: [192.168.100.1]
ok: [192.168.100.2]
ok: [192.168.100.3]

PLAY RECAP ****
192.168.100.1      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

Для того, чтобы посмотреть, какие именно факты собираются с устройства, можно добавить флаг -v (информация сокращена):

```
$ ansible-playbook 1_ios_facts.yml -v
Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
```

```
SSH password:

PLAY [Collect IOS facts] ****
TASK [Facts] ****
ok: [192.168.100.1] => {"ansible_facts": {"ansible_net_all_ipv4_addresses": ["192.168.200.1", "192.168.100.1", "10.1.1.1"], "ansible_net_all_ipv6_addresses": [], "ansible_net_config": "Building configuration...\n\nCurrent configuration : 6716 bytes\n!\nLast configuration change at 09:09:04 UTC Sun Dec 18 2016\nversion 15.2\nno service times"}}
```

После того, как Ansible собрал факты с устройства, все факты доступны как переменные в playbook, шаблонах и т.д.

Например, можно отобразить содержимое факта с помощью debug (playbook 2\_ios\_facts\_debug.yml):

```
---
- name: Collect IOS facts
  hosts: 192.168.100.1

  tasks:
    - name: Facts
      ios_facts:
        gather_subset: all
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
- name: Show ansible_net_all_ipv4_addresses fact
  debug: var=ansible_net_all_ipv4_addresses

- name: Show ansible_net_interfaces fact
  debug: var=ansible_net_interfaces['Ethernet0/0']
```

Результат выполнения playbook:

```
$ ansible-playbook 2_ios_facts_debug.yml
```

```
SSH password:

PLAY [Collect IOS facts] *****
TASK [Facts] *****
ok: [192.168.100.1]

TASK [Show ansible_net_all_ipv4_addresses fact] *****
ok: [192.168.100.1] => {
    "ansible_net_all_ipv4_addresses": [
        "192.168.200.1",
        "192.168.100.1"
    ]
}

TASK [Show fact] *****
ok: [192.168.100.1] => {
    "ansible_net_interfaces['Ethernet0/0']": {
        "bandwidth": 10000,
        "description": null,
        "duplex": null,
        "ipv4": {
            "address": "192.168.100.1",
            "masklen": 24
        },
        "lineprotocol": "up",
        "macaddress": "aabb.cc00.6500",
        "mediatype": null,
        "mtu": 1500,
        "operstatus": "up",
        "type": "AmdPZ"
    }
}

PLAY RECAP *****
192.168.100.1 : ok=3    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

## Сохранение фактов

В том виде, в котором информация отображается в режиме verbose, довольно сложно понять какая информация собирается об устройствах. Для того, чтобы лучше понять, какая информация собирается об устройствах и в каком формате, скопируем полученную информацию в файл.

Для этого будет использоваться модуль copy.

Playbook `3_ios_facts.yml` собирает всю информацию об устройствах и записывает в разные файлы (создайте каталог `all_facts` перед запуском playbook или раскомментируйте задачу `Create all_facts dir`, и Ansible создаст каталог сам):

```
---
- name: Collect IOS facts
  hosts: cisco-routers

  tasks:

    - name: Facts
      ios_facts:
        gather_subset: all
      register: ios_facts_result

      #- name: Create all_facts dir
      # file:
      #   path: ./all_facts/
      #   state: directory
      #   mode: 0755

    - name: Copy facts to files
      copy:
        content: "{{ ios_facts_result | to_nice_json }}"
        dest: "all_facts/{{inventory_hostname}}_facts.json"
```

Модуль `copy` позволяет копировать файлы с управляющего хоста (на котором установлен Ansible) на удаленный хост. Но так как в этом случае, указан параметр `connection: local`, файлы будут скопированы на локальный хост.

Чаще всего, модуль `copy` используется таким образом:

```
- copy:
  src: /srv/myfiles/foo.conf
  dest: /etc/foo.conf
```

Но в данном случае нет исходного файла, содержимое которого нужно скопировать. Вме-

сто этого, есть содержимое переменной `ios_facts_result`, которое нужно перенести в файл `all_facts/{{inventory_hostname}}_facts.json`.

Для того, чтобы перенести содержимое переменной в файл, в модуле `copy` вместо `src` используется параметр `content`.

В строке `content: "{{ ios_facts_result | to_nice_json }}"`

- параметр `to_nice_json` - это фильтр `Jinja2`, который преобразует информацию переменной в формат, в котором удобней читать информацию
- переменная в формате `Jinja2` должна быть заключена в двойные фигурные скобки, а также указана в двойных кавычках

Так как в пути `dest` используются имена устройств, будут сгенерированы уникальные файлы для каждого устройства.

Результат выполнения playbook:

```
$ ansible-playbook 3_ios_facts.yml
```

```
SSH password:

PLAY [Collect IOS facts] *****

TASK [Facts] *****
ok: [192.168.100.1]
ok: [192.168.100.2]
ok: [192.168.100.3]

TASK [Copy facts to files] *****
changed: [192.168.100.3]
changed: [192.168.100.1]
changed: [192.168.100.2]

PLAY RECAP *****
192.168.100.1      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

После этого в каталоге `all_facts` находятся такие файлы:

```
192.168.100.1_facts.json
192.168.100.2_facts.json
192.168.100.3_facts.json
```

Содержимое файла `all_facts/192.168.100.1_facts.json`:

```
{  
    "ansible_facts": {  
        "ansible_net_all_ipv4_addresses": [  
            "192.168.200.1",  
            "192.168.100.1",  
            "10.1.1.1"  
        ],  
        "ansible_net_all_ipv6_addresses": [],  
        "ansible_net_config": "Building configuration...\n\nCurrent configuration  
↳ :  
...  
}
```

Сохранение информации об устройствах не только поможет разобраться, какая информация собирается, но и может быть полезным для дальнейшего использования информации. Например, можно использовать факты об устройстве в шаблоне.

При повторном выполнении playbook Ansible не будет изменять информацию в файлах, если факты об устройстве не изменились

Если информация изменилась, для соответствующего устройства будет выставлен статус `changed`. Таким образом, по выполнению playbook всегда понятно, когда какая-то информация изменилась.

Повторный запуск playbook (без изменений):

```
$ ansible-playbook 3_ios_facts.yml

SSH password:

PLAY [Collect IOS facts] *****

TASK [Facts] *****
ok: [192.168.100.1]
ok: [192.168.100.3]
ok: [192.168.100.2]

TASK [Copy facts to files] *****
ok: [192.168.100.2]
ok: [192.168.100.1]
ok: [192.168.100.3]

PLAY RECAP *****
192.168.100.1      : ok=2    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2      : ok=2    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3      : ok=2    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

## Модуль `ios_config`

Модуль `ios_config` позволяет настраивать устройства под управлением IOS, а также генерировать шаблоны конфигураций или отправлять команды на основании шаблона.

Параметры модуля:

- **after** - какие действия выполнить после команд
- **before** - какие действия выполнить до команд
- **backup** - параметр, который указывает, нужно ли делать резервную копию текущей конфигурации устройства перед внесением изменений. Файл будет копироваться в каталог `backup` относительно каталога, в котором находится `playbook`
- **config** - параметр, который позволяет указать базовый файл конфигурации, с которым будут сравниваться изменения. Если он указан, модуль не будет скачивать конфигурацию с устройства.
- **defaults** - параметр указывает, нужно ли собирать всю информацию с устройства, в том числе, значения по умолчанию. Если включить этот параметр, то модуль будет собирать текущую конфигурацию с помощью команды `sh run all`. По умолчанию этот параметр отключен, и конфигурация проверяется командой `sh run`
- **lines (commands)** - список команд, которые должны быть настроены. Команды нужно указывать без сокращений и ровно в том виде, в котором они будут в конфигурации.
- **match** - параметр указывает, как именно нужно сравнивать команды
- **parents** - название секции, в которой нужно применить команды. Если команда находится внутри вложенной секции, нужно указывать весь путь. Если этот параметр не указан, то считается, что команда должна быть в глобальном режиме конфигурации
- **replace** - параметр указывает, как выполнять настройку устройства
- **save\_when** - сохранять ли текущую конфигурацию в стартовую. По умолчанию конфигурация не сохраняется
- **src** - параметр указывает путь к файлу, в котором находится конфигурация или шаблон конфигурации. Взаимоисключающий параметр с `lines` (то есть, можно указывать или `lines`, или `src`). Заменяет модуль `ios_template`, который скоро будет удален.
- **diff\_against, diff\_ignore\_lines, intended\_config** - параметры, которые указывают, какие конфигурации надо сравнивать

### **lines (commands)**

Самый простой способ использовать модуль `ios_config` - отправлять команды глобального конфигурационного режима с параметром `lines`. Для параметра `lines` есть alias `commands`, то есть, можно вместо `lines` писать `commands`.

Пример playbook 1\_ios\_config\_lines.yml:

```
---
- name: Run cfg commands on routers
  hosts: cisco-routers

  tasks:

    - name: Config password encryption
      ios_config:
        lines:
          - service password-encryption
```

Используется переменная cli, которая указана в файле group\_vars/all.yml.

Результат выполнения playbook:

```
$ ansible-playbook 1_ios_config_lines.yml
```

```
PLAY [Run cfg commands on routers] ****
TASK [Config password encryption] ****
changed: [192.168.100.1]
changed: [192.168.100.3]
changed: [192.168.100.2]

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

Ansible выполняет такие команды:

- terminal length 0
- enable
- show running-config - чтобы проверить, есть ли эта команда на устройстве. Если команда есть, задача выполняться не будет. Если команды нет, задача выполнится
- если команды, которая указана в задаче, нет в конфигурации:
  - configure terminal
  - service password-encryption
  - end

Так как модуль каждый раз проверяет конфигурацию, прежде чем применит команду, модуль идемпотентен. То есть, если ещё раз запустить playbook, изменения не будут выполнены:

```
$ ansible-playbook 1_ios_config_lines.yml
```

```
SSH password:  
  
PLAY [Run cfg commands on routers] *****  
  
TASK [Config password encryption] *****  
ok: [192.168.100.2]  
ok: [192.168.100.1]  
ok: [192.168.100.3]  
  
PLAY RECAP *****  
192.168.100.1      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0  
192.168.100.2      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0  
192.168.100.3      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

**Предупреждение:** Обязательно пишите команды полностью, а не сокращенно. И обращайте внимание, что для некоторых команд IOS сам добавляет параметры. Если писать команду не в том виде, в котором она реально видна в конфигурационном файле, модуль не будет идемпотентен. Он будет всё время считать, что команды нет, и вносить изменения каждый раз.

Параметр `lines` позволяет отправлять и несколько команд (playbook `1_ios_config_mult_lines.yml`):

```
---  
  
- name: Run cfg commands on routers  
  hosts: cisco-routers  
  
  tasks:  
  
    - name: Send config commands  
      ios_config:  
        lines:  
          - service password-encryption  
          - no ip http server  
          - no ip http secure-server  
          - no ip domain lookup
```

Результат выполнения:

```
$ ansible-playbook 1_ios_config_mult_lines.yml
```

```
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on routers] ****
TASK [Send config commands] ****
changed: [192.168.100.3]
changed: [192.168.100.1]
changed: [192.168.100.2]

PLAY RECAP ****
192.168.100.1      : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2      : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3      : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

## parents

Параметр `parents` используется, чтобы указать, в каком подрежиме применить команды.

Например, необходимо применить такие команды:

```
line vty 0 4
login local
transport input ssh
```

В таком случае, playbook `2_ios_config_parents_basic.yml` будет выглядеть так:

```
---
- name: Run cfg commands on routers
  hosts: cisco-routers

  tasks:

    - name: Config line vty
      ios_config:
        parents:
          - line vty 0 4
        lines:
          - login local
          - transport input ssh
```

Запуск будет выполняться аналогично предыдущим playbook:

```
$ ansible-playbook 2_ios_config_parents_basic.yml
```

```
SSH password:  
  
PLAY [Run cfg commands on routers] *****  
  
TASK [Config line vty] *****  
changed: [192.168.100.1]  
changed: [192.168.100.2]  
changed: [192.168.100.3]  
  
PLAY RECAP *****  
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0  
192.168.100.2 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0  
192.168.100.3 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

Если команда находится в нескольких вложенных режимах, подрежимы указываются в списке parents.

Например, необходимо выполнить такие команды:

```
policy-map OUT_QOS  
  class class-default  
    shape average 100000000 1000000
```

Тогда playbook 2\_ios\_config\_parents\_mult.yml будет выглядеть так:

```
---  
  
- name: Run cfg commands on routers  
  hosts: cisco-routers  
  
  tasks:  
  
    - name: Config QoS policy  
      ios_config:  
        parents:  
          - policy-map OUT_QOS  
          - class class-default  
        lines:  
          - shape average 100000000 1000000
```

## Отображение обновлений

В этом разделе рассматриваются варианты отображения информации об обновлениях, которые выполнил модуль `ios_config`.

Playbook `2_ios_config_parents_basic.yml`:

```
---
- name: Run cfg commands on routers
  hosts: cisco-routers

  tasks:

    - name: Config line vty
      ios_config:
        parents:
          - line vty 0 4
      lines:
        - login local
        - transport input ssh
```

Для того, чтобы playbook что-то менял, нужно сначала отменить команды - либо вручную, либо изменив playbook. Например, на маршрутизаторе 192.168.100.1 вместо строки `transport input ssh` вручную прописать строку `transport input all`.

Например, можно выполнить playbook с флагом `verbose`:

```
$ ansible-playbook 2_ios_config_parents_basic.yml -v
```

```
Using /home/vagrant/repos/pyneng-online-jun-jul-2017/examples/15_ansible/3_network_modules/ios_config/ansible.cfg as config file

PLAY [Run cfg commands on routers] ****
TASK [Config line vty] ****
ok: [192.168.100.2] => {"changed": false, "failed": false}
ok: [192.168.100.3] => {"changed": false, "failed": false}
changed: [192.168.100.1] => {"banners": {}, "changed": true, "commands": ["line vty 0 4", "transport input ssh"], "failed": false, "updates": ["line vty 0 4", "transport input ssh"]}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

В выводе в поле `updates` видно, какие именно команды Ansible отправил на устройство. Из-

менения были выполнены только на маршрутизаторе 192.168.100.1.

Обратите внимание, что команда `login local` не отправлялась, так как она настроена. Поле `updates` в выводе есть только в том случае, когда есть изменения.

В режиме `verbose` информация видна обо всех устройствах. Но было бы удобней, чтобы информация отображалась только для тех устройств, для которых произошли изменения.

Новый playbook `3_ios_config_debug.yml` на основе `2_ios_config_parents_basic.yml`:

```
---
```

```
- name: Run cfg commands on routers
  hosts: cisco-routers

  tasks:

    - name: Config line vty
      ios_config:
        parents:
          - line vty 0 4
        lines:
          - login local
          - transport input ssh
      register: cfg

    - name: Show config updates
      debug: var=cfg.updates
      when: cfg.changed
```

Изменения в playbook:

- результат работы первой задачи сохраняется в переменную `cfg`.
- в следующей задаче модуль `debug` выводит содержимое поля `updates`.
- но так как поле `updates` в выводе есть только в том случае, когда есть изменения, ставится условие `when`, которое проверяет, были ли изменения
- задача будет выполняться, только если на устройстве были внесены изменения.
- вместо `when: cfg.changed` можно написать `when: cfg.changed == true`

Если запустить повторно playbook, когда изменений не было, задача `Show config updates` пропускается:

```
$ ansible-playbook 3_ios_config_debug.yml
```

```
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on routers] ****
TASK [Config line vty] ****
ok: [192.168.100.2]
ok: [192.168.100.3]
ok: [192.168.100.1]

TASK [Show config updates] ****
skipping: [192.168.100.1]
skipping: [192.168.100.2]
skipping: [192.168.100.3]

PLAY RECAP ****
192.168.100.1      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

Если внести изменения в конфигурацию маршрутизатора 192.168.100.1 (изменить transport input ssh на transport input all):

```
$ ansible-playbook 3_ios_config_debug.yml
```

```
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on routers] ****
TASK [Config line vty] ****
ok: [192.168.100.2]
changed: [192.168.100.1]
ok: [192.168.100.3]

TASK [Show config updates] ****
ok: [192.168.100.1] => {
  "cfg.updates": [
    "line vty 0 4",
    "transport input all"
  ]
}
skipping: [192.168.100.2]
skipping: [192.168.100.3]

PLAY RECAP ****
192.168.100.1      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

Теперь второе задание отображает информацию о том, какие именно изменения были внесены на маршрутизаторе.

### **save\_when**

Параметр **save\_when** позволяет указать, нужно ли сохранять текущую конфигурацию в стартовую.

Доступные варианты значений:

- always - всегда сохранять конфигурацию (в этом случае флаг modified будет равен True)
- never (по умолчанию) - не сохранять конфигурацию
- modified - в этом случае конфигурация сохраняется только при наличии изменений

К сожалению, на данный момент (версия ansible 2.4) этот параметр не отрабатывает корректно, так как на устройство отправляется команда copy running-config startup-config, но при этом не отправляется подтверждение на сохранение. Из-за этого при запуске playbook с параметром save\_when, выставленным в always или modified, появляется такая ошибка:

```
fatal: [192.168.100.2]: FAILED! => {"changed": false, "failed": true,
"msg": "timeout trying to send command: b'copy running-config startup-config',
↪ "rc": 1}
```

Исправить это достаточно легко, настроив в IOS:

```
file prompt quiet
```

По умолчанию настроено file prompt alert

Если такая настройка не подходит на постоянной основе, можно ее настраивать до и исправлять после использования Ansible.

Еще один вариант - самостоятельно сделать сохранение, используя модуль ios\_command.

Playbook 4\_ios\_config\_save\_when.yml:

```
---
- name: Run cfg commands on routers
  hosts: cisco-routers
  tasks:
    - name: Config line vty
      ios_config:
        parents:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

- line vty 0 4
lines:
- login local
- transport input ssh
#save_when: modified
register: cfg

- name: Save config
ios_command:
  commands:
    - write
when: cfg.changed

```

Надо внести изменения на маршрутизаторе 192.168.100.1. Например, изменить строку transport input all на transport input ssh.

Выполнение playbook:

```
$ ansible-playbook 4_ios_config_save_when.yml
```

```

SSH password:

PLAY [Run cfg commands on routers] ****
TASK [Config line vty] ****
ok: [192.168.100.3]
ok: [192.168.100.2]
changed: [192.168.100.1]

TASK [Save config] ****
skipping: [192.168.100.2]
skipping: [192.168.100.3]
ok: [192.168.100.1]

PLAY RECAP ****
192.168.100.1      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0

```

## backup

Параметр **backup** указывает, нужно ли делать резервную копию текущей конфигурации устройства перед внесением изменений. Файл будет копироваться в каталог backup отно-

сительно каталога, в котором находится playbook (если каталог не существует, он будет создан).

Playbook 5\_ios\_config\_backup.yml:

```
---  
  
- name: Run cfg commands on routers  
  hosts: cisco-routers  
  
  tasks:  
  
    - name: Config line vty  
      ios_config:  
        parents:  
          - line vty 0 4  
        lines:  
          - login local  
          - transport input ssh  
      backup: yes
```

Теперь каждый раз, когда выполняется playbook (даже если не нужно вносить изменения в конфигурацию), в каталог backup будет копироваться текущая конфигурация:

```
$ ansible-playbook 5_ios_config_backup.yml -v
```

```
Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file  
SSH password:  
  
PLAY [Run cfg commands on routers] *****  
  
TASK [Config line vty] *****  
ok: [192.168.100.1] => {"backup_path": "/home/nata/pyneng_course/chapter15/backup/192.168.100.1_config.2016-12-10@12:35:38", "changed": false, "warnings": []}  
ok: [192.168.100.3] => {"backup_path": "/home/nata/pyneng_course/chapter15/backup/192.168.100.3_config.2016-12-10@12:35:38", "changed": false, "warnings": []}  
ok: [192.168.100.2] => {"backup_path": "/home/nata/pyneng_course/chapter15/backup/192.168.100.2_config.2016-12-10@12:35:38", "changed": false, "warnings": []}  
  
PLAY RECAP *****  
192.168.100.1 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0  
192.168.100.2 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0  
192.168.100.3 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

В каталоге backup теперь находятся файлы такого вида (при каждом запуске playbook они перезаписываются):

```
192.168.100.1_config.2016-12-10@10:42:34
192.168.100.2_config.2016-12-10@10:42:34
192.168.100.3_config.2016-12-10@10:42:34
```

При работе с Python 3, может возникнуть ошибка «`RuntimeError: dictionary changed size during iteration`». Ее можно исправить вручную. Для этого надо запустить playbook с опцией `-vvv` и посмотреть где находится модуль `ios_config`. В выводе также будет информация о том в какой строке ошибка.

Пример ошибки:

```
File "/home/vagrant/venv/py3_convert/lib/python3.6/site-packages/ansible/plugins/
  ↪action/ios_config.py", line 57, in run
    for key in result.keys():
RuntimeError: dictionary changed size during iteration
```

Для исправления, надо в указанной строке сменить `for key in result.keys():` на `for key in list(result.keys()):`.

## defaults

Параметр **defaults** указывает, нужно ли собирать всю информацию с устройства, в том числе и значения по умолчанию. Если включить этот параметр, модуль будет собирать текущую конфигурацию с помощью команды `sh run all`. По умолчанию этот параметр отключен, и конфигурация проверяется командой `sh run`.

Этот параметр полезен в том случае, если в настройках указывается команда, которая не видна в конфигурации. Например, такое может быть, когда указан параметр, который и так используется по умолчанию.

Если не использовать параметр `defaults` и указать команду, которая настроена по умолчанию, то при каждом запуске playbook будут вноситься изменения.

Происходит это потому, что Ansible каждый раз вначале проверяет наличие команд в соответствующем режиме. Если команд нет, то соответствующая задача выполняется.

Например, в таком playbook каждый раз будут вноситься изменения (попробуйте запустить его самостоятельно):

```
---
- name: Run cfg commands on routers
  hosts: cisco-routers
  tasks:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
- name: Config interface
  ios_config:
    parents:
      - interface Ethernet0/2
    lines:
      - ip address 192.168.200.1 255.255.255.0
      - ip mtu 1500
```

Если добавить параметр defaults: yes, изменения уже не будут внесены, если не хватало только команды ip mtu 1500 (playbook 6\_ios\_config\_defaults.yml):

```
---
- name: Run cfg commands on routers
  hosts: cisco-routers

  tasks:

    - name: Config interface
      ios_config:
        parents:
          - interface Ethernet0/2
      lines:
        - ip address 192.168.200.1 255.255.255.0
        - ip mtu 1500
      defaults: yes
```

Запуск playbook:

```
$ ansible-playbook 6_ios_config_defaults.yml
```

```
SSH password:
PLAY [Run cfg commands on routers] ****
TASK [Config interface] ****
ok: [192.168.100.3]
ok: [192.168.100.1]
ok: [192.168.100.2]

PLAY RECAP ****
192.168.100.1      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3      : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

## after

Параметр **after** указывает, какие команды выполнить после команд в списке `lines` (или `commands`).

Команды, которые указаны в параметре `after`:

- выполняются, только если должны быть внесены изменения.
- при этом они будут выполнены независимо от того, есть они в конфигурации или нет.

Параметр `after` очень полезен в ситуациях, когда необходимо выполнить команду, которая не сохраняется в конфигурации.

Например, команда `no shutdown` не сохраняется в конфигурации маршрутизатора, и если добавить её в список `lines`, изменения будут вноситься каждый раз при выполнении playbook. Если написать команду `no shutdown` в списке `after`, она будет применена только в том случае, если нужно вносить изменения (согласно списка `lines`).

Пример использования параметра `after` в playbook `7_ios_config_after.yml`:

```
---  
  
- name: Run cfg commands on router  
  hosts: 192.168.100.1  
  
  tasks:  
  
    - name: Config interface  
      ios_config:  
        parents:  
          - interface Ethernet0/3  
      lines:  
        - ip address 192.168.230.1 255.255.255.0  
      after:  
        - no shutdown
```

Первый запуск playbook, с внесением изменений:

```
$ ansible-playbook 7_ios_config_after.yml -v
```

```
Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on routers] ****
TASK [Config interface] ****
changed: [192.168.100.1] => {"changed": true, "updates": ["interface Ethernet0/3", "ip address 192.168.230.1 255.255.255.0", "no shutdown"], "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

Второй запуск playbook (изменений нет, поэтому команда no shutdown не выполняется):

```
$ ansible-playbook 7_ios_config_after.yml -v
```

```
Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on routers] ****
TASK [Config interface] ****
ok: [192.168.100.1] => {"changed": false, "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

Рассмотрим ещё один пример использования after.

С помощью after можно сохранять конфигурацию устройства (playbook 7\_ios\_config\_after\_save.yml):

```
---
- name: Run cfg commands on routers
  hosts: cisco-routers

  tasks:
    - name: Config line vty
      ios_config:
        parents:
          - line vty 0 4
      lines:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

- login local
- transport input ssh
after:
- end
- write

```

Результат выполнения playbook (изменения только на маршрутизаторе 192.168.100.1):

```
$ ansible-playbook 7_ios_config_after_save.yml -v
```

```

Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on routers] ****
TASK [Config line vty] ****
ok: [192.168.100.2] => {"changed": false, "warnings": []}
ok: [192.168.100.3] => {"changed": false, "warnings": []}
changed: [192.168.100.1] => {"changed": true, "updates": ["line vty 0 4", "transpo
rt input ssh", "end", "write"], "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0

```

## before

Параметр **before** указывает, какие действия выполнить до команд в списке `lines`.

Команды, которые указаны в параметре `before: *` выполняются, только если должны быть внесены изменения. \* при этом они будут выполнены независимо от того, есть они в конфигурации или нет.

Параметр `before` полезен в ситуациях, когда какие-то действия необходимо выполнить перед выполнением команд в списке `lines`.

При этом, как и `after`, параметр `before` не влияет на то, какие команды сравниваются с конфигурацией. То есть, по-прежнему сравниваются только команды в списке `lines`.

Playbook `8_ios_config_before.yml`:

```

---
- name: Run cfg commands on router

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
hosts: 192.168.100.1

tasks:

  - name: Config ACL
    ios_config:
      before:
        - no ip access-list extended IN_to_OUT
      parents:
        - ip access-list extended IN_to_OUT
      lines:
        - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
        - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
        - permit icmp any any
```

В playbook 8\_ios\_config\_before.yml ACL IN\_to\_OUT сначала удаляется с помощью параметра before, а затем создается заново.

Таким образом, в ACL всегда находятся только те строки, которые заданы в списке lines.

Запуск playbook с изменениями:

```
$ ansible-playbook 8_ios_config_before.yml -v
```

```
Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config ACL] ****
changed: [192.168.100.1] => {"changed": true, "updates": ["no ip access-list extended IN_to_OUT", "ip access-list extended IN_to_OUT", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22", "permit icmp any any"], "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

Запуск playbook без изменений (команда в списке before не выполняется):

```
$ ansible-playbook 8_ios_config_before.yml -v
```

```
Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config ACL] ****
ok: [192.168.100.1] => {"changed": false, "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

## match

Параметр **match** указывает, как именно нужно сравнивать команды (что считается изменением):

- **line** - команды проверяются построчно. Этот режим используется по умолчанию
- **strict** - должны совпасть не только сами команды, но и их положение относительно друг друга
- **exact** - команды должны в точности совпадать с конфигурацией, и не должно быть никаких лишних строк
- **none** - модуль не будет сравнивать команды с текущей конфигурацией

### match: line

Режим **match: line** используется по умолчанию.

В этом режиме модуль проверяет только наличие строк, перечисленных в списке `lines` в соответствующем режиме. При этом не проверяется порядок строк.

На маршрутизаторе 192.168.100.1 настроен такой ACL:

```
R1#sh run | s access
ip access-list extended IN_to_OUT
 permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
```

Пример использования playbook `9_ios_config_match_line.yml` в режиме `line`:

```
---
- name: Run cfg commands on router
  hosts: 192.168.100.1
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
tasks:

- name: Config ACL
  ios_config:
    parents:
      - ip access-list extended IN_to_OUT
    lines:
      - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
      - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
      - permit icmp any any
```

Результат выполнения playbook:

```
$ ansible-playbook 9_ios_config_match_line.yml -v
```

```
Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config ACL] ****
changed: [192.168.100.1] => {"changed": true, "updates": ["ip access-list extended IN_to_OUT", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www", "permit icmp any any"], "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

Обратите внимание, что в списке updates только две из трёх строк ACL. Так как в режиме lines модуль сравнивает команды независимо друг от друга, он обнаружил, что не хватает только двух команд из трех.

В итоге конфигурация на маршрутизаторе выглядит так:

```
R1#sh run | s access
ip access-list extended IN_to_OUT
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
permit icmp any any
```

То есть, порядок команд поменялся. И хотя в этом случае это не важно, иногда это может привести совсем не к тем результатам, которые ожидались.

Если повторно запустить playbook при такой конфигурации, он не будет выполнять изменения, так как все строки были найдены.

**match: exact**

Пример, в котором порядок команд важен.

ACL на маршрутизаторе:

```
R1#sh run | s access
ip access-list extended IN_to_OUT
 permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
 permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
 deny ip any any
```

Playbook 9\_ios\_config\_match\_exact.yml (будет постепенно дополняться):

```
---
- name: Run cfg commands on router
  hosts: 192.168.100.1

  tasks:
    - name: Config ACL
      ios_config:
        parents:
          - ip access-list extended IN_to_OUT
        lines:
          - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
          - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
          - permit icmp any any
          - deny ip any any
```

Если запустить playbook, результат будет таким:

```
$ ansible-playbook 9_ios_config_match_exact.yml -v
```

```
Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config ACL] ****
changed: [192.168.100.1] => {"changed": true, "updates": ["ip access-list extended IN_to_OUT", "permit icmp any any", "deny ip any any"], "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

Теперь ACL выглядит так:

```
R1#sh run | s access
ip access-list extended IN_to_OUT
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
deny ip any any
permit icmp any any
```

Конечно же, в таком случае последнее правило никогда не сработает.

Можно добавить к этому playbook параметр before и сначала удалить ACL, а затем применять команды:

```
---
- name: Run cfg commands on router
  hosts: 192.168.100.1

  tasks:
    - name: Config ACL
      ios_config:
        before:
          - no ip access-list extended IN_to_OUT
        parents:
          - ip access-list extended IN_to_OUT
        lines:
          - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
          - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
          - permit icmp any any
          - deny ip any any
```

Если применить playbook к последнему состоянию маршрутизатора, то изменений не будет никаких, так как все строки уже есть.

Попробуем начать с такого состояния ACL:

```
R1#sh run | s access
ip access-list extended IN_to_OUT
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
deny ip any any
```

Результат будет таким:

```
$ ansible-playbook 9_ios_config_match_exact.yml -v
```

```
Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config ACL] ****
changed: [192.168.100.1] => {"changed": true, "updates": ["no ip access-list extended IN_to_OUT", "ip access-list extended IN_to_OUT", "permit icmp any any"], "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

И, соответственно, на маршрутизаторе:

```
R1#sh run | s access
ip access-list extended IN_to_OUT
 permit icmp any any
```

Теперь в ACL осталась только одна строка:

- Модуль проверил, каких команд не хватает в ACL (так как режим по умолчанию match: line),
- обнаружил, что не хватает команды `permit icmp any any`, и добавил её

Так как в playbook ACL сначала удаляется, а затем применяется список команд lines, получилось, что в итоге в ACL одна строка.

Поможет в такой ситуации вариант `match: exact`:

```
---
- name: Run cfg commands on router
  hosts: 192.168.100.1

  tasks:
    - name: Config ACL
      ios_config:
        before:
          - no ip access-list extended IN_to_OUT
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

parents:
  - ip access-list extended IN_to_OUT
lines:
  - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
  - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
  - permit icmp any any
  - deny ip any any
match: exact

```

Применение playbook 9\_ios\_config\_match\_exact.yml к текущему состоянию маршрутизатора (в ACL одна строка):

```
$ ansible-playbook 9_ios_config_match_exact.yml -v
```

```

Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config ACL] ****
changed: [192.168.100.1] => {"changed": true, "updates": ["no ip access-list extended IN_to_OUT", "ip access-list extended IN_to_OUT", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22", "permit icmp any any", "deny ip any any"], "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0

```

Теперь результат такой:

```
R1#sh run | s access
ip access-list extended IN_to_OUT
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
permit icmp any any
deny ip any any
```

То есть, теперь ACL выглядит точно так же, как и строки в списке lines, и в том же порядке.

И для того, чтобы окончательно разобраться с параметром match: exact, ещё один пример.

Закомментируем в playbook строки с удалением ACL:

```

---  

- name: Run cfg commands on router  

  hosts: 192.168.100.1  

  tasks:  

    - name: Config ACL  

      ios_config:  

        #before:  

        # - no ip access-list extended IN_to_OUT  

      parents:  

        - ip access-list extended IN_to_OUT  

      lines:  

        - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www  

        - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22  

        - permit icmp any any  

        - deny ip any any  

      match: exact

```

В начало ACL добавлена строка:

```

ip access-list extended IN_to_OUT
permit udp any any
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
permit icmp any any
deny ip any any

```

То есть, последние 4 строки выглядят так, как нужно, и в том порядке, котором нужно. Но, при этом, есть лишняя строка. Для варианта `match: exact` - это уже несовпадение.

В таком варианте, playbook будет выполняться каждый раз и пытаться применить все команды из списка `lines`, что не будет влиять на содержимое ACL:

```
$ ansible-playbook 9_ios_config_match_exact.yml -v
```

```
Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config ACL] ****
changed: [192.168.100.1] => {"changed": true, "updates": ["ip access-list extended IN_to_OUT", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22", "permit icmp any any", "deny ip any any"], "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

Это значит, что при использовании `match:exact` важно, чтобы был какой-то способ удалить конфигурацию, если она не соответствует тому, что должно быть (или чтобы команды перезаписывались). Иначе эта задача будет выполняться каждый раз при запуске playbook.

### **match: strict**

Вариант `match: strict` не требует, чтобы объект был в точности как указано в задаче, но команды, которые указаны в списке `lines`, должны быть в том же порядке.

Если указан список `parents`, команды в списке `lines` должны идти сразу за командами `parents`.

На маршрутизаторе такой ACL:

```
ip access-list extended IN_to_OUT
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
permit icmp any any
deny ip any any
```

Playbook `9_ios_config_match_strict.yml`:

```
---
- name: Run cfg commands on router
  hosts: 192.168.100.1

  tasks:
    - name: Config ACL
      ios_config:
        before:
          - no ip access-list extended IN_to_OUT
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

parents:
  - ip access-list extended IN_to_OUT
lines:
  - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
  - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
  - permit icmp any any
match: strict

```

Выполнение playbook:

```
$ ansible-playbook 9_ios_config_match_strict.yml -v
```

```

Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config ACL] ****
ok: [192.168.100.1] => {"changed": false, "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0

```

Так как изменений не было, ACL остался таким же.

В такой же ситуации, при использовании `match: exact`, было бы обнаружено изменение, и ACL бы состоял только из строк в списке `lines`.

### **match: none**

Использование `match: none` отключает идемпотентность задачи: каждый раз при выполнении playbook будут отправляться команды, которые указаны в задаче.

Пример playbook `9_ios_config_match_none.yml`:

```

---
- name: Run cfg commands on router
  hosts: 192.168.100.1

  tasks:
    - name: Config ACL

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

ios_config:
  before:
    - no ip access-list extended IN_to_OUT
  parents:
    - ip access-list extended IN_to_OUT
  lines:
    - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
    - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
    - permit icmp any any
  match: none

```

Каждый раз при запуске playbook результат будет таким:

```
$ ansible-playbook 9_ios_config_match_none.yml -v
```

```

Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config ACL] ****
changed: [192.168.100.1] => {"changed": true, "updates": ["no ip access-list extended IN_to_OUT", "ip access-list extended IN_to_OUT", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22", "permit icmp any any"], "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0

```

Использование `match: none` подходит в тех случаях, когда, независимо от текущей конфигурации, нужно отправить все команды.

## replace

Параметр `replace` указывает, как именно нужно заменять конфигурацию:

- **line** - в этом режиме отправляются только те команды, которых нет в конфигурации. Этот режим используется по умолчанию
- **block** - в этом режиме отправляются все команды, если хотя бы одной команды нет

## replace: line

Режим replace: line - это режим работы по умолчанию. В этом режиме, если были обнаружены изменения, отправляются только недостающие строки.

Например, на маршрутизаторе такой ACL:

```
R1#sh run | s access
ip access-list extended IN_to_OUT
 permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
 permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
 permit icmp any any
```

Попробуем запустить такой playbook 10\_ios\_config\_replace\_line.yml:

```
---
- name: Run cfg commands on router
  hosts: 192.168.100.1

  tasks:
    - name: Config ACL
      ios_config:
        before:
          - no ip access-list extended IN_to_OUT
        parents:
          - ip access-list extended IN_to_OUT
        lines:
          - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
          - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
          - permit icmp any any
          - deny ip any any
```

Выполнение playbook:

```
$ ansible-playbook 10_ios_config_replace_line.yml -v
```

```
Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config ACL] ****
changed: [192.168.100.1] => {"changed": true, "updates": ["no ip access-list extended IN_to_OUT", "ip access-list extended IN_to_OUT", "deny ip any any"], "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

После этого на маршрутизаторе такой ACL:

```
R1#sh run | s access
ip access-list extended IN_to_OUT
 deny ip any any
```

В данном случае модуль проверил, каких команд не хватает в ACL (так как режим по умолчанию `match: line`), обнаружил, что не хватает команды `deny ip any any`, и добавил её. Но, так как ACL сначала удаляется, а затем применяется список команд `lines`, получилось, что у нас теперь ACL с одной строкой.

В таких ситуациях подходит режим `replace: block`.

### replace: block

В режиме `replace: block` отправляются все команды из списка `lines` (и `parents`), если на устройстве нет хотя бы одной из этих команд.

Повторим предыдущий пример.

ACL на маршрутизаторе:

```
R1#sh run | s access
ip access-list extended IN_to_OUT
 permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
 permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
 permit icmp any any
```

Playbook 10\_ios\_config\_replace\_block.yml:

```
---
- name: Run cfg commands on router
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

hosts: 192.168.100.1

tasks:

  - name: Config ACL
    ios_config:
      before:
        - no ip access-list extended IN_to_OUT
      parents:
        - ip access-list extended IN_to_OUT
      lines:
        - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
        - permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
        - permit icmp any any
        - deny ip any any
    replace: block

```

Выполнение playbook:

```
$ ansible-playbook 10_ios_config_replace_block.yml -v
```

```

Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config ACL] ****
changed: [192.168.100.1] => {"changed": true, "updates": ["no ip access-list extended IN_to_OUT", "ip access-list extended IN_to_OUT", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22", "permit icmp any any", "deny ip any any"], "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0

```

В результате на маршрутизаторе такой ACL:

```

R1#sh run | s access
ip access-list extended IN_to_OUT
  permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
  permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
  permit icmp any any
  deny   ip any any

```

## src

Параметр **src** позволяет указывать путь к файлу конфигурации или шаблону конфигурации, которую нужно загрузить на устройство.

Этот параметр взаимоисключающий с **lines** (то есть, можно указывать или **lines**, или **src**). Он заменяет модуль **ios\_template**, который скоро будет удален.

## Конфигурация

Пример playbook `11_ios_config_src.yml`:

```
---  
  
- name: Run cfg commands on router  
  hosts: 192.168.100.1  
  
  tasks:  
  
    - name: Config ACL  
      ios_config:  
        src: templates/acl_cfg.txt
```

В файле `templates/acl_cfg.txt` находится такая конфигурация:

```
ip access-list extended IN_to_OUT  
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www  
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22  
permit icmp any any  
deny ip any any
```

Удаляем на маршрутизаторе этот ACL, если он остался с прошлых разделов, и запускаем playbook:

```
$ ansible-playbook 11_ios_config_src.yml -v
```

```
PLAY [Run cfg commands on router] ****  
  
TASK [Config ACL] ****  
changed: [192.168.100.1] => {"banners": {}, "changed": true, "commands": ["ip access-list extended IN_to_OUT", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22", "permit icmp any any", "deny ip any any"], "failed": false, "updates": ["ip access-list extended IN_to_OUT", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www", "permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22", "permit icmp any any", "deny ip any any"]}  
  
PLAY RECAP ****  
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

Теперь на маршрутизаторе настроен ACL:

```
R1#sh run | s access
ip access-list extended IN_to_OUT
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
permit icmp any any
deny ip any any
```

Если запустить playbook ещё раз, то никаких изменений не будет, так как этот параметр также идемпотентен:

```
$ ansible-playbook 11_ios_config_src.yml -v
```

```
Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config ACL] ****
ok: [192.168.100.1] => {"changed": false, "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

## Шаблон Jinja2

В параметре src можно указывать шаблон Jinja2.

Пример шаблона (файл templates/ospf.j2):

В шаблоне используются две переменные:

- mgmt\_ip - IP-адрес, который будет использоваться как router-id
- ospf\_ints - список IP-адресов интерфейсов, на которых нужно включить OSPF

Для настройки OSPF на трёх маршрутизаторах нужно иметь возможность использовать разные значения этих переменных для разных устройств. Для таких задач используются файлы с переменными в каталоге host\_vars.

В каталоге host\_vars нужно создать такие файлы (если они ещё не созданы):

Файл host\_vars/192.168.100.1:

```
---
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
hostname: london_r1
mgmnt_loopback: 100
mgmnt_ip: 10.0.0.1
ospf_ints:
  - 192.168.100.1
  - 10.0.0.1
  - 10.255.1.1
```

Файл host\_vars/192.168.100.2:

```
---
hostname: london_r2
mgmnt_loopback: 100
mgmnt_ip: 10.0.0.2
ospf_ints:
  - 192.168.100.2
  - 10.0.0.2
  - 10.255.2.2
```

Файл host\_vars/192.168.100.3:

```
---
hostname: london_r3
mgmnt_loopback: 100
mgmnt_ip: 10.0.0.3
ospf_ints:
  - 192.168.100.3
  - 10.0.0.3
  - 10.255.3.3
```

Теперь можно создавать playbook 11\_ios\_config\_src\_jinja.yml:

```
---
- name: Run cfg commands on router
  hosts: cisco-routers

  tasks:

    - name: Config OSPF
      ios_config:
        src: templates/ospf.j2
```

Так как Ansible сам найдет переменные в каталоге `host_vars`, их не нужно указывать. Можно сразу запускать playbook:

```
$ ansible-playbook 11_ios_config_src_jinja.yml -v
```

```
PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config OSPF] ****
changed: [192.168.100.1] => {"banners": {}, "changed": true, "commands": ["router ospf 1", "router-id 10.0.0.1", "ispf", "auto-cost reference-bandwidth 10000", "network 192.168.100.1 0.0.0.0 area 0", "network 10.0.0.1 0.0.0.0 area 0", "network 10.255.1.1 0.0.0.0 area 0"], "failed": false, "updates": ["router ospf 1", "router-id 10.0.0.1", "ispf", "auto-cost reference-bandwidth 10000", "network 192.168.100.1 0.0.0.0 area 0", "network 10.0.0.1 0.0.0.0 area 0", "network 10.255.1.1 0.0.0.0 area 0"]}
changed: [192.168.100.2] => {"banners": {}, "changed": true, "commands": ["router ospf 1", "router-id 10.0.0.2", "ispf", "auto-cost reference-bandwidth 10000", "network 192.168.100.2 0.0.0.0 area 0", "network 10.0.0.2 0.0.0.0 area 0", "network 10.255.2.2 0.0.0.0 area 0"], "failed": false, "updates": ["router ospf 1", "router-id 10.0.0.2", "ispf", "auto-cost reference-bandwidth 10000", "network 192.168.100.2 0.0.0.0 area 0", "network 10.0.0.2 0.0.0.0 area 0", "network 10.255.2.2 0.0.0.0 area 0"]}
changed: [192.168.100.3] => {"banners": {}, "changed": true, "commands": ["router ospf 1", "router-id 10.0.0.3", "ispf", "auto-cost reference-bandwidth 10000", "network 192.168.100.3 0.0.0.0 area 0", "network 10.0.0.3 0.0.0.0 area 0", "network 10.255.3.3 0.0.0.0 area 0"], "failed": false, "updates": ["router ospf 1", "router-id 10.0.0.3", "ispf", "auto-cost reference-bandwidth 10000", "network 192.168.100.3 0.0.0.0 area 0", "network 10.0.0.3 0.0.0.0 area 0", "network 10.255.3.3 0.0.0.0 area 0"]}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3 : ok=1    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

Теперь на всех маршрутизаторах настроен OSPF:

```
R1#sh run | s ospf
router ospf 1
router-id 10.0.0.1
ispf
auto-cost reference-bandwidth 10000
network 10.0.0.1 0.0.0.0 area 0
network 10.255.1.1 0.0.0.0 area 0
network 192.168.100.1 0.0.0.0 area 0

R2#sh run | s ospf
router ospf 1
router-id 10.0.0.2
ispf
auto-cost reference-bandwidth 10000
network 10.0.0.2 0.0.0.0 area 0
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
network 10.255.2.2 0.0.0.0 area 0
network 192.168.100.2 0.0.0.0 area 0

router ospf 1
  router-id 10.0.0.3
  ispf
    auto-cost reference-bandwidth 10000
  network 10.0.0.3 0.0.0.0 area 0
  network 10.255.3.3 0.0.0.0 area 0
  network 192.168.100.3 0.0.0.0 area 0
```

Если запустить playbook ещё раз, то никаких изменений не будет:

```
$ ansible-playbook 11_ios_config_src_jinja.yml -v
```

```
Using /home/nata/pyneng_course/chapter15/ansible.cfg as config file
SSH password:

PLAY [Run cfg commands on router] ****
TASK [Config OSPF] ****
ok: [192.168.100.3] => {"changed": false, "warnings": []}
ok: [192.168.100.2] => {"changed": false, "warnings": []}
ok: [192.168.100.1] => {"changed": false, "warnings": []}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3 : ok=1    changed=0    unreachable=0    failed=0
```

## Совмещение с другими параметрами

Параметр **src** совместим с такими параметрами:

- backup
- config
- defaults
- save

## ntc-ansible

**ntc-ansible** - это модуль для работы с сетевым оборудованием, который не только выполняет команды на оборудовании, но и обрабатывает вывод команд и преобразует с помощью TextFSM. Этот модуль не входит в число core модулей Ansible, поэтому его нужно установить.

Перед установкой нужно указать Ansible, где искать сторонние модули. Указывается путь в файле ansible.cfg:

```
[defaults]

inventory = ./myhosts

remote_user = cisco
ask_pass = True

library = ./library
```

После этого нужно клонировать репозиторий ntc-ansible, находясь в каталоге library:

```
[~/pyneng_course/chapter15/library]
$ git clone https://github.com/networktocode/ntc-ansible --recursive
Cloning into 'ntc-ansible'...
remote: Counting objects: 2063, done.
remote: Compressing objects: 100% (5/5), done.
remote: Total 2063 (delta 1), reused 0 (delta 0), pack-reused 2058
Receiving objects: 100% (2063/2063), 332.15 KiB | 334.00 KiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (1157/1157), done.
Checking connectivity... done.
Submodule 'ntc-templates' (https://github.com/networktocode/ntc-templates) 
→ registered for path 'ntc-templates'
Cloning into 'ntc-templates'...
remote: Counting objects: 902, done.
remote: Compressing objects: 100% (34/34), done.
remote: Total 902 (delta 16), reused 0 (delta 0), pack-reused 868
Receiving objects: 100% (902/902), 161.11 KiB | 0 bytes/s, done.
Resolving deltas: 100% (362/362), done.
Checking connectivity... done.
Submodule path 'ntc-templates': checked out
→ '89c57342b47c9990f0708226fb3f268c6b8c1549'
```

А затем установить зависимости модуля:

```
pip install ntc-ansible
```

При установке зависимостей может появиться ошибка:

```
No matching distribution found for textfsm==1.0.1 (from pyntc->ntc-ansible)
```

Ее можно игнорировать, если модуль textfsm установлен.

Если при установке возникнут другие проблемы, посмотрите другие варианты установки в [репозитории проекта](#).

Так как в текущей версии Ansible уже есть модули, которые работают с сетевым оборудованием и позволяют выполнять команды, из всех возможностей ntc-ansible наиболее полезной будет отправка команд show и получение структурированного вывода. За это отвечает модуль ntc\_show\_command.

## ntc\_show\_command

Модуль использует netmiko для подключения к оборудованию (netmiko должен быть установлен) и, после выполнения команды, преобразует вывод команды show с помощью TextFSM в структурированный вывод (список словарей).

Преобразование будет выполняться в том случае, если в файле index была найдена команда, и для команды был найден шаблон.

Как и с предыдущими сетевыми модулями, в ntc-ansible нужно указывать ряд параметров для подключения:

- **connection** - тут возможны два варианта: ssh (подключение netmiko) или offline (чтение из файла для тестовых целей)
- **platform** - платформа, которая существует в index файле (library/ntc-ansible/ntc-templates/templates/index)
- **command** - команда, которую нужно выполнить на устройстве
- **host** - IP-адрес или имя устройства
- **username** - имя пользователя
- **password** - пароль
- **template\_dir** - путь к каталогу, в котором находятся шаблоны (в текущем варианте установки они находятся в каталоге library/ntc-ansible/ntc-templates/templates)

Пример playbook 1\_ntc\_ansible.yml:

```
---  
- name: Run show commands on router  
  hosts: 192.168.100.1  
  gather_facts: false  
  connection: local
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
tasks:  
  
  - name: Run sh ip int br  
    ntc_show_command:  
      connection: ssh  
      platform: "cisco_ios"  
      command: "sh ip int br"  
      host: "{{ inventory_hostname }}"  
      username: "cisco"  
      password: "cisco"  
      template_dir: "library/ntc-ansible/ntc-templates/templates"  
      register: result  
  
  - debug: var=result
```

Результат выполнения playbook:

```
$ ansible-playbook 1_ntc-ansible.yml
```

```
SSH password:

PLAY [Run show commands on router] ****
TASK [Run sh ip int br] ****
ok: [192.168.100.1]

TASK [debug] ****
ok: [192.168.100.1] => {
    "result": [
        {
            "changed": false,
            "response": [
                {
                    "intf": "Ethernet0/0",
                    "ipaddr": "192.168.100.1",
                    "proto": "up",
                    "status": "up"
                },
                {
                    "intf": "Ethernet0/1",
                    "ipaddr": "192.168.200.1",
                    "proto": "up",
                    "status": "up"
                },
                {
                    "intf": "Ethernet0/2",
                    "ipaddr": "unassigned",
                    "proto": "down",
                    "status": "administratively down"
                },
                {
                    "intf": "Ethernet0/3",
                    "ipaddr": "unassigned",
                    "proto": "up",
                    "status": "up"
                },
                {
                    "intf": "Loopback0",
                    "ipaddr": "10.1.1.1",
                    "proto": "up",
                    "status": "up"
                }
            ],
            "response_list": []
        }
    ]
}

PLAY RECAP ****
192.168.100.1 : ok=2     changed=0      unreachable=0    failed=0
```

В переменной `response` находится структурированный вывод в виде списка словарей. Ключи в словарях получены на основании переменных, которые описаны в шаблоне `library/ntc-ansible/ntc-templates/templates/cisco_ios_show_ip_int_brief.template` (единственное отличие - регистр):

```
Value INTF (\S+)
Value IPADDR (\S+)
Value STATUS (up|down|administratively down)
Value PROTO (up|down)

Start
^${INTF}\s+${IPADDR}\s+\w+\s+\w+\s+${STATUS}\s+${PROTO} -> Record
```

Для того, чтобы получить вывод про первый интерфейс, можно поменять вывод модуля `debug` таким образом:

```
- debug: var=result.response[0]
```

## Сохранение результатов выполнения команды

Для того, чтобы сохранить вывод, можно использовать тот же прием, который использовался для модуля `ios_facts`.

Пример playbook `2_ntc_ansible_save.yml` с сохранением результатов команды:

```
---

- name: Run show commands on routers
  hosts: cisco-routers
  gather_facts: false
  connection: local

  tasks:

    - name: Run sh ip int br
      ntc_show_command:
        connection: ssh
        platform: "cisco_ios"
        command: "sh ip int br"
        host: "{{ inventory_hostname }}"
        username: "cisco"
        password: "cisco"
        template_dir: "library/ntc-ansible/ntc-templates/templates"
      register: result
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
- name: Copy facts to files
  copy:
    content: "{{ result.response | to_nice_json }}"
    dest: "all_facts/{{inventory_hostname}}_sh_ip_int_br.json"
```

Результат выполнения:

```
$ ansible-playbook 2_ntc-ansible_save.yml
```

```
SSH password:

PLAY [Run show commands on routers] ****
TASK [Run sh ip int br] ****
ok: [192.168.100.3]
ok: [192.168.100.1]
ok: [192.168.100.2]

TASK [Copy facts to files] ****
changed: [192.168.100.2]
changed: [192.168.100.1]
changed: [192.168.100.3]

PLAY RECAP ****
192.168.100.1      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.2      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0
192.168.100.3      : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0
```

В результате, в каталоге all\_facts появляются соответствующие файлы для каждого маршрутизатора. Пример файла all\_facts/192.168.100.1\_sh\_ip\_int\_br.json:

```
[
  {
    "intf": "Ethernet0/0",
    "ipaddr": "192.168.100.1",
    "proto": "up",
    "status": "up"
  },
  {
    "intf": "Ethernet0/1",
    "ipaddr": "192.168.200.1",
    "proto": "up",
    "status": "up"
  }
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

},
{
    "intf": "Ethernet0/2",
    "ipaddr": "unassigned",
    "proto": "down",
    "status": "administratively down"
},
{
    "intf": "Ethernet0/3",
    "ipaddr": "unassigned",
    "proto": "up",
    "status": "up"
},
{
    "intf": "Loopback0",
    "ipaddr": "10.1.1.1",
    "proto": "up",
    "status": "up"
}
]

```

## Шаблоны Jinja2

Для Cisco IOS в ntc-ansible есть такие шаблоны:

```

cisco_ios_dir.template
cisco_ios_show_access-list.template
cisco_ios_show_aliases.template
cisco_ios_show_archive.template
cisco_ios_show_capability_feature_routing.template
cisco_ios_show_cdp_neighbors_detail.template
cisco_ios_show_cdp_neighbors.template
cisco_ios_show_clock.template
cisco_ios_show_interfaces_status.template
cisco_ios_show_interfaces.template
cisco_ios_show_interface_transceiver.template
cisco_ios_show_inventory.template
cisco_ios_show_ip_arp.template
cisco_ios_show_ip_bgp_summary.template
cisco_ios_show_ip_bgp.template
cisco_ios_show_ip_int_brief.template
cisco_ios_show_ip_ospf_neighbor.template

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
cisco_ios_show_ip_route.template
cisco_ios_show_lldp_neighbors.template
cisco_ios_show_mac-address-table.template
cisco_ios_show_processes_cpu.template
cisco_ios_show_snmp_community.template
cisco_ios_show_spanning-tree.template
cisco_ios_show_standby_brief.template
cisco_ios_show_version.template
cisco_ios_show_vlan.template
cisco_ios_show_vtp_status.template
```

Список всех шаблонов можно посмотреть локально, если ntc-ansible установлен:

```
ls -ls library/ntc-ansible/ntc-templates/templates/
```

Или в [репозитории проекта](#).

Используя TextFSM, можно самостоятельно создавать дополнительные шаблоны.

И для того, чтобы ntc-ansible их использовал автоматически, добавить их в файл index (library/ntc-ansible/ntc-templates/templates/index):

```
# First line is the header fields for columns and is mandatory.
# Regular expressions are supported in all fields except the first.
# Last field supports variable length command completion.
# abc[[xyz]] is expanded to abc(x(y(z)?))?, regexp inside [[]] is not supported
#
Template, Hostname, Platform, Command
cisco_asa_dir.template, .*, cisco_asa, dir
cisco_ios_show_archive.template, .*, cisco_ios, sh[[ow]] arc[[hive]]
cisco_ios_show_capability_feature_routing.template, .*, cisco_ios, sh[[ow]]  
↳cap[[ability]] f[[eature]] r[[outing]]
cisco_ios_show_aliases.template, .*, cisco_ios, sh[[ow]] alia[[ses]]
...
```

## Подробнее об Ansible

Мы рассмотрели основные аспекты Ansible, которые нужны для работы с сетевым оборудованием. Их достаточно, чтобы начать работать с Ansible, но, скорее всего, в процессе работы вам понадобится больше информации.

Например, как сделать так, чтобы не нужно было повторять одни и те же задачи или сценарии снова и снова, или как организовывать более сложные playbook.

А, возможно, на каком-то этапе понадобится написать свой модуль.

Всё это Ansible позволяет сделать, но это выходит за рамки этого курса. Эта информация вынесена в отдельный курс [Ansible для сетевых инженеров](#). Основы, которые рассматриваются тут, в том курсе повторяются, поэтому, если вы прочитали весь раздел Ansible в этом курсе, можете начать сразу с четвертого раздела [Playbook](#).

Если какие-то темы не рассмотрены в курсе «Ansible для сетевых инженеров», не забывайте, что у Ansible отличная [документация](#).

## Дополнительные материалы

### Ansible без привязки к сетевому оборудованию

- У Ansible очень хорошая документация
- Очень хорошая серия видео с транскриптом и хорошими ссылками
- Примеры использования Ansible
- Примеры Playbook с демонстрацией различных возможностей

### Ansible for network devices

Документация:

- [Networking Support](#)
- [Network Modules](#)
- [Network Debug and Troubleshooting Guide](#)
- [ios\\_command](#)
- [ios\\_facts](#)
- [ios\\_config](#)

Отличные видео от Ansible:

- [AUTOMATING YOUR NETWORK](#). Репозиторий с примерами из вебинара

Проекты, которые используют TextFSM:

- [Модуль ntc-ansible](#)

Шаблоны TextFSM (из модуля ntc-ansible):

- [ntc-templates](#)

Статьи:

---

**Примечание:** Обращайте внимание на время написания статьи. В Ansible существенно изменились модули для работы с сетевым оборудованием. И в статьях могут быть ещё старые примеры.

---

Network Config Templating using Ansible (Kirk Byers):

- <https://pynet.twb-tech.com/blog/ansible/ansible-cfg-template.html>
- <https://pynet.twb-tech.com/blog/ansible/ansible-cfg-template-p2.html>
- <https://pynet.twb-tech.com/blog/ansible/ansible-cfg-template-p3.html>

Очень хорошая серия статей. Постепенно повышается уровень сложности:

- <http://networkop.github.io/blog/2015/06/24/ansible-intro/>
- <http://networkop.github.io/blog/2015/07/03/parser-modules/>
- <http://networkop.github.io/blog/2015/07/10/test-verification/>
- <http://networkop.github.io/blog/2015/07/17/tdd-quickstart/>
- <http://networkop.github.io/blog/2015/08/14/automating-legacy-networks/>
- <http://networkop.github.io/blog/2015/08/26/automating-network-build-p1/>
- <http://networkop.github.io/blog/2015/09/03/automating-bgp-config/>
- <http://networkop.github.io/blog/2015/11/13/automating-flexvpn-config/>
- <http://jedelman.com/home/ansible-for-networking/>
- <http://jedelman.com/home/network-automation-with-ansible-dynamically-configuring-interface-descriptions/>
- <http://www.packetgeek.net/2015/08/using-ansible-to-push-cisco-ios-configuration/>

## Задания

Все задания и вспомогательные файлы можно скачать в [репозитории](#). Если в заданиях раздела есть задания с буквами (например, 5.2a), то лучше выполнить сначала задания без букв, а затем с буквами. Задания с буквами, как правило, немного сложнее заданий без букв и развивают или усложняют идею в соответствующем задании без буквы.

---

**Примечание:** Например, в разделе есть задания 5.1, 5.2, 5.2a, 5.2b, 5.3, 5.3a. Сначала лучше выполнить задания 5.1, 5.2, 5.3, а затем 5.2a, 5.2b, 5.3a

---

Если задания с буквами получается сделать сразу, лучше делать их по порядку.

### Задание 24.1

Создайте playbook task\_24\_1.yml, который выполняет такие задачи:

- Подключается к маршрутизаторам и выполняет команду sh arp. Результат записывает в переменную sh\_arp\_output.
- Отображает содержимое переменной sh\_arp\_output

Проверьте работу playbook на маршрутизаторах.

### Задание 24.1a

Создайте playbook task\_24\_1a.yml, который выполняет такие задачи:

- Подключается к маршрутизаторам и выполняет команду sh arp. Результат записывает в переменную sh\_arp\_output.
- Отображает результат выполнения команды, в виде списка строк, где каждая строка это одна строка вывода команды.

Проверьте работу playbook на маршрутизаторах.

### Задание 24.1b

Создайте playbook task\_24\_1b.yml, который выполняет такие задачи:

- Подключается к маршрутизаторам и выполняет команды sh arp и sh ip int br
  - обе команды должны выполняться в одной задаче
  - результат записывает в переменную result
- Вторая задача отображает результат выполнения команд

Проверьте работу playbook на маршрутизаторах.

### Задание 24.1с

Создайте playbook task\_24\_1c.yml, который выполняет такие задачи:

- Подключается к маршрутизаторам и выполняет команды `sh arp` и `sh ip int br`
  - обе команды должны выполняться в одной задаче
  - результат записывает в переменную `result`
- Вторая задача отображает результат выполнения команды `sh arp`
- Третья задача отображает результат выполнения команды `sh ip int br`

Вторая и третья задачи должны отображать вывод команды в виде списка строк.

Проверьте работу playbook на маршрутизаторах.

### Задание 24.2

Создайте playbook task\_24\_2.yml, который выполняет такие задачи:

- Собирает все факты с маршрутизаторов. Результат нельзя записывать в переменную.
- Отображает содержимое факта об интерфейсах (в факте находится словарь с интерфейсами и их параметрами).

Проверьте работу playbook на маршрутизаторах.

### Задание 24.2а

Создайте playbook task\_24\_2a.yml, который выполняет такие задачи:

- собирает все факты с маршрутизаторов
  - результат нельзя записывать в переменную
- записывает содержимое факта об интерфейсах в файл в каталог `all_facts`:
  - имя файла должно быть такого вида: `hostname_intf_facts.yaml`
  - `hostname` - это имя текущего устройства, для которого собираются факты
  - файл должен быть в формате YAML, в виде, который удобней для чтения человеком

Проверьте работу playbook на маршрутизаторах.

### Задание 24.2b

Создайте playbook task\_24\_2b.yml, который выполняет такие задачи:

- собирает все факты с маршрутизаторов
  - результат не записывать в переменную
- выполняет команду sh ipv6 int br
  - вывод команды записывает в переменную show\_result
- отображает содержимое переменной show\_result, но только в том случае, когда факт, в котором содержатся IPv6 адреса в виде списка, не пустой

Проверьте работу playbook на маршрутизаторах.

### Задание 24.3

Создайте playbook task\_24\_3.yml, который выполняет такие задачи: создает ACL INET-to-LAN и применяет его к интерфейсу Ethernet0/1 для входящего трафика.

При этом, подразумевается, что настройка ACL выполняется только с помощью Playbook. Поэтому, в ACL должны быть только те строки, которые указаны в задаче playbook.

Задача должна выполнять такие действия:

- удалить ACL с интерфейса
- удалить ACL
- создать ACL и настроить правила ACL
- применить ACL к интерфейсу

ACL должен быть таким:

```
ip access-list extended INET-to-LAN
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq www
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq 22
permit icmp any any
```

Проверьте работу playbook на маршрутизаторе R1.

### Задание 24.3a

Проверьте работу playbook из задания 24.3, в ситуации, когда в ACL добавлена ещё одна строка.

Если, после добавления строки в задаче и выполнения playbook, ACL на маршрутизаторе выглядит так же, как описано в playbook, значит задание выполнено.

Если нет, исправьте соответственно задачу.

Добавьте, например, такую строку в ACL:

```
permit tcp 10.0.1.0 0.0.0.255 any eq telnet
```

Проверьте работу playbook на маршрутизаторе R1.

### Задание 24.3b

Добавьте в playbook из задания 24.3a ещё одну задачу:

- она должна отображать, какие команды были отправлены на оборудование, в первой задаче
- команды должны отображаться только в том случае, если были выполнены изменения
- если нужно, можно изменять и первую задачу

Проверьте работу playbook на маршрутизаторе R1.

### Задание 24.3c

Измените playbook из задания 24.3b таким образом, чтобы имя интерфейса, который указывается в задаче, указывалось как переменная `outside_intf`.

Создайте переменную для маршрутизатора R1, в соответствующем файле каталога `host_vars`.

Проверьте работу playbook на маршрутизаторе R1.

## VII. Основы объектно-ориентированного программирования

Объектно-ориентированное программирование (ООП) - это методология программирования, в которой программа состоит из объектов, которые взаимодействуют между собой. Объекты создаются на основании класса, определенного в коде и, как правило, объединяют данные и действия, которые можно выполнять с данными, в одно целое.

Без использования ООП вполне можно писать код, но, как минимум, изучение основ ООП поможет лучше понимать, что такое объект, класс, метод, переменная объекта, а это те вещи, которые используются в Python постоянно. Кроме того, знание ООП пригодится в чтении чужого кода. Например, будет проще разобраться в коде netmiko.

Хотя ООП лежит в основе того как все устроено в Python, при написании кода не обязательно использовать объектно-ориентированный подход.

Тут речь о том, что в Python не обязательно нужно создавать классы, чтобы что-то сделать.

## 25. Основы ООП

### Основы ООП

- Класс (class) - элемент программы, который описывает какой-то тип данных. Класс описывает шаблон для создания объектов, как правило, указывает переменные этого объекта и действия, которые можно выполнять применимо к объекту.
- Экземпляр класса (instance) - объект, который является представителем класса.
- Метод (method) - функция, которая определена внутри класса и описывает какое-то действие, которое поддерживает класс
- Переменная экземпляра (instance variable, а иногда и instance attribute) - данные, которые относятся к объекту
- Переменная класса (class variable) - данные, которые относятся к классу и разделяются всеми экземплярами класса
- Атрибут экземпляра (instance attribute) - переменные и методы, которые относятся к объектам (экземплярам) созданным на основании класса. У каждого объекта есть своя копия атрибутов.

Пример из реальной жизни в стиле ООП:

- Проект дома - это класс
- Конкретный дом, который был построен по проекту - экземпляр класса
- Такие особенности как цвет дома, количество окон - переменные экземпляра, то есть конкретного дома
- Дом можно продать, перекрасить, отремонтировать - это методы

Рассмотрим практический пример использования ООП.

В разделе «18. Работа с базами данных» первое, что нужно было сделать для работы с БД, подключиться к ней:

```
In [1]: import sqlite3  
  
In [2]: conn = sqlite3.connect('dhcp_snooping.db')
```

Переменная conn - это объект, который представляет реальное соединение с БД. Благодаря функции type, можно выяснить экземпляром какого класса является объект conn:

```
In [3]: type(conn)  
Out[3]: sqlite3.Connection
```

У `conn` есть свои методы и переменные, которые зависят от состояния текущего объекта. Например, переменная экземпляра `conn.in_transaction` доступна у каждого экземпляра класса `sqlite3.Connection` и возвращает `True` или `False`, в зависимости от того все ли изменения закоммичены:

```
In [15]: conn.in_transaction
Out[15]: False
```

Метод `execute` выполняет команду SQL:

```
In [19]: query = 'insert into dhcp (mac, ip, vlan, interface) values (?, ?, ?, ?)'
In [5]: conn.execute(query, ('0000.1111.7777', '10.255.1.1', '10', 'Gi0/7'))
Out[5]: <sqlite3.Cursor at 0xb57328a0>
```

При этом, объект `conn` сохраняет состояние: теперь переменная экземпляра `conn.in_transaction`, возвращает `True`:

```
In [6]: conn.in_transaction
Out[6]: True
```

После вызова метода `commit`, она опять равна `False`:

```
In [7]: conn.commit()
In [8]: conn.in_transaction
Out[8]: False
```

В этом примере показаны важные аспекты ООП: объединение данных и действия над данными, а также сохранение состояния.

До сих пор, при написании кода, данные и действия на данными были разделены. Чаще всего, действия описаны в виде функций, а данные передаются как аргументы этим функциям. При создании класса, данные и действия объединяются. Конечно же, это данные и действия связаны. То есть, методами класса становятся те действия, которые характерны именно для объекта такого типа, а не какие-то произвольные действия.

Например, в экземпляре класса `str`, все методы относятся к работе с этой строкой:

```
In [10]: s = 'string'
In [11]: s.upper()
Out[11]: 'STRING'

In [12]: s.center(20, '=')
Out[12]: '=====string====='
```

---

**Примечание:** На примере со строкой понятно, что класс не обязан хранить состояние - строка неизменяемый тип данных и все методы возвращают новые строки и не изменяют исходную строку.

---

Выше, при обращении к атрибутам экземпляра (переменным и методам) используется такой синтаксис: `objectname.attribute`. Эта запись `s.lower()` означает: вызвать метод `lower` у объекта `s`. Обращение к методам и переменным выполняется одинаково, но для вызова метода, надо добавить скобки и передать все необходимые аргументы.

Всё описанное неоднократно использовалось в книге, но теперь мы разберемся с формальной терминологией.

## Создание класса

---

**Примечание:** Обратите внимание, что тут основы поясняются с учетом того, что у читателя нет опыта работы с ООП. Некоторые примеры не очень правильны с точки зрения идеологии Python, но помогают лучше понять происходящее. В конце даются пояснения как это правильней делать.

---

Для создания классов в питоне используется ключевое слово `class`. Самый простой класс, который можно создать в Python:

```
In [1]: class Switch:  
...:     pass  
...:
```

---

**Примечание:** Имена классов: в Python принято писать имена классов в формате CamelCase.

---

Для создания экземпляра класса, надо вызвать класс:

```
In [2]: sw1 = Switch()  
  
In [3]: print(sw1)  
<__main__.Switch object at 0xb44963ac>
```

Используя точечную нотацию, можно получать значения переменных экземпляра, создавать новые переменные и присваивать новое значение существующим:

```
In [5]: sw1.hostname = 'sw1'

In [6]: sw1.model = 'Cisco 3850'
```

В другом экземпляре класса Switch, переменные могут быть другие:

```
In [7]: sw2 = Switch()

In [8]: sw2.hostname = 'sw2'

In [9]: sw2.model = 'Cisco 3750'
```

Посмотреть значение переменных экземпляра можно используя ту же точечную нотацию:

```
In [10]: sw1.model
Out[10]: 'Cisco 3850'

In [11]: sw2.model
Out[11]: 'Cisco 3750'
```

## Создание метода

Прежде чем мы начнем разбираться с методами класса, посмотрим пример функции, которая ожидает как аргумент экземпляр класса Switch и выводит информацию о нем, используя переменные экземпляра hostname и mode:

```
In [1]: def info(sw_obj):
    ...:     print('Hostname: {}\nModel: {}'.format(sw_obj.hostname, sw_obj.model))
    ...:

In [2]: sw1 = Switch()

In [3]: sw1.hostname = 'sw1'

In [4]: sw1.model = 'Cisco 3850'

In [5]: info(sw1)
Hostname: sw1
Model: Cisco 3850
```

В функции info параметр `sw_obj` ожидает экземпляр класса `Switch`. Скорее всего, в это примере нет ничего нового, ведь аналогичным образом ранее мы писали функции, которые ожидают строку, как аргумент, а затем вызывают какие-то методы у этой строки.

Этот пример поможет разобраться с методом info, который мы добавим в класс Switch.

Для добавления метода, необходимо создать функцию внутри класса:

```
In [15]: class Switch:  
...:     def info(self):  
...:         print('Hostname: {}\nModel: {}'.format(self.hostname, self.  
model))  
...:
```

Если присмотреться, метод info выглядит точно так же, как функция info, только вместо имени sw\_obj, используется self. Почему тут используется странное имя self, мы разберемся позже, а пока посмотрим как вызвать метод info:

```
In [16]: sw1 = Switch()  
  
In [17]: sw1.hostname = 'sw1'  
  
In [18]: sw1.model = 'Cisco 3850'  
  
In [19]: sw1.info()  
Hostname: sw1  
Model: Cisco 3850
```

В примере выше сначала создается экземпляр класса Switch, затем в экземпляр добавляются переменные hostname и model, и только после этого вызывается метод info. Метод info выводит информацию про коммутатор, используя значения, которые хранятся в переменных экземпляра.

Вызов метода отличается, от вызова функции: мы не передаем ссылку на экземпляр класса Switch. Нам это не нужно, потому что мы вызываем метод у самого экземпляра. Еще один непонятный момент - зачем же мы тогда писали self.

Все дело в том, что Python преобразует такой вызов:

```
In [39]: sw1.info()  
Hostname: sw1  
Model: Cisco 3850
```

Вот в такой:

```
In [38]: Switch.info(sw1)  
Hostname: sw1  
Model: Cisco 3850
```

Во втором случае, в параметре self уже больше смысла, он действительно принимает ссылку на экземпляр и на основании этого выводит информацию.

С точки зрения использования объектов, удобней вызывать методы используя первый вариант синтаксиса, поэтому, практически всегда именно он и используется.

---

**Примечание:** При вызове метода экземпляра класса, ссылка на экземпляр передается первым аргументом. При этом, экземпляр передается неявно, но параметр надо указывать явно.

---

Такое преобразование не является особенностью пользовательских классов и работает и для встроенных типов данных аналогично. Например, стандартный способ вызова метода append в списке, выглядит так:

```
In [4]: a = [1,2,3]
In [5]: a.append(5)
In [6]: a
Out[6]: [1, 2, 3, 5]
```

При этом, то же самое можно сделать и используя второй вариант, вызова через класс:

```
In [7]: a = [1,2,3]
In [8]: list.append(a, 5)
In [9]: a
Out[9]: [1, 2, 3, 5]
```

## Параметр self

Параметр `self` указывался выше в определении методов, а также при использовании переменных экземпляра в методе. Параметр `self` это ссылка на конкретный экземпляр класса. При этом, само имя `self` не является особым, а лишь договоренностью. Вместо `self` можно использовать другое имя, но так делать не стоит.

Пример с использованием другого имени, вместо `self`:

```
In [15]: class Switch:
...:     def info(sw_object):
...:         print('Hostname: {}\nModel: {}'.format(sw_object.hostname, sw_
...:         object.model))
...:
```

Работать все будет аналогично:

```
In [16]: sw1 = Switch()  
  
In [17]: sw1.hostname = 'sw1'  
  
In [18]: sw1.model = 'Cisco 3850'  
  
In [19]: sw1.info()  
Hostname: sw1  
Model: Cisco 3850
```

**Предупреждение:** Хотя технически использовать другое имя можно, всегда используйте `self`.

Во всех «обычных» методах класса первым параметром всегда будет `self`. Кроме того, создание переменной экземпляра внутри класса также выполняется через `self`.

Пример класса `Switch` с новым методом `generate_interfaces`: метод `generate_interfaces` должен сгенерировать список с интерфейсами на основании указанного типа и количества и создать переменную в экземпляре класса. Для начала, вариант создания обычной переменной внутри метода:

```
In [5]: class Switch:  
...:     def generate_interfaces(self, intf_type, number_of_intf):  
...:         interfaces = ['{}{}'.format(intf_type, number) for number in  
...:             range(1, number_of_intf+1)]  
...:
```

В этом случае, в экземплярах класса не будет переменной `interfaces`:

```
In [6]: sw1 = Switch()  
  
In [7]: sw1.generate_interfaces('Fa', 10)  
  
In [8]: sw1.interfaces  
-----  
AttributeError Traceback (most recent call last)  
<ipython-input-8-e6b457e4e23e> in <module>()  
----> 1 sw1.interfaces  
  
AttributeError: 'Switch' object has no attribute 'interfaces'
```

Этой переменной нет, потому что она существует только внутри метода, а область видимости у метода такая же, как и у функции. Даже другие методы одного и того же класса, не видят

переменные в других методах.

Чтобы список с интерфейсами был доступен как переменная в экземплярах, надо присвоить значение в `self.interfaces`:

```
In [9]: class Switch:
...:     def info(self):
...:         print('Hostname: {}\nModel: {}'.format(self.hostname, self.model))
...:
...:     def generate_interfaces(self, intf_type, number_of_intf):
...:         interfaces = ['{}{}'.format(intf_type, number) for number in
...:                     range(1, number_of_intf+1)]
...:         self.interfaces = interfaces
...:
```

Теперь, после вызова метода `generate_interfaces`, в экземпляре создается переменная `interfaces`:

```
In [10]: sw1 = Switch()

In [11]: sw1.generate_interfaces('Fa', 10)

In [12]: sw1.interfaces
Out[12]: ['Fa1', 'Fa2', 'Fa3', 'Fa4', 'Fa5', 'Fa6', 'Fa7', 'Fa8', 'Fa9', 'Fa10']
```

## Метод `__init__`

Для корректной работы метода `info`, необходимо чтобы у экземпляра были переменные `hostname` и `model`. Если этих переменных нет, возникнет ошибка:

```
In [15]: class Switch:
...:     def info(self):
...:         print('Hostname: {}\nModel: {}'.format(self.hostname, self.
...:                                         model))
...:

In [59]: sw2 = Switch()

In [60]: sw2.info()
-----
AttributeError                                Traceback (most recent call last)
<ipython-input-60-5a006dd8aae1> in <module>()
----> 1 sw2.info()
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
<ipython-input-57-30b05739380d> in info(self)
  1 class Switch:
  2     def info(self):
----> 3         print('Hostname: {}\nModel: {}'.format(self.hostname, self.model))

AttributeError: 'Switch' object has no attribute 'hostname'
```

Практически всегда, при создании объекта, у него есть какие-то начальные данные. Например, чтобы создать подключение к оборудование с помощью netmiko, надо передать параметры подключения.

В Python эти начальные данные про объект указываются в методе `__init__`. Метод `__init__` выполняется после того как Python создал новый экземпляр и, при этом, методу `__init__` передаются аргументы с которыми был создан экземпляр:

```
In [32]: class Switch:
...:     def __init__(self, hostname, model):
...:         self.hostname = hostname
...:         self.model = model
...:
...:     def info(self):
...:         print('Hostname: {}\nModel: {}'.format(self.hostname, self.
...:model))
...:
```

Обратите внимание на то, что у каждого экземпляра, который создан из этого класса, будут созданы переменные: `self.model` и `self.hostname`.

Теперь, при создании экземпляра класса `Switch`, обязательно надо указать `hostname` и `model`:

```
In [33]: sw1 = Switch('sw1', 'Cisco 3850')
```

И, соответственно, метод `info` отрабатывает без ошибок:

```
In [36]: sw1.info()
Hostname: sw1
Model: Cisco 3850
```

---

**Примечание:** Метод `__init__` иногда называют конструктором класса, хотя технически в Python сначала выполняется метод `__new__`, а затем `__init__`. В большинстве случаев, метод `__new__` использовать не нужно.

---

Важной особенностью метода `__init__` является то, что он не должен ничего возвращать. Python сгенерирует исключение, если попытаться это сделать.

## Область видимости

У каждого метода в классе своя локальная область видимости. Это значит, что один метод класса не видит переменные другого метода класса. Для того чтобы переменные были доступны, надо присваивать их экземпляру через `self.name`. По сути метод - это функция привязанная к объекту. Поэтому все нюансы, которые касаются функция, относятся и к методам.

Переменные экземпляра доступны в другом методе, потому что каждому методу первым аргументом передается сам экземпляр. В примере ниже, в методе `__init__` переменные `hostname` и `model` присваиваются экземпляру, а затем в `info` используются, за счет того, что экземпляр передается первым аргументом:

```
In [32]: class Switch:
...:     def __init__(self, hostname, model):
...:         self.hostname = hostname
...:         self.model = model
...:
...:     def info(self):
...:         print('Hostname: {}\nModel: {}'.format(self.hostname, self.
...:                                         model))
...:
```

## Переменные класса

Помимо переменных экземпляра, существуют также переменные класса. Они создаются, при указании переменных внутри самого класса, не метода:

```
In [27]: class A:
...:     var_a = 5
...:
...:     def method(self):
...:         pass
...:
```

Теперь не только у класса, но и у каждого экземпляра класса будет переменная `var_a`:

```
In [40]: A.var_a
Out[40]: 5

In [30]: a1 = A()

In [31]: a1.var_a
Out[31]: 5
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [32]: a2 = A()
```

```
In [33]: a2.var_a
```

```
Out[33]: 5
```

Важный момент при использовании переменных класса, то что внутри метода к ним все равно надо обращаться через имя класса (или `self`, но через имя класса лучше, так как тогда понятно, что это переменная класса). Для начала, вариант обращения без имени класса:

```
In [37]: class A:  
...:     var_a = 5  
...:  
...:     def method(self):  
...:         print(var_a)  
...:
```

```
In [38]: a1 = A()
```

```
In [39]: a1.method()
```

```
-----  
NameError                                 Traceback (most recent call last)  
<ipython-input-39-921b8753dbe> in <module>()  
----> 1 a1.method()  
  
<ipython-input-37-ef925c4e39d3> in method(self)  
  3  
  4     def method(self):  
----> 5         print(var_a)  
  6  
  
NameError: name 'var_a' is not defined
```

И правильный вариант:

```
In [47]: class A:  
...:     var_a = 5  
...:  
...:     def method(self):  
...:         print(A.var_a)  
...:
```

```
In [48]: a1 = A()
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [49]: a1.method()  
5
```

## Задания

**Предупреждение:** Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий есть автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

*Как работать с тестами и основы pytest.*

### Задание 25.1

Создать класс Topology, который представляет топологию сети.

При создании экземпляра класса, как аргумент передается словарь, который описывает топологию. Словарь может содержать дублирующиеся соединения.

Дублем считается ситуация, когда в словаре есть такие пары: ('R1', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/1') и ('SW1', 'Eth0/1'): ('R1', 'Eth0/0')

В каждом экземпляре должна быть создана переменная topology, в которой содержится словарь топологии, но уже без дублей.

Пример создания экземпляра класса:

```
In [2]: top = Topology(topology_example)
```

После этого, должна быть доступна переменная topology:

```
In [3]: top.topology
Out[3]:
{('R1', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/1'),
 ('R2', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/2'),
 ('R2', 'Eth0/1'): ('SW2', 'Eth0/11'),
 ('R3', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/3'),
 ('R3', 'Eth0/1'): ('R4', 'Eth0/0'),
 ('R3', 'Eth0/2'): ('R5', 'Eth0/0')}
```

Пример топологии:

```
topology_example = {('R1', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/1'),
                     ('R2', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/2'),
                     ('R2', 'Eth0/1'): ('SW2', 'Eth0/11'),
                     ('R3', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/3'),
                     ('R3', 'Eth0/1'): ('R4', 'Eth0/0'),
                     ('R3', 'Eth0/2'): ('R5', 'Eth0/0'),
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
('SW1', 'Eth0/1'): ('R1', 'Eth0/0'),
('SW1', 'Eth0/2'): ('R2', 'Eth0/0'),
('SW1', 'Eth0/3'): ('R3', 'Eth0/0')}
```

### Задание 25.1а

Скопировать класс Topology из задания 25.1 и изменить его.

Если в задании 25.1 удаление дублей выполнялось в методе `__init__`, надо перенести функциональность удаления дублей в метод `_normalize`.

При этом метод `__init__` должен выглядеть таким образом:

```
class Topology:
    def __init__(self, topology_dict):
        self.topology = self._normalize(topology_dict)
```

### Задание 25.1б

Изменить класс Topology из задания 25.1а или 25.1.

Добавить метод `delete_link`, который удаляет указанное соединение. Метод должен удалять и зеркальное соединение, если оно есть.

Если такого соединения нет, выводится сообщение «Такого соединения нет».

Создание топологии

```
In [7]: t = Topology(topology_example)

In [8]: t.topology
Out[8]:
{('R1', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/1'),
 ('R2', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/2'),
 ('R2', 'Eth0/1'): ('SW2', 'Eth0/11'),
 ('R3', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/3'),
 ('R3', 'Eth0/1'): ('R4', 'Eth0/0'),
 ('R3', 'Eth0/2'): ('R5', 'Eth0/0')}
```

Удаление линка:

```
In [9]: t.delete_link(('R3', 'Eth0/1'), ('R4', 'Eth0/0'))

In [10]: t.topology
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
Out[10]:  
{('R1', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/1'),  
 ('R2', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/2'),  
 ('R2', 'Eth0/1'): ('SW2', 'Eth0/11'),  
 ('R3', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/3'),  
 ('R3', 'Eth0/2'): ('R5', 'Eth0/0')}
```

Удаление зеркального линка

```
In [11]: t.delete_link(('R5', 'Eth0/0'), ('R3', 'Eth0/2'))  
  
In [12]: t.topology  
Out[12]:  
{('R1', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/1'),  
 ('R2', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/2'),  
 ('R2', 'Eth0/1'): ('SW2', 'Eth0/11'),  
 ('R3', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/3')}
```

Если такого соединения нет, выводится сообщение:

```
In [13]: t.delete_link(('R5', 'Eth0/0'), ('R3', 'Eth0/2'))  
Такого соединения нет
```

### Задание 25.1с

Изменить класс Topology из задания 25.1b.

Добавить метод delete\_node, который удаляет все соединения с указанным устройством. Если такого устройства нет, выводится сообщение «Такого устройства нет».

Создание топологии

```
In [1]: t = Topology(topology_example)  
  
In [2]: t.topology  
Out[2]:  
{('R1', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/1'),  
 ('R2', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/2'),  
 ('R2', 'Eth0/1'): ('SW2', 'Eth0/11'),  
 ('R3', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/3'),  
 ('R3', 'Eth0/1'): ('R4', 'Eth0/0'),  
 ('R3', 'Eth0/2'): ('R5', 'Eth0/0')}
```

Удаление устройства:

```
In [3]: t.delete_node('SW1')

In [4]: t.topology
Out[4]:
{('R2', 'Eth0/1'): ('SW2', 'Eth0/11'),
 ('R3', 'Eth0/1'): ('R4', 'Eth0/0'),
 ('R3', 'Eth0/2'): ('R5', 'Eth0/0')}
```

Если такого устройства нет, выводится сообщение:

```
In [5]: t.delete_node('SW1')
Такого устройства нет
```

### Задание 25.1d

Изменить класс Topology из задания 25.1c

Добавить метод add\_link, который добавляет указанное соединение, если его еще нет в топологии. Если соединение существует, вывести сообщение «Такое соединение существует». Если одна из сторон есть в топологии, вывести сообщение «Соединение с одним из портов существует».

Пример создания топологии и добавления соединений

```
In [7]: t = Topology(topology_example)

In [8]: t.topology
Out[8]:
{('R1', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/1'),
 ('R2', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/2'),
 ('R2', 'Eth0/1'): ('SW2', 'Eth0/11'),
 ('R3', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/3'),
 ('R3', 'Eth0/1'): ('R4', 'Eth0/0'),
 ('R3', 'Eth0/2'): ('R5', 'Eth0/0')}

In [9]: t.add_link(('R1', 'Eth0/4'), ('R7', 'Eth0/0'))

In [10]: t.topology
Out[10]:
{('R1', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/1'),
 ('R1', 'Eth0/4'): ('R7', 'Eth0/0'),
 ('R2', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/2'),
 ('R2', 'Eth0/1'): ('SW2', 'Eth0/11'),
 ('R3', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/3'),
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
('R3', 'Eth0/1'): ('R4', 'Eth0/0'),
('R3', 'Eth0/2'): ('R5', 'Eth0/0')}

In [11]: t.add_link(('R1', 'Eth0/4'), ('R7', 'Eth0/0'))
Такое соединение существует

In [12]: t.add_link(('R1', 'Eth0/4'), ('R7', 'Eth0/5'))
Соединение с одним из портов существует
```

## Задание 25.2

Создать класс CiscoTelnet, который подключается по Telnet к оборудованию Cisco.

При создании экземпляра класса, должно создаваться подключение Telnet, а также переход в режим enable. Класс должен использовать модуль telnetlib для подключения по Telnet.

У класса CiscoTelnet, кроме `__init__`, должно быть, как минимум, два метода:

- `_write_line` - принимает как аргумент строку и отправляет на оборудование строку преобразованную в байты и добавляет перевод строки в конце. Метод `_write_line` должен использоваться внутри класса.
- `send_show_command` - принимает как аргумент команду show и возвращает вывод полученный с оборудования

Пример создания экземпляра класса:

```
In [2]: from task_25_2 import CiscoTelnet

In [3]: r1_params = {
    ...:     'ip': '192.168.100.1',
    ...:     'username': 'cisco',
    ...:     'password': 'cisco',
    ...:     'secret': 'cisco'}
    ...:

In [4]: r1 = CiscoTelnet(**r1_params)

In [5]: r1.send_show_command('sh ip int br')
Out[5]: 'sh ip int br\r\nInterface                  IP-Address      OK? Method
˓→Status          Protocol\r\nEthernet0/0            192.168.100.1   u
˓→YES NVRAM  up           up      \r\nEthernet0/1            192.168.
˓→200.1  YES NVRAM  up           up      \r\nEthernet0/2            192.168.
˓→190.16.200.1  YES NVRAM  up           up      \r\nEthernet0/3            192.168.
˓→192.168.130.1  YES NVRAM  up           up      \r\nEthernet0/
˓→3.100          10.100.0.1  YES NVRAM  up           up
˓→\r\nEthernet0/3.200        10.200.0.1  YES NVRAM  up
˓→724  up      \r\nEthernet0/3.300        10.30.0.1  YES NVRAM  up
˓→      up      \r\nLoopback0             10.1.1.1    YES NVRAM  up
˓→      up      \r\nLoopback55            5.5.5.5    YES
˓→
˓→(continues on next page)
```

(продолжение с предыдущей страницы)

## Задание 25.2а

Скопировать класс CiscoTelnet из задания 25.2 и изменить метод send\_show\_command добавив два параметра:

- parse - контролирует то, будет возвращаться обычный вывод команды или список словарей, полученные после обработки с помощью TextFSM. При parse=True должен возвращаться список словарей, а parse=False обычный вывод
- templates - путь к каталогу с шаблонами

Пример создания экземпляра класса:

```
In [1]: r1_params = {
...:     'ip': '192.168.100.1',
...:     'username': 'cisco',
...:     'password': 'cisco',
...:     'secret': 'cisco'}
```

```
In [2]: from task_25_2a import CiscoTelnet
```

```
In [3]: r1 = CiscoTelnet(**r1_params)
```

Использование метода send\_show\_command:

```
In [4]: r1.send_show_command('sh ip int br', parse=False)
Out[4]: 'sh ip int br\r\nInterface                  IP-Address      OK? Method_
→Status          Protocol\r\nEthernet0/0            192.168.100.1   u
→YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/1            192.168.
→200.1      YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/2            u
→190.16.200.1  YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/3            u
→         192.168.130.1  YES NVRAM    up           \r\nEthernet0/
→3.100        10.100.0.1   YES NVRAM    up           u
→\r\nEthernet0/3.200  10.200.0.1   YES NVRAM    up           u
→up          \r\nEthernet0/3.300  10.30.0.1   YES NVRAM    up           u
→         up          \r\nLoopback0            10.1.1.1    YES NVRAM    up           u
→         up          \r\nLoopback55           5.5.5.5    YES
→manual up       up          \r\nR1#'
```

```
In [5]: r1.send_show_command('sh ip int br', parse=True)
Out[5]:
[{'intf': 'Ethernet0/0',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'address': '192.168.100.1',
'status': 'up',
'protocol': 'up'},
{'intf': 'Ethernet0/1',
'address': '192.168.200.1',
'status': 'up',
'protocol': 'up'},
{'intf': 'Ethernet0/2',
'address': '190.16.200.1',
'status': 'up',
'protocol': 'up'},
{'intf': 'Ethernet0/3',
'address': '192.168.130.1',
'status': 'up',
'protocol': 'up'},
{'intf': 'Ethernet0/3.100',
'address': '10.100.0.1',
'status': 'up',
'protocol': 'up'},
{'intf': 'Ethernet0/3.200',
'address': '10.200.0.1',
'status': 'up',
'protocol': 'up'},
{'intf': 'Ethernet0/3.300',
'address': '10.30.0.1',
'status': 'up',
'protocol': 'up'},
{'intf': 'Loopback0',
'address': '10.1.1.1',
'status': 'up',
'protocol': 'up'},
{'intf': 'Loopback55',
'address': '5.5.5.5',
'status': 'up',
'protocol': 'up'}]
```

## Задание 25.2b

Скопировать класс CiscoTelnet из задания 25.2а и добавить метод send\_config\_commands.

Метод send\_config\_commands должен уметь отправлять одну команду конфигурационного режима или список команд. Метод должен возвращать вывод аналогичный методу send\_config\_set у netmiko (пример вывода ниже).

Пример создания экземпляра класса:

```
In [1]: from task_25_2b import CiscoTelnet

In [2]: r1_params = {
    ...:     'ip': '192.168.100.1',
    ...:     'username': 'cisco',
    ...:     'password': 'cisco',
    ...:     'secret': 'cisco'}

In [3]: r1 = CiscoTelnet(**r1_params)
```

Использование метода `send_config_commands`:

```
In [5]: r1.send_config_commands('logging 10.1.1.1')
Out[5]: 'conf t\r\nEnter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
→\r\nR1(config)#logging 10.1.1.1\r\nR1(config)#end\r\nR1#'

In [6]: r1.send_config_commands(['interface loop55', 'ip address 5.5.5.5 255.255.
→255.255'])
Out[6]: 'conf t\r\nEnter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
→\r\nR1(config)#interface loop55\r\nR1(config-if)#ip address 5.5.5.5 255.255.255.
→255\r\nR1(config-if)#end\r\nR1#'
```

## Задание 25.2с

Скопировать класс `CiscoTelnet` из задания 25.2b и изменить метод `send_config_commands` добавив проверку команд на ошибки.

У метода `send_config_commands` должен быть дополнительный параметр `strict`:

- `strict=True` значит, что при обнаружении ошибки, необходимо сгенерировать исключение `ValueError`
- `strict=False` значит, что при обнаружении ошибки, надо только вывести на стандартный поток вывода сообщение об ошибке

Метод должен возвращать вывод аналогичный методу `send_config_set` у `netmiko` (пример вывода ниже). Текст исключения и ошибки в примере ниже.

Пример создания экземпляра класса:

```
In [1]: from task_25_2c import CiscoTelnet

In [2]: r1_params = {
    ...:     'ip': '192.168.100.1',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

...:     'username': 'cisco',
...:     'password': 'cisco',
...:     'secret': 'cisco'}
```

In [3]: r1 = CiscoTelnet(\*\*r1\_params)

In [4]: commands\_with\_errors = ['logging 0255.255.1', 'logging', 'i']  
In [5]: correct\_commands = ['logging buffered 20010', 'ip http server']  
In [6]: commands = commands\_with\_errors+correct\_commands

Использование метода send\_config\_commands:

```

In [7]: print(r1.send_config_commands(commands, strict=False))
При выполнении команды "logging 0255.255.1" на устройстве 192.168.100.1 возникла ошибка -> Invalid input detected at '^' marker.
При выполнении команды "logging" на устройстве 192.168.100.1 возникла ошибка -> Incomplete command.
При выполнении команды "i" на устройстве 192.168.100.1 возникла ошибка -> Ambiguous command: "i"
conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#logging 0255.255.1
^
% Invalid input detected at '^' marker.

R1(config)#logging
% Incomplete command.

R1(config)#i
% Ambiguous command: "i"
R1(config)#logging buffered 20010
R1(config)#ip http server
R1(config)#end
R1#
```

In [8]: print(r1.send\_config\_commands(commands, strict=True))

```

-----
ValueError                                     Traceback (most recent call last)
<ipython-input-8-0abc1ed8602e> in <module>
----> 1 print(r1.send_config_commands(commands, strict=True))

...
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

`ValueError: При выполнении команды "logging 0255.255.1" на устройстве 192.168.100.  
↳1 возникла ошибка -> Invalid input detected at '^' marker.`

## 26. Специальные методы

Специальные методы в Python - это методы, которые отвечают за «стандартные» возможности объектов и вызываются автоматически при использовании этих возможностей. Например, выражение `a + b`, где `a` и `b` это числа, преобразуется в такой вызов `a.__add__(b)`, то есть, специальный метод `__add__` отвечает за операцию сложения. Все специальные методы начинаются и заканчиваются двойным подчеркиванием, поэтому на английском их часто называют `dunder` методами, сокращенно от «double underscore».

---

**Примечание:** Специальные методы часто называют волшебными (`magic`) методами.

---

Специальные методы отвечают за такие возможности как работа в менеджерах контекста, создание итераторов и итерируемых объектов, операции сложения, умножения и другие. Добавляя специальные методы в объекты, которые созданы пользователем, мы делаем их похожими на встроенные объекты.

### Подчеркивание в именах

В Python подчеркивание в начале или в конце имени указывает на специальные имена. Чаще всего это всего лишь договоренность, но иногда это действительно влияет на поведение объекта.

#### Одно подчеркивание перед именем

Одно подчеркивание перед именем метода указывает, что метод является внутренней особенностью реализации и его не стоит использовать напрямую.

Например, класс `CiscoSSH` использует `paramiko` для подключения к оборудованию:

```
import time
import paramiko

class CiscoSSH:
    def __init__(self, ip, username, password, enable, disable_paging=True):
        self.client = paramiko.SSHClient()
        self.client.set_missing_host_key_policy(paramiko.AutoAddPolicy())
        self.client.connect(
            hostname=ip,
            username=username,
            password=password,
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

        look_for_keys=False,
        allow_agent=False)

    self.ssh = self.client.invoke_shell()
    self.ssh.send('enable\n')
    self.ssh.send(enable + '\n')
    if disable_paging:
        self.ssh.send('terminal length 0\n')
    time.sleep(1)
    self.ssh.recv(1000)

def send_show_command(self, command):
    self.ssh.send(command + '\n')
    time.sleep(2)
    result = self.ssh.recv(5000).decode('ascii')
    return result

```

После создания экземпляра класса, доступен не только метод `send_show_command`, но и атрибуты `client` и `ssh` (3 строки это подсказки по tab в ipython):

```

In [2]: r1 = CiscoSSH('192.168.100.1', 'cisco', 'cisco', 'cisco')

In [3]: r1.
       client
       send_show_command()
       ssh

```

Если же необходимо указать, что `client` и `ssh` являются внутренними атрибутами, которые нужны для работы класса, но не предназначены для пользователя, надо поставить нижнее подчеркивание перед именем:

```

class CiscoSSH:
    def __init__(self, ip, username, password, enable, disable_paging=True):
        self._client = paramiko.SSHClient()
        self._client.set_missing_host_key_policy(paramiko.AutoAddPolicy())

        self._client.connect(
            hostname=ip,
            username=username,
            password=password,
            look_for_keys=False,
            allow_agent=False)

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

self._ssh = self._client.invoke_shell()
self._ssh.send('enable\n')
self._ssh.send(enable + '\n')
if disable_paging:
    self._ssh.send('terminal length 0\n')
time.sleep(1)
self._ssh.recv(1000)

def send_show_command(self, command):
    self._ssh.send(command + '\n')
    time.sleep(2)
    result = self._ssh.recv(5000).decode('ascii')
    return result

```

**Примечание:** Часто такие методы и атрибуты называются приватными, но это не значит, что методы и переменные недоступны пользователю.

## Два подчеркивания перед именем

Два подчеркивания перед именем метода используются не просто как договоренность. Такие имена трансформируются в формат «имя класса + имя метода». Это позволяет создавать уникальные методы и атрибуты классов.

Такое преобразование выполняется только в том случае, если в конце менее двух подчеркиваний или нет подчеркиваний.

```

In [14]: class Switch(object):
...:     __quantity = 0
...:
...:     def __configure(self):
...:         pass
...:

In [15]: dir(Switch)
Out[15]:
['_Switch__configure', '_Switch__quantity', ...]

```

Хотя методы создавались без приставки `_Switch`, она была добавлена.

Если создать подкласс, то метод `__configure` не перепишет метод родительского класса `Switch`:

```
In [16]: class CiscoSwitch(Switch):
...:     __quantity = 0
...:     def __configure(self):
...:         pass
...:

In [17]: dir(CiscoSwitch)
Out[17]:
['_CiscoSwitch__configure', '_CiscoSwitch__quantity', '_Switch__configure', '_Switch__quantity', ...]
```

## Два подчеркивания перед и после имени

Таким образом обозначаются специальные переменные и методы.

Например, в модуле Python есть такие специальные переменные:

- `__name__` - эта переменная равна строке `__main__`, когда скрипт запускается напрямую, и равна имени модуля, когда импортируется
- `__file__` - эта переменная равна имени скрипта, который был запущен напрямую, и равна полному пути к модулю, когда он импортируется

Переменная `__name__` чаще всего используется, чтобы указать, что определенная часть кода должна выполняться, только когда модуль выполняется напрямую:

```
def multiply(a, b):

    return a * b

if __name__ == '__main__':
    print(multiply(3, 5))
```

А переменная `__file__` может быть полезна в определении текущего пути к файлу скрипта:

```
import os

print('__file__', __file__)
print(os.path.abspath(__file__))
```

Вывод будет таким:

```
__file__ example2.py
/home/vagrant/repos/tests/example2.py
```

Кроме того, таким образом в Python обозначаются специальные методы. Эти методы вызываются при использовании функций и операторов Python и позволяют реализовать определенный функционал.

Как правило, такие методы не нужно вызывать напрямую. Но, например, при создании своего класса может понадобиться описать такой метод, чтобы объект поддерживал какие-то операции в Python.

Например, для того, чтобы можно было получить длину объекта, он должен поддерживать метод `__len__`.

## Методы `__str__`, `__repr__`

Специальные методы `__str__` и `__repr__` отвечают за строковое представления объекта. При этом используются они в разных местах.

Рассмотрим пример класса `IPAddress`, который отвечает за представление IPv4 адреса:

```
In [1]: class IPAddress:  
...:     def __init__(self, ip):  
...:         self.ip = ip  
...:
```

После создания экземпляров класса, у них есть строковое представление по умолчанию, которое выглядит так (этот же вывод отображается при использовании `print`):

```
In [2]: ip1 = IPAddress('10.1.1.1')  
  
In [3]: ip2 = IPAddress('10.2.2.2')  
  
In [4]: str(ip1)  
Out[4]: '<__main__.IPAddress object at 0xb4e4e76c>'  
  
In [5]: str(ip2)  
Out[5]: '<__main__.IPAddress object at 0xb1bd376c>'
```

К сожалению, это представление не очень информативно. И было бы лучше, если бы отображалась информация о том, какой именно адрес представляет этот экземпляр. За отображение информации при применении функции `str`, отвечает специальный метод `__str__` - как аргумент метод ожидает только экземпляр и должен возвращать строку

```
In [6]: class IPAddress:  
...:     def __init__(self, ip):  
...:         self.ip = ip  
...:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

...:     def __str__(self):
...:         return f"IPAddress: {self.ip}"
...:

In [7]: ip1 = IPAddress('10.1.1.1')

In [8]: ip2 = IPAddress('10.2.2.2')

In [9]: str(ip1)
Out[9]: 'IPAddress: 10.1.1.1'

In [10]: str(ip2)
Out[10]: 'IPAddress: 10.2.2.2'

```

Второе строковое представление, которое используется в объектах Python, отображается при использовании функции `repr`, а также при добавлении объектов в контейнеры типа списков:

```

In [11]: ip_addresses = [ip1, ip2]

In [12]: ip_addresses
Out[12]: [<__main__.IPAddress at 0xb4e40c8c>, <__main__.IPAddress at 0xb1bc46ac>]

In [13]: repr(ip1)
Out[13]: '<__main__.IPAddress object at 0xb4e40c8c>'

```

За это отображение отвечает метод `__repr__`, он тоже должен возвращать строку, но при этом принято, чтобы метод возвращал строку, скопировав которую, можно получить экземпляр класса:

```

In [14]: class IPAddress:
...:     def __init__(self, ip):
...:         self.ip = ip
...:
...:     def __str__(self):
...:         return f"IPAddress: {self.ip}"
...:
...:     def __repr__(self):
...:         return f"IPAddress('{self.ip}')"
...:

In [15]: ip1 = IPAddress('10.1.1.1')

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [16]: ip2 = IPAddress('10.2.2.2')

In [17]: ip_addresses = [ip1, ip2]

In [18]: ip_addresses
Out[18]: [IPAddress('10.1.1.1'), IPAddress('10.2.2.2')]

In [19]: repr(ip1)
Out[19]: "IPAddress('10.1.1.1')"
```

## Поддержка арифметических операторов

За поддержку арифметических операций также отвечают специальные методы, например, за операцию сложения отвечает метод `__add__`:

```
__add__(self, other)
```

Добавим к классу `IPAddress` поддержку суммирования с числами, но чтобы не усложнять реализацию метода, воспользуемся возможностями модуля `ipaddress`

```
In [1]: import ipaddress

In [2]: ipaddress1 = ipaddress.ip_address('10.1.1.1')

In [3]: int(ipaddress1)
Out[3]: 167837953

In [4]: ipaddress.ip_address(167837953)
Out[4]: IPv4Address('10.1.1.1')
```

Класс `IPAddress` с методом `__add__`:

```
In [5]: class IPAddress:
...:     def __init__(self, ip):
...:         self.ip = ip
...:
...:     def __str__(self):
...:         return f"IPAddress: {self.ip}"
...:
...:     def __repr__(self):
...:         return f"IPAddress('{self.ip}')"
...:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...:     def __add__(self, other):
...:         ip_int = int(ipaddress.ip_address(self.ip))
...:         sum_ip_str = str(ipaddress.ip_address(ip_int + other))
...:         return IPAddress(sum_ip_str)
...:
```

Переменная `ip_int` ссылается на значение исходного адреса в десятичном формате, а `sum_ip_str` это строка с IP-адресом полученным в результате сложения двух чисел. Как правило, желательно чтобы операция суммирования возвращала экземпляр того же класса, поэтому в последней строке метода создается экземпляр класса `IPAddress` и ему как аргумент передается строка с итоговым адресом.

Теперь экземпляры класса `IPAddress` должны поддерживать операцию сложения с числом. В результате мы получаем новый экземпляр класса `IPAddress`.

```
In [6]: ip1 = IPAddress('10.1.1.1')

In [7]: ip1 + 5
Out[7]: IPAddress('10.1.1.6')
```

Так как внутри метода используется модуль `ipaddress`, а он поддерживает создание IP-адреса только из десятичного числа, надо ограничить метод на работу только с данными типа `int`. Если же второй элемент был объектом другого типа, надо сгенерировать исключение. Исключение и сообщение об ошибке возьмем из аналогичной ошибки функции `ipaddress.ip_address`:

```
In [8]: a1 = ipaddress.ip_address('10.1.1.1')

In [9]: a1 + 4
Out[9]: IPv4Address('10.1.1.5')

In [10]: a1 + 4.0
-----
TypeError                                     Traceback (most recent call last)
<ipython-input-10-a0a045adec5> in <module>
----> 1 a1 + 4.0

TypeError: unsupported operand type(s) for +: 'IPv4Address' and 'float'
```

Теперь класс `IPAddress` выглядит так:

```
In [11]: class IPAddress:
...:     def __init__(self, ip):
...:         self.ip = ip
...:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

...:     def __str__(self):
...:         return f"IPAddress: {self.ip}"
...:
...:     def __repr__(self):
...:         return f"IPAddress('{self.ip}')"
...:
...:     def __add__(self, other):
...:         if not isinstance(other, int):
...:             raise TypeError(f"unsupported operand type(s) for +:"
...:                            f" 'IPAddress' and '{type(other).__name__}'")
...:
...:         ip_int = int(ipaddress.ip_address(self.ip))
...:         sum_ip_str = str(ipaddress.ip_address(ip_int + other))
...:         return IPAddress(sum_ip_str)
...:

```

Если второй операнд не является экземпляром класса int, генерируется исключение TypeError. В исключении выводится информация, что суммирование не поддерживается между экземплярами класса IPAddress и экземпляром класса операнда. Имя класса получено из самого класса, после обращения к type(other).\_\_name\_\_.

Проверка суммирования с десятичным числом и генерации ошибки:

```

In [12]: ip1 = IPAddress('10.1.1.1')

In [13]: ip1 + 5
Out[13]: IPAddress('10.1.1.6')

In [14]: ip1 + 5.0
-----
TypeError                                         Traceback (most recent call last)
<ipython-input-14-5e619f8dc37a> in <module>
----> 1 ip1 + 5.0

<ipython-input-11-77b43bc64757> in __add__(self, other)
    11     def __add__(self, other):
    12         if not isinstance(other, int):
----> 13             raise TypeError(f"unsupported operand type(s) for +:"
    14                             f" 'IPAddress' and '{type(other).__name__}'")
    15

TypeError: unsupported operand type(s) for +: 'IPAddress' and 'float'

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [15]: ip1 + '1'
-----
TypeError Traceback (most recent call last)
<ipython-input-15-c5ce818f55d8> in <module>
----> 1 ip1 + '1'

<ipython-input-11-77b43bc64757> in __add__(self, other)
    11     def __add__(self, other):
    12         if not isinstance(other, int):
--> 13             raise TypeError(f"unsupported operand type(s) for +:"
    14                             f" 'IPAddress' and '{type(other).__name__}'")
    15

TypeError: unsupported operand type(s) for +: 'IPAddress' and 'str'
```

**См.также:**

Руководство по специальным методам (англ) Numeric magic methods

## Протоколы

Специальные методы отвечают не только за поддержку операций типа сложение, сравнение, но и за поддержку протоколов. Протокол - это набор методов, которые должны быть реализованы в объекте, чтобы он поддерживал определенное поведение. Например, в Python есть такие протоколы: итерации, менеджер контекста, контейнеры и другие. После создания в объекте определенных методов, объект будет вести себя как встроенный и использовать интерфейс понятный всем, кто пишет на Python.

---

**Примечание:** Таблица с абстрактных классов в которой описаны какие методы должны присутствовать у объекта, чтобы он поддерживал определенный протокол

---

### Протокол итерации

**Итерируемый объект (iterable)** - это объект, который способен возвращать элементы по одному. Для Python это любой объект у которого есть метод `__iter__` или метод `__getitem__`. Если у объекта есть метод `__iter__`, итерируемый объект превращается в итератор вызовом `iter(name)`, где name - имя итерируемого объекта. Если метода `__iter__` нет, Python перебирает элементы используя `__getitem__`.

```

class Items:
    def __init__(self, items):
        self.items = items

    def __getitem__(self, index):
        print('Вызываю __getitem__')
        return self.items[index]

```

In [2]: iterable\_1 = Items([1, 2, 3, 4])

In [3]: iterable\_1[0]  
Вызываю \_\_getitem\_\_  
Out[3]: 1

In [4]: for i in iterable\_1:  
...: print('>>>', i)  
...:  
Вызываю \_\_getitem\_\_  
>>> 1  
Вызываю \_\_getitem\_\_  
>>> 2  
Вызываю \_\_getitem\_\_  
>>> 3  
Вызываю \_\_getitem\_\_  
>>> 4  
Вызываю \_\_getitem\_\_

In [5]: list(map(str, iterable\_1))  
Вызываю \_\_getitem\_\_  
Вызываю \_\_getitem\_\_  
Вызываю \_\_getitem\_\_  
Вызываю \_\_getitem\_\_  
Вызываю \_\_getitem\_\_  
Out[5]: ['1', '2', '3', '4']

Если у объекта есть метод `__iter__` (который обязан возвращать итератор), при переборе значений используется он:

```

class Items:
    def __init__(self, items):
        self.items = items

    def __getitem__(self, index):

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

print('Вызываю __getitem__')
return self.items[index]

def __iter__(self):
    print('Вызываю __iter__')
    return iter(self.items)

In [12]: iterable_1 = Items([1, 2, 3, 4])

In [13]: for i in iterable_1:
...:     print('>>>', i)
...:

Вызываю __iter__
>>> 1
>>> 2
>>> 3
>>> 4

In [14]: list(map(str, iterable_1))
Вызываю __iter__
Out[14]: ['1', '2', '3', '4']

```

В Python за получение итератора отвечает функция `iter()`:

```

In [1]: lista = [1, 2, 3]

In [2]: iter(lista)
Out[2]: <list_iterator at 0xb4ede28c>

```

Функция `iter` отработает на любом объекте, у которого есть метод `__iter__` или метод `__getitem__`. Метод `__iter__` возвращает итератор. Если этого метода нет, функция `iter()` проверяет, нет ли метода `__getitem__` - метода, который позволяет получать элементы по индексу. Если метод `__getitem__` есть, элементы будут перебираться по индексу (начиная с 0).

**Итератор (iterator)** - это объект, который возвращает свои элементы по одному за раз. С точки зрения Python - это любой объект, у которого есть метод `__next__`. Этот метод возвращает следующий элемент, если он есть, или возвращает исключение `StopIteration`, когда элементы закончились. Кроме того, итератор запоминает, на каком объекте он остановился в последнюю итерацию. Также у каждого итератора присутствует метод `__iter__` - то есть, любой итератор является итерируемым объектом. Этот метод возвращает сам итератор.

Пример создания итератора из списка:

```
In [3]: lista = [1, 2, 3]
```

```
In [4]: i = iter(lista)
```

Теперь можно использовать функцию `next()`, которая вызывает метод `__next__`, чтобы взять следующий элемент:

```
In [5]: next(i)
```

```
Out[5]: 1
```

```
In [6]: next(i)
```

```
Out[6]: 2
```

```
In [7]: next(i)
```

```
Out[7]: 3
```

```
In [8]: next(i)
```

```
-----
StopIteration          Traceback (most recent call last)
<ipython-input-8-bed2471d02c1> in <module>()
-----> 1 next(i)
```

```
StopIteration:
```

После того, как элементы закончились, возвращается исключение `StopIteration`. Для того, чтобы итератор снова начал возвращать элементы, его надо заново создать. Аналогичные действия выполняются, когда цикл `for` проходится по списку:

```
In [9]: for item in lista:
```

```
...:     print(item)
```

```
...:
```

```
1
```

```
2
```

```
3
```

Когда мы перебираем элементы списка, к списку сначала применяется функция `iter()`, чтобы создать итератор, а затем вызывается его метод `__next__` до тех пор, пока не возникнет исключение `StopIteration`.

Пример функции `my_for`, которая работает с любым итерируемым объектом и имитирует работу встроенной функции `for`:

```
def my_for(iterable):
    if hasattr(iterable, "__iter__", None):
        print('Есть __iter__')
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

iterator = iter(iterable)
while True:
    try:
        print(next(iterator))
    except StopIteration:
        break
elif getattr(iterable, "__getitem__", None):
    print('Нет __iter__, но есть __getitem__')
    index = 0
    while True:
        try:
            print(iterable[index])
        except IndexError:
            break

```

Проверка работы функции на объекте у которого есть метод `__iter__`:

```

In [18]: my_for([1,2,3,4])
Есть __iter__
1
2
3
4

```

Проверка работы функции на объекте у которого нет метода `__iter__`, но есть `__getitem__`:

```

class Items:
    def __init__(self, items):
        self.items = items

    def __getitem__(self, index):
        print('Вызываю __getitem__')
        return self.items[index]

```

```
In [20]: iterable_1 = Items([1,2,3,4,5])
```

```

In [21]: my_for(iterable_1)
Нет __iter__, но есть __getitem__
Вызываю __getitem__
1
Вызываю __getitem__
2

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
Вызываю __getitem__
3
Вызываю __getitem__
4
Вызываю __getitem__
5
Вызываю __getitem__
```

## Создание итератора

Пример класса Network:

```
In [10]: import ipaddress
...
...: class Network:
...:     def __init__(self, network):
...:         self.network = network
...:         subnet = ipaddress.ip_network(self.network)
...:         self.addresses = [str(ip) for ip in subnet.hosts()]
```

Пример создания экземпляра класса Network:

```
In [14]: net1 = Network('10.1.1.192/30')

In [15]: net1
Out[15]: <__main__.Network at 0xb3124a6c>

In [16]: net1.addresses
Out[16]: ['10.1.1.193', '10.1.1.194']

In [17]: net1.network
Out[17]: '10.1.1.192/30'
```

Создаем итератор из класса Network:

```
In [12]: class Network:
...:     def __init__(self, network):
...:         self.network = network
...:         subnet = ipaddress.ip_network(self.network)
...:         self.addresses = [str(ip) for ip in subnet.hosts()]
...:         self._index = 0
...:
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

...:     def __iter__(self):
...:         print('Вызываю __iter__')
...:         return self
...:
...:     def __next__(self):
...:         print('Вызываю __next__')
...:         if self._index < len(self.addresses):
...:             current_address = self.addresses[self._index]
...:             self._index += 1
...:             return current_address
...:         else:
...:             raise StopIteration
...:

```

Метод `__iter__` в итераторе должен возвращать сам объект, поэтому в методе указано `return self`, а метод `__next__` возвращает элементы по одному и генерирует исключение `StopIteration`, когда элементы закончились.

```
In [14]: net1 = Network('10.1.1.192/30')
```

```

In [15]: for ip in net1:
...:     print(ip)
...:
Вызываю __iter__
Вызываю __next__
10.1.1.193
Вызываю __next__
10.1.1.194
Вызываю __next__

```

Чаще всего, итератор это одноразовый объект и перебрав элементы, мы уже не можем это сделать второй раз:

```

In [16]: for ip in net1:
...:     print(ip)
...:
Вызываю __iter__
Вызываю __next__

```

## Создание итерируемого объекта

Очень часто классу достаточно быть итерируемым объектом и не обязательно быть итератором. Если объект будет итерируемым, его можно использовать в цикле `for`, функциях `map`,

filter, sorted, enumerate и других. Также, как правило, объект проще сделать итерируемым, чем итератором.

Для того чтобы класс Network создавал итерируемые объекты, надо чтобы в классе был метод `__iter__` (`__next__` не нужен) и чтобы метод возвращал итератор. Так как в данном случае, Network перебирает адреса, которые находятся в списке `self.addresses`, самый простой вариант возвращать итератор, это вернуть `iter(self.addresses)`:

```
In [17]: class Network:
...:     def __init__(self, network):
...:         self.network = network
...:         subnet = ipaddress.ip_network(self.network)
...:         self.addresses = [str(ip) for ip in subnet.hosts()]
...:
...:     def __iter__(self):
...:         return iter(self.addresses)
...:
```

Теперь все экземпляры класса Network будут итерируемыми объектами:

```
In [18]: net1 = Network('10.1.1.192/30')

In [19]: for ip in net1:
...:     print(ip)
...:
10.1.1.193
10.1.1.194
```

## Протокол последовательности

В самом базовом варианте, протокол последовательности (sequence) включает два метода: `__len__` и `__getitem__`. В более полном варианте также методы: `__contains__`, `__iter__`, `__reversed__`, `index` и `count`. Если последовательность изменяется, добавляются еще несколько методов.

Добавим методы `__len__` и `__getitem__` к классу Network:

```
In [1]: class Network:
...:     def __init__(self, network):
...:         self.network = network
...:         subnet = ipaddress.ip_network(self.network)
...:         self.addresses = [str(ip) for ip in subnet.hosts()]
...:
...:     def __iter__(self):
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

...:         return iter(self.addresses)
...:
...:     def __len__(self):
...:         return len(self.addresses)
...:
...:     def __getitem__(self, index):
...:         return self.addresses[index]
...:

```

Метод `__len__` вызывается функцией `len`:

```

In [2]: net1 = Network('10.1.1.192/30')

In [3]: len(net1)
Out[3]: 2

```

А метод `__getitem__` при обращении по индексу таким образом:

```

In [4]: net1[0]
Out[4]: '10.1.1.193'

In [5]: net1[1]
Out[5]: '10.1.1.194'

In [6]: net1[-1]
Out[6]: '10.1.1.194'

```

Метод `__getitem__` отвечает не только обращение по индексу, но и за срезы:

```

In [7]: net1 = Network('10.1.1.192/28')

In [8]: net1[0]
Out[8]: '10.1.1.193'

In [9]: net1[3:7]
Out[9]: ['10.1.1.196', '10.1.1.197', '10.1.1.198', '10.1.1.199']

In [10]: net1[3:]
Out[10]:
['10.1.1.196',
 '10.1.1.197',
 '10.1.1.198',
 '10.1.1.199',
 '10.1.1.200'],

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
'10.1.1.201',
'10.1.1.202',
'10.1.1.203',
'10.1.1.204',
'10.1.1.205',
'10.1.1.206']
```

Так как в данном случае, внутри метода `__getitem__` используется список, ошибки отрабатывают корректно автоматически:

```
In [11]: net1[100]
-----
IndexError                                     Traceback (most recent call last)
<ipython-input-11-09ca84e34cb6> in <module>
----> 1 net1[100]

<ipython-input-2-bc213b4a03ca> in __getitem__(self, index)
    12
    13     def __getitem__(self, index):
----> 14         return self.addresses[index]
    15

IndexError: list index out of range

In [12]: net1['a']
-----
TypeError                                     Traceback (most recent call last)
<ipython-input-12-facd90673864> in <module>
----> 1 net1['a']

<ipython-input-2-bc213b4a03ca> in __getitem__(self, index)
    12
    13     def __getitem__(self, index):
----> 14         return self.addresses[index]
    15

TypeError: list indices must be integers or slices, not str
```

Реализация остальных методов протокола последовательности вынесена в задания раздела:

- `__contains__` - этот метод отвечает за проверку наличия элемента в последовательности '10.1.1.198' in net1. Если в объекте не определен этот метод, наличие элемента проверяется перебором элементов с помощью `__iter__`, а если и его нет перевором индексов с `__getitem__`.

- `__reversed__` - используется встроенной функцией `reversed`. Этот метод как правило, лучше не создавать и полагаться на то, что функция `reversed` при отсутствии метода `__reversed__` будет использовать методы `__len__` и `__getitem__`.
- `index` - возвращает индекс первого элемента, значение которого равно указаному. Работает полностью аналогично методу `index` в списках и кортежах.
- `count` - возвращает количество значений. Работает полностью аналогично методу `count` в списках и кортежах.

## Менеджер контекста

Менеджер контекста позволяет выполнять указанные действия в начале и в конце блока `with`. За работу менеджера контекста отвечают два метода:

- `__enter__(self)` - указывает, что надо сделать в начале блока `with`. Значение, которое возвращает метод, присваивается переменной после `as`.
- `__exit__(self, exc_type, exc_value, traceback)` - указывает, что надо сделать в конце блока `with` или при его прерывании. Если внутри блока возникло исключение, `exc_type`, `exc_value`, `traceback` будут содержать информацию об исключении, если исключения не было, они будут равны `None`.

Примеры использования менеджера контекста:

- открытие/закрытие файла
- открытие/закрытие сессии SSH/Telnet
- работа с транзакциями в БД

Класс `CiscoSSH` использует `paramiko` для подключения к оборудованию:

```
class CiscoSSH:
    def __init__(self, ip, username, password, enable, disable_paging=True):
        client = paramiko.SSHClient()
        client.set_missing_host_key_policy(paramiko.AutoAddPolicy())

        client.connect(
            hostname=ip,
            username=username,
            password=password,
            look_for_keys=False,
            allow_agent=False)

        self.ssh = client.invoke_shell()
        self.ssh.send('enable\n')
        self.ssh.send(enable + '\n')
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

if disable_paging:
    self.ssh.send('terminal length 0\n')
time.sleep(1)
self.ssh.recv(1000)

def send_show_command(self, command):
    self.ssh.send(command + '\n')
    time.sleep(2)
    result = self.ssh.recv(5000).decode('ascii')
    return result

```

Пример использования класса:

```

In [9]: r1 = CiscoSSH('192.168.100.1', 'cisco', 'cisco', 'cisco')

In [10]: r1.send_show_command('sh clock')
Out[10]: 'sh clock\r\n*12:58:47.523 UTC Sun Jul 28 2019\r\nR1#'

In [11]: r1.send_show_command('sh ip int br')
Out[11]: 'sh ip int br\r\nInterface                  IP-Address      OK? Method_
          Status            Protocol\r\nEthernet0/0           192.168.100.1   u
          YES NVRAM        up            \r\nEthernet0/1           192.168.
          200.1   YES NVRAM    up            \r\nEthernet0/2           192.168.
          19.1.1.1     YES NVRAM    up            \r\nEthernet0/3           192.168.
          192.168.230.1  YES NVRAM    up            \r\nLoopback0             192.168.
          4.4.4.4       YES NVRAM    up            \r\nLoopback90            90.1.1.1      YES manual up
          up              \r\nR1#'

```

Для того чтобы класс поддерживал работу в менеджере контекста, надо добавить методы `_enter_` и `_exit_`:

```

class CiscoSSH:
    def __init__(self, ip, username, password, enable, disable_paging=True):
        print('Метод __init__')
        client = paramiko.SSHClient()
        client.set_missing_host_key_policy(paramiko.AutoAddPolicy())

        client.connect(
            hostname=ip,
            username=username,
            password=password,
            look_for_keys=False,

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

allow_agent=False)

self.ssh = client.invoke_shell()
self.ssh.send('enable\n')
self.ssh.send(enable + '\n')
if disable_paging:
    self.ssh.send('terminal length 0\n')
time.sleep(1)
self.ssh.recv(1000)

def __enter__(self):
    print('Метод __enter__')
    return self

def __exit__(self, exc_type, exc_value, traceback):
    print('Метод __exit__')
    self.ssh.close()

def send_show_command(self, command):
    self.ssh.send(command + '\n')
    time.sleep(2)
    result = self.ssh.recv(5000).decode('ascii')
    return result

```

Пример использования класса в менеджере контекста:

```

In [14]: with CiscoSSH('192.168.100.1', 'cisco', 'cisco', 'cisco') as r1:
...:     print(r1.send_show_command('sh clock'))
...:
Метод __init__
Метод __enter__
sh clock
*13:05:50.677 UTC Sun Jul 28 2019
R1#
Метод __exit__

```

Даже если внутри блока возникнет исключение, метод `__exit__` выполняется:

```

In [18]: with CiscoSSH('192.168.100.1', 'cisco', 'cisco', 'cisco') as r1:
...:     result = r1.send_show_command('sh clock')
...:     result / 2
...:
Метод __init__

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

Метод `__enter__`

Метод `__exit__`

```
-----  
TypeError                                 Traceback (most recent call last)  
<ipython-input-18-b9ff1fa74be2> in <module>  
      1 with CiscoSSH('192.168.100.1', 'cisco', 'cisco', 'cisco') as r1:  
      2     result = r1.send_show_command('sh clock')  
----> 3     result / 2  
      4  
  
TypeError: unsupported operand type(s) for /: 'str' and 'int'
```

## Задания

**Предупреждение:** Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий есть автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

*Как работать с тестами и основы pytest.*

### Задание 26.1

Изменить класс Topology из задания 25.1x.

Добавить метод, который позволит выполнять сложение двух объектов (экземпляров) Topology. В результате сложения должен возвращаться новый экземпляр класса Topology.

Создание двух топологий:

```
In [1]: t1 = Topology(topology_example)

In [2]: t1.topology
Out[2]:
{('R1', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/1'),
 ('R2', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/2'),
 ('R2', 'Eth0/1'): ('SW2', 'Eth0/11'),
 ('R3', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/3'),
 ('R3', 'Eth0/1'): ('R4', 'Eth0/0'),
 ('R3', 'Eth0/2'): ('R5', 'Eth0/0')}

In [3]: topology_example2 = {('R1', 'Eth0/4'): ('R7', 'Eth0/0'),
                           ('R1', 'Eth0/6'): ('R9', 'Eth0/0')}

In [4]: t2 = Topology(topology_example2)

In [5]: t2.topology
Out[5]: {('R1', 'Eth0/4'): ('R7', 'Eth0/0'), ('R1', 'Eth0/6'): ('R9', 'Eth0/0')}
```

Суммирование топологий:

```
In [6]: t3 = t1+t2

In [7]: t3.topology
Out[7]:
{('R1', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/1'),
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
('R1', 'Eth0/4'): ('R7', 'Eth0/0'),
('R1', 'Eth0/6'): ('R9', 'Eth0/0'),
('R2', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/2'),
('R2', 'Eth0/1'): ('SW2', 'Eth0/11'),
('R3', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/3'),
('R3', 'Eth0/1'): ('R4', 'Eth0/0'),
('R3', 'Eth0/2'): ('R5', 'Eth0/0')}
```

Проверка, что исходные топологии не изменились

```
In [9]: t1.topology
Out[9]:
{('R1', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/1'),
 ('R2', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/2'),
 ('R2', 'Eth0/1'): ('SW2', 'Eth0/11'),
 ('R3', 'Eth0/0'): ('SW1', 'Eth0/3'),
 ('R3', 'Eth0/1'): ('R4', 'Eth0/0'),
 ('R3', 'Eth0/2'): ('R5', 'Eth0/0')}

In [10]: t2.topology
Out[10]: {('R1', 'Eth0/4'): ('R7', 'Eth0/0'), ('R1', 'Eth0/6'): ('R9', 'Eth0/0')}
```

### Задание 26.1а

В этом задании надо сделать так, чтобы экземпляры класса `Topology` были итерируемыми объектами. Основу класса `Topology` можно взять из любого задания 25.1х или задания 26.1.

После создания экземпляра класса, экземпляр должен работать как итерируемый объект. На каждой итерации должен возвращаться кортеж, который описывает одно соединение. Порядок вывода соединений может быть любым.

Пример работы класса:

```
In [1]: top = Topology(topology_example)

In [2]: for link in top:
    ...:     print(link)
    ...:
((('R1', 'Eth0/0'), ('SW1', 'Eth0/1'))
((('R2', 'Eth0/0'), ('SW1', 'Eth0/2'))
((('R2', 'Eth0/1'), ('SW2', 'Eth0/11'))
((('R3', 'Eth0/0'), ('SW1', 'Eth0/3'))
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
(('R3', 'Eth0/1'), ('R4', 'Eth0/0'))
((('R3', 'Eth0/2'), ('R5', 'Eth0/0')))
```

Проверить работу класса.

## Задание 26.2

Добавить к классу CiscoTelnet из задания 25.2x поддержку работы в менеджере контекста. При выходе из блока менеджера контекста должно закрываться соединение. Все исключения, которые возникли в менеджере контекста, должны генерироваться после выхода из блока with.

Пример работы:

```
In [14]: r1_params = {
    ...:     'ip': '192.168.100.1',
    ...:     'username': 'cisco',
    ...:     'password': 'cisco',
    ...:     'secret': 'cisco'}
```

```
In [15]: from task_26_2 import CiscoTelnet
```

```
In [16]: with CiscoTelnet(**r1_params) as r1:
    ...:     print(r1.send_show_command('sh clock'))
    ...:
sh clock
*19:17:20.244 UTC Sat Apr 6 2019
R1#
```

```
In [17]: with CiscoTelnet(**r1_params) as r1:
    ...:     print(r1.send_show_command('sh clock'))
    ...:     raise ValueError('Возникла ошибка')
    ...:
sh clock
*19:17:38.828 UTC Sat Apr 6 2019
R1#
-----
ValueError                                     Traceback (most recent call last)
<ipython-input-17-f3141be7c129> in <module>
      1 with CiscoTelnet(**r1_params) as r1:
      2     print(r1.send_show_command('sh clock'))
----> 3     raise ValueError('Возникла ошибка')
      4
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

ValueError: Возникла ошибка

### Задание 26.3

В этом задании необходимо создать класс IPAddress.

При создании экземпляра класса, как аргумент передается IP-адрес и маска, а также выполняется проверка корректности адреса и маски:

- Адрес считается корректно заданным, если он:
  - состоит из 4 чисел разделенных точкой
  - каждое число в диапазоне от 0 до 255
- маска считается корректной, если это число в диапазоне от 8 до 32 включительно

Если маска или адрес не прошли проверку, необходимо сгенерировать исключение ValueError с соответствующим текстом (смотри вывод ниже).

Также, при создании класса, должны быть созданы два атрибута экземпляра: ip и mask, в которых содержатся адрес и маска, соответственно.

Пример создания экземпляра класса:

```
In [1]: ip = IPAddress('10.1.1.1/24')
```

Атрибуты ip и mask

```
In [2]: ip1 = IPAddress('10.1.1.1/24')
```

```
In [3]: ip1.ip
```

```
Out[3]: '10.1.1.1'
```

```
In [4]: ip1.mask
```

```
Out[4]: 24
```

Проверка корректности адреса (traceback сокращен)

```
In [5]: ip1 = IPAddress('10.1.1/24')
```

```
-----
```

```
...  
ValueError: Incorrect IPv4 address
```

Проверка корректности маски (traceback сокращен)

```
In [6]: ip1 = IPAddress('10.1.1.1/240')
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
...
ValueError: Incorrect mask
```

### Задание 26.3а

Изменить класс IPAddress из задания 26.3.

Добавить два строковых представления для экземпляров класса IPAddress. Как должны выглядеть строковые представления, надо определить из вывода ниже:

Создание экземпляра

```
In [5]: ip1 = IPAddress('10.1.1.1/24')

In [6]: str(ip1)
Out[6]: 'IP address 10.1.1.1/24'

In [7]: print(ip1)
IP address 10.1.1.1/24

In [8]: ip1
Out[8]: IPAddress('10.1.1.1/24')

In [9]: ip_list = []

In [10]: ip_list.append(ip1)

In [11]: ip_list
Out[11]: [IPAddress('10.1.1.1/24')]

In [12]: print(ip_list)
[IPAddress('10.1.1.1/24')]
```

Для этого задания нет теста!

## 27. Наследование

### Основы наследования

Наследование позволяет создавать новые классы на основе существующих. Различают дочерний и родительские классы: дочерний класс наследует родительский. При наследовании, дочерний класс наследует все методы и атрибуты родительского класса.

Пример класса ConnectSSH, который выполняет подключение по SSH с помощью paramiko:

```
import paramiko
import time

class ConnectSSH:
    def __init__(self, ip, username, password):
        self.ip = ip
        self.username = username
        self.password = password
        self._MAX_READ = 10000

        client = paramiko.SSHClient()
        client.set_missing_host_key_policy(paramiko.AutoAddPolicy())

        client.connect(
            hostname=ip,
            username=username,
            password=password,
            look_for_keys=False,
            allow_agent=False)

        self._ssh = client.invoke_shell()
        time.sleep(1)
        self._ssh.recv(self._MAX_READ)

    def __enter__(self):
        return self

    def __exit__(self, exc_type, exc_value, traceback):
        self._ssh.close()

    def close(self):
        self._ssh.close()
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

def send_show_command(self, command):
    self._ssh.send(command + '\n')
    time.sleep(2)
    result = self._ssh.recv(self._MAX_READ).decode('ascii')
    return result

def send_config_commands(self, commands):
    if isinstance(commands, str):
        commands = [commands]
    for command in commands:
        self._ssh.send(command + '\n')
        time.sleep(0.5)
    result = self._ssh.recv(self._MAX_READ).decode('ascii')
    return result

```

Этот класс будет использоваться как основа для классов, которые отвечают за подключение к устройствам разных вендоров. Например, класс CiscoSSH будет отвечать за подключение к устройствам Cisco будет наследовать класс ConnectSSH.

Синтаксис наследования:

```

class CiscoSSH(ConnectSSH):
    pass

```

После этого в классе CiscoSSH доступны все методы и атрибуты класса ConnectSSH:

```

In [3]: r1 = CiscoSSH('192.168.100.1', 'cisco', 'cisco')

In [4]: r1.ip
Out[4]: '192.168.100.1'

In [5]: r1._MAX_READ
Out[5]: 10000

In [6]: r1.send_show_command('sh ip int br')
Out[6]: 'sh ip int br\r\nInterface                  IP-Address      OK? Method
→Status                    Protocol\r\nEthernet0/0              192.168.100.1   ↴
→YES NVRAM    up            up      \r\nEthernet0/1              192.168.
→200.1      YES NVRAM    up            up      \r\nEthernet0/2              ↴
→19.1.1.1    YES NVRAM    up            up      \r\nEthernet0/3              ↴
→          192.168.230.1  YES NVRAM    up            up      \r\nLoopback0                ↴
→          4.4.4.4        YES NVRAM    up            up      ↴
→\r\nLoopback33               3.3.3.3        YES manual up
→up       \r\nLoopback90             90.1.1.1    YES manual up
→up       up      \r\nR1#'

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [7]: r1.send_show_command('enable')
Out[7]: 'enable\r\nPassword: '

In [8]: r1.send_show_command('cisco')
Out[8]: '\r\nR1#'

In [9]: r1.send_config_commands(['conf t', 'int loopback 33',
...:                         'ip address 3.3.3.3 255.255.255.255', 'end'])
Out[9]: 'conf t\r\nEnter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
→\r\nR1(config)#int loopback 33\r\nR1(config-if)#ip address 3.3.3.3 255.255.255.
→255\r\nR1(config-if)#end\r\nR1#'
```

После наследования всех методов родительского класса, дочерний класс может:

- оставить их без изменения
- полностью переписать их
- дополнить метод
- добавить свои методы

В классе CiscoSSH надо создать метод `__init__` и добавить к нему параметры:

- `enable_password` - пароль enable
- `disable_paging` - отвечает за включение/отключение постраничного вывода команд

Метод `__init__` можно создать полностью с нуля, однако базовая логика подключения по SSH будет одинаковая в ConnectSSH и CiscoSSH, поэтому лучше добавить необходимые параметры, а для подключения, вызвать метод `__init__` у класса ConnectSSH. Есть несколько вариантов вызова родительского метода, например, все эти варианты вызовут метод `send_show_command` родительского класса из дочернего класса CiscoSSH:

```
command_result = ConnectSSH.send_show_command(self, command)
command_result = super(CiscoSSH, self).send_show_command(command)
command_result = super().send_show_command(command)
```

Первый вариант `ConnectSSH.send_show_command` явно указывает имя родительского класса - это самый понятный вариант для восприятия, однако его минус в том, что при смене имени родительского класса, имя надо будет менять во всех местах, где вызывались методы родительского класса. Также у этого варианта есть минусы, при использовании множественного наследования. Второй и третий вариант по сути равнозначны, но третий короче, поэтому мы будем использовать его.

Класс CiscoSSH с методом \_\_init\_\_ :

```
class CiscoSSH(ConnectSSH):
    def __init__(self, ip, username, password, enable_password,
                 disable_paging=True):
        super().__init__(ip, username, password)
        self._ssh.send('enable\n')
        self._ssh.send(enable_password + '\n')
        if disable_paging:
            self._ssh.send('terminal length 0\n')
        time.sleep(1)
        self._ssh.recv(self._MAX_READ)
```

Метод \_\_init\_\_ в классе CiscoSSH добавил параметры enable\_password и disable\_paging, и использует их соответственно для перехода в режим enable и отключения постраничного вывода. Пример подключения:

```
In [10]: r1 = CiscoSSH('192.168.100.1', 'cisco', 'cisco', 'cisco')

In [11]: r1.send_show_command('sh clock')
Out[11]: 'sh clock\r\n*11:30:50.280 UTC Mon Aug 5 2019\r\nR1#'
```

Теперь при подключении также выполняется переход в режим enable и по умолчанию отключен paging, так что можно попробовать выполнить длинную команду, например sh run.

Еще один метод, который стоит доработать - метод send\_config\_commands: так как класс CiscoSSH предназначен для работы с Cisco, можно в добавить в него переход в конфигурационный режим перед командами и выход после.

```
class CiscoSSH(ConnectSSH):
    def __init__(self, ip, username, password, enable_password,
                 disable_paging=True):
        super().__init__(ip, username, password)
        self._ssh.send('enable\n')
        self._ssh.send(enable_password + '\n')
        if disable_paging:
            self._ssh.send('terminal length 0\n')
        time.sleep(1)
        self._ssh.recv(self._MAX_READ)

    def config_mode(self):
        self._ssh.send('conf t\n')
        time.sleep(0.5)
        result = self._ssh.recv(self._MAX_READ).decode('ascii')
        return result
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
def exit_config_mode(self):
    self._ssh.send('end\n')
    time.sleep(0.5)
    result = self._ssh.recv(self._MAX_READ).decode('ascii')
    return result

def send_config_commands(self, commands):
    result = self.config_mode()
    result += super().send_config_commands(commands)
    result += self.exit_config_mode()
    return result
```

Пример использования метода send\_config\_commands:

```
In [12]: r1 = CiscoSSH('192.168.100.1', 'cisco', 'cisco', 'cisco')

In [13]: r1.send_config_commands(['interface loopback 33',
...:                         'ip address 3.3.3.3 255.255.255.255'])
Out[13]: 'conf t\r\nEnter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
←\r\nR1(config)#interface loopback 33\r\nR1(config-if)#ip address 3.3.3.3 255.
←255.255.255\r\nR1(config-if)#end\r\nR1#'
```

## Задания

**Предупреждение:** Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий есть автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

*Как работать с тестами и основы pytest.*

### Задание 27.1

Создать класс CiscoSSH, который наследует класс BaseSSH из файла base\_connect\_class.py.

Создать метод \_\_init\_\_ в классе CiscoSSH таким образом, чтобы после подключения по SSH выполнялся переход в режим enable.

Для этого в методе \_\_init\_\_ должен сначала вызываться метод \_\_init\_\_ класса ConnectSSH, а затем выполняться переход в режим enable.

```
In [2]: from task_27_1 import CiscoSSH

In [3]: r1 = CiscoSSH(**device_params)

In [4]: r1.send_show_command('sh ip int br')
Out[4]: 'Interface                  IP-Address      OK? Method Status
          ↓ Protocol\nEthernet0/0           192.168.100.1   YES NVRAM  up
          ↓      up      \nEthernet0/1           192.168.200.1   YES NVRAM  up
          ↓      up      \nEthernet0/2           190.16.200.1    YES NVRAM  up
          ↓      up      \nEthernet0/3           192.168.230.1   YES NVRAM  up
          ↓      up      \nEthernet0/3.100        10.100.0.1     YES NVRAM  up
          ↓      YES NVRAM  up      \nEthernet0/3.200        10.200.          YES NVRAM  up
          ↓      YES NVRAM  up      \nEthernet0/3.300        10.30.0.1     YES NVRAM  up
          ↓      YES NVRAM  up      '
          ↓      YES NVRAM  up      '
```

### Задание 27.1a

Дополнить класс CiscoSSH из задания 27.1.

Перед подключением по SSH необходимо проверить если ли в словаре с параметрами подключения такие параметры: username, password, secret. Если нет, запросить их у пользователя, а затем выполнять подключение.

```
In [1]: from task_27_1a import CiscoSSH

In [2]: device_params = {
...:     'device_type': 'cisco_ios',
...:     'ip': '192.168.100.1',
...: }

In [3]: r1 = CiscoSSH(**device_params)
Введите имя пользователя: cisco
Введите пароль:
Введите пароль для режима enable:

In [4]: r1.send_show_command('sh ip int br')
Out[4]: 'Interface                  IP-Address      OK? Method Status
↓  Protocol\Ethernet0/0            192.168.100.1  YES NVRAM  up
↓  up      \nEthernet0/1           192.168.200.1  YES NVRAM  up
↓  up      \nEthernet0/2           190.16.200.1   YES NVRAM  up
↓  up      up      \nEthernet0/3           192.168.230.1  YES NVRAM  up
↓  NVRAM  up      up      \nEthernet0/3.100        10.100.0.1    YES NVRAM  up
↓  YES NVRAM  up      up      \nEthernet0/3.200        10.200.0.1   YES NVRAM  up
↓  0.1      YES NVRAM  up      up      \nEthernet0/3.300        10.30.0.1    YES NVRAM  up
↓  10.30.0.1      YES NVRAM  up      up      '
```

## Задание 27.2

Создать класс MyNetmiko, который наследует класс CiscosBase из netmiko.

Переписать метод \_\_init\_\_ в классе MyNetmiko таким образом, чтобы после подключения по SSH выполнялся переход в режим enable.

Для этого в методе \_\_init\_\_ должен сначала вызываться метод \_\_init\_\_ класса CiscosBase, а затем выполнялся переход в режим enable.

Проверить, что в классе MyNetmiko доступны методы send\_command и send\_config\_set

```
In [2]: from task_27_2 import MyNetmiko

In [3]: r1 = MyNetmiko(**device_params)

In [4]: r1.send_command('sh ip int br')
Out[4]: 'Interface                  IP-Address      OK? Method Status
↓  Protocol\Ethernet0/0            192.168.100.1  YES NVRAM  up
↓  up      \nEthernet0/1           192.168.200.1  YES NVRAM  up
↓  up      \nEthernet0/2           190.16.200.1   YES NVRAM  up
↓  up      up      \nEthernet0/3           192.168.230.1  YES NVRAM  up
↓  NVRAM  up      up      \nEthernet0/3.100        10.100.0.1    YES NVRAM  up
↓  YES NVRAM  up      up      \nEthernet0/3.200        10.200.0.1   YES NVRAM  up
↓  0.1      YES NVRAM  up      up      \nEthernet0/3.300        10.30.0.1    YES NVRAM  up
↓  10.30.0.1      YES NVRAM  up      up      '
(continues on next page)
764 YES NVRAM  up      up      \nEthernet0/3.200        10.200.0.1    YES NVRAM  up
↓ 0.1      YES NVRAM  up      up      \nEthernet0/3.300        10.30.0.1    YES NVRAM  up
↓ 10.30.0.1      YES NVRAM  up      up      '
```

(продолжение с предыдущей страницы)

### **Задание 27.2а**

Дополнить класс MyNetmiko из задания 27.2.

Добавить метод `_check_error_in_command`, который выполняет проверку на такие ошибки:

- Invalid input detected, Incomplete command, Ambiguous command

Метод ожидает как аргумент команду и вывод команды. Если в выводе не обнаружена ошибка, метод ничего не возвращает. Если в выводе найдена ошибка, метод генерирует исключение `ErrorInCommand` с сообщением о том какая ошибка была обнаружена, на каком устройстве и в какой команде.

Переписать метод send\_command netmiko, добавив в него проверку на ошибки.

```
In [2]: from task_27_2a import MyNetmiko

In [3]: r1 = MyNetmiko(**device_params)

In [4]: r1.send_command('sh ip int br')
Out[4]: 'Interface                  IP-Address      OK? Method Status
          ↓
←  Protocol\nEthernet0/0           192.168.100.1   YES NVRAM  up
←    up      \nEthernet0/1           192.168.200.1   YES NVRAM  up
←    up      \nEthernet0/2           190.16.200.1   YES NVRAM  up
←  up        up      \nEthernet0/3           192.168.230.1   YES NVRAM  up
← NVRAM  up                      up      \nEthernet0/3.100       10.100.0.1
←  YES NVRAM  up                  up      \nEthernet0/3.200       10.200.0.1
← 0.1      YES NVRAM  up          up      \nEthernet0/3.300
← 10.30.0.1    YES NVRAM  up          up      '

In [5]: r1.send_command('sh ip br')
-----
ErrorInCommand                                Traceback (most recent call last)
<ipython-input-2-1c60b31812fd> in <module>()
----> 1 r1.send_command('sh ip br')
...
ErrorInCommand: При выполнении команды "sh ip br" на устройстве 192.168.100.1
← возникла ошибка "Invalid input detected at '^' marker."
```

### Задание 27.2б

Дополнить класс MyNetmiko из задания 27.2а.

Переписать метод send\_config\_set netmiko, добавив в него проверку на ошибки с помощью метода \_check\_error\_in\_command.

Метод send\_config\_set должен отправлять команды по одной и проверять каждую на ошибки. Если при выполнении команд не обнаружены ошибки, метод send\_config\_set возвращает вывод команд.

```
In [2]: from task_27_2b import MyNetmiko

In [3]: r1 = MyNetmiko(**device_params)

In [4]: r1.send_config_set('lo')
-----
ErrorInCommand                                     Traceback (most recent call last)
<ipython-input-2-8e491f78b235> in <module>()
----> 1 r1.send_config_set('lo')
...
ErrorInCommand: При выполнении команды "lo" на устройстве 192.168.100.1 возникла ошибка "Incomplete command."
```

### Задание 27.2с

Проверить, что метод send\_command класса MyNetmiko из задания 27.2b, принимает дополнительные аргументы (как в netmiko), кроме команды.

Если возникает ошибка, переделать метод таким образом, чтобы он принимал любые аргументы, которые поддерживает netmiko.

```
In [2]: from task_27_2c import MyNetmiko

In [3]: r1 = MyNetmiko(**device_params)

In [4]: r1.send_command('sh ip int br', strip_command=False)
Out[4]: 'sh ip int br\nInterface                  IP-Address      OK? Method_
→Status                    Protocol\Ethernet0/0          192.168.100.1   YES_
→NVRAM  up                  up      \nEthernet0/1          192.168.200.1_
→  YES NVRAM  up             up      \nEthernet0/2          190.16.1_
→200.1    YES NVRAM  up       up      \nEthernet0/3           192.168.230.1_
→192.168.230.1  YES NVRAM  up       up      \nEthernet0/3.100      10.200.0.1_
→      10.100.0.1  YES NVRAM  up       up      \nEthernet0/3.100      10.200.0.1_
→200          10.200.0.1  YES NVRAM  up       up      \nEthernet0/3.100      10.30.0.1_
→\nEthernet0/3.300          10.30.0.1  YES NVRAM  up       up      '
→up          '
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [5]: r1.send_command('sh ip int br', strip_command=True)
Out[5]: 'Interface                  IP-Address      OK? Method Status
         ↓ Protocol\Ethernet0/0          192.168.100.1   YES NVRAM  up
         ↓ up      \nEthernet0/1          192.168.200.1   YES NVRAM  up
         ↓ up      \nEthernet0/2          190.16.200.1    YES NVRAM  up
         ↓ up      up      \nEthernet0/3          192.168.230.1   YES
         ↓ NVRAM  up      up      \nEthernet0/3.100        10.100.0.1   YES
         ↓ YES NVRAM  up      up      \nEthernet0/3.200        10.200.
         ↓ 0.1      YES NVRAM  up      up      \nEthernet0/3.300
         ↓ 10.30.0.1     YES NVRAM  up      up      '
```

## Задание 27.2d

Дополнить класс MyNetmiko из задания 27.2c или задания 27.2b.

Добавить параметр ignore\_errors в метод send\_config\_set. Если передано истинное значение, не надо выполнять проверку на ошибки и метод должен работать точно так же как метод send\_config\_set в netmiko.

Если значение ложное, ошибки должны проверяться.

По умолчанию ошибки должны игнорироваться.

```
In [2]: from task_27_2d import MyNetmiko

In [3]: r1 = MyNetmiko(**device_params)

In [6]: r1.send_config_set('lo')
Out[6]: 'config term\nEnter configuration commands, one per line. End with CNTL/
         ↵Z.\nR1(config)#lo\n% Incomplete command.\n\nR1(config)#end\nR1#'

In [7]: r1.send_config_set('lo', ignore_errors=True)
Out[7]: 'config term\nEnter configuration commands, one per line. End with CNTL/
         ↵Z.\nR1(config)#lo\n% Incomplete command.\n\nR1(config)#end\nR1#'

In [8]: r1.send_config_set('lo', ignore_errors=False)
-----
ErrorInCommand                               Traceback (most recent call last)
<ipython-input-8-704f2e8d1886> in <module>()
----> 1 r1.send_config_set('lo', ignore_errors=False)

...
ErrorInCommand: При выполнении команды "lo" на устройстве 192.168.100.1 возникла
         ↵ошибка "Incomplete command."
```



## VIII. Дополнительная информация

В этом разделе собрана информация, которая не вошла в основные разделы книги, но которая, тем не менее, может быть полезна.

### Форматирование строк с оператором %

Пример использования оператора %:

```
In [2]: "interface FastEthernet0/%s" % '1'  
Out[2]: 'interface FastEthernet0/1'
```

В старом синтаксисе форматирования строк используются такие обозначения: \* %s - строка или любой другой объект в котором есть строковое представление \* %d - integer \* %f - float

Вывести данные столбцами одинаковой ширины по 15 символов с выравниванием по правой стороне:

```
In [3]: vlan, mac, intf = ['100', 'aabb.cc80.7000', 'Gi0/1']  
  
In [4]: print("%15s %15s %15s" % (vlan, mac, intf))  
        100    aabb.cc80.7000      Gi0/1
```

Выравнивание по левой стороне:

```
In [6]: print("%-15s %-15s %-15s" % (vlan, mac, intf))  
100        aabb.cc80.7000  Gi0/1
```

С помощью форматирования строк можно также влиять на отображение чисел.

Например, можно указать, сколько цифр после запятой выводить:

```
In [8]: print("%.3f" % (10.0/3))
3.333
```

---

**Примечание:** У форматирования строк есть ещё много возможностей. Хорошие примеры и объяснения двух вариантов форматирования строк можно найти [тут](#).

---

## Соглашение об именах

В Python есть определенные соглашения об именовании объектов.

В целом, лучше придерживаться этих соглашений. Однако, если в определенной библиотеке или модуле используются другие соглашения, то стоит придерживаться того стиля, который используется в них.

В этом разделе описаны не все правила. Подробнее можно почитать в документе [PEP8](#) на [английском](#) или на [русском](#).

### Имена переменных

Имена переменных не должны пересекаться с операторами и названиями модулей или других зарезервированных значений.

Имена переменных обычно пишутся полностью большими или маленькими буквами. В пределах одного скрипта/модуля/пакета лучше придерживаться одного из вариантов.

Если переменные - константы для модуля, то лучше использовать имена, написанные заглавными буквами:

```
DB_NAME = 'dhcp_snooping.db'
TESTING = True
```

Для обычных переменных лучше использовать имена в нижнем регистре:

```
db_name = 'dhcp_snooping.db'
testing = True
```

### Имена модулей и пакетов

Имена модулей и пакетов задаются маленькими буквами.

Модули могут использовать подчеркивания между словами для того, чтобы имена были более понятными. Для пакетов лучше выбирать короткие имена.

## Имена функций

Имена функций задаются маленькими буквами, с подчеркиваниями между словами.

```
def ignore_command(command, ignore):  
  
    ignore_command = False  
  
    for word in ignore:  
        if word in command:  
            return True  
    return ignore_command
```

## Имена классов

Имена классов задаются словами с заглавными буквами, без пробелов.

```
class CiscoSwitch:  
  
    def __init__(self, name, vendor = 'cisco', model = '3750'):  
        self.name = name  
        self.vendor = vendor  
        self.model = model
```

## Подчеркивание в именах

В Python подчеркивание в начале или в конце имени указывает на специальные имена. Чаще всего это всего лишь договоренность, но иногда это действительно влияет на поведение объекта.

### Подчеркивание как имя

В Python одно подчеркивание используется для обозначения того, что данные просто выбираются.

Например, если из строки `line` надо получить MAC-адрес, IP-адрес, VLAN и интерфейс и отбросить остальные поля, можно использовать такой вариант:

```
In [1]: line = '00:09:BB:3D:D6:58 10.1.10.2 86250    dhcp-snooping  10 ↵FastEthernet0/1'

In [2]: mac, ip, _, _, vlan, intf = line.split()

In [3]: print(mac, ip, vlan, intf)
00:09:BB:3D:D6:58 10.1.10.2 10 FastEthernet0/1
```

Такая запись говорит о том, что нам не нужны третий и четвертый элементы.

Можно сделать так:

```
In [4]: mac, ip, lease, entry_type, vlan, intf = line.split()
```

Но тогда может быть непонятно, почему переменные `lease` и `entry_type` не используются дальше. Если понятней использовать имена, то лучше называть переменные именами вроде `ignored`.

Аналогичный прием может использоваться, когда переменная цикла не нужна:

```
In [5]: [0 for _ in range(10)]
Out[5]: [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
```

## Подчеркивание в интерпретаторе

В интерпретаторе `python` и `ipython` подчеркивание используется для получения результата последнего выражения

```
In [6]: [0 for _ in range(10)]
Out[6]: [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]

In [7]: _
Out[7]: [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]

In [8]: a = _

In [9]: a
Out[9]: [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
```

## Одно подчеркивание

### Одно подчеркивание перед именем

Одно подчеркивание перед именем указывает, что имя используется как внутреннее.

Например, если одно подчеркивание указано в имени функции или метода, это означает, что этот объект является внутренней особенностью реализации и не стоит его использовать напрямую.

Но, кроме того, при импорте вида `from module import *` не будут импортироваться объекты, которые начинаются с подчеркивания.

Например, в файле `example.py` такие переменные и функции:

```
db_name = 'dhcp_snooping.db'
_path = '/home/nata/pyneng/'

def func1(arg):
    print arg

def _func2(arg):
    print arg
```

Если импортировать все объекты из модуля, то те, которые начинаются с подчеркивания, не будут импортированы:

```
In [7]: from example import *

In [8]: db_name
Out[8]: 'dhcp_snooping.db'

In [9]: _path
...
NameError: name '_path' is not defined

In [10]: func1(1)
1

In [11]: _func2(1)
...
NameError: name '_func2' is not defined
```

## Одно подчеркивание после имени

Одно подчеркивание после имени используется в том случае, когда имя объекта или параметра пересекается со встроенными именами.

Пример:

```
In [12]: line = '00:09:BB:3D:D6:58  10.1.10.2 86250  dhcp-snooping  10 ↵FastEthernet0/1'
```

```
In [13]: mac, ip, lease, type_, vlan, intf = line.split()
```

## Два подчеркивания

### Два подчеркивания перед именем

Два подчеркивания перед именем метода используются не просто как договоренность. Такие имена трансформируются в формат «имя класса + имя метода». Это позволяет создавать уникальные методы и атрибуты классов.

Такое преобразование выполняется только в том случае, если в конце менее двух подчеркиваний или нет подчеркиваний.

```
In [14]: class Switch(object):
...:     __quantity = 0
...:     def __configure(self):
...:         pass
...:

In [15]: dir(Switch)
Out[15]:
['__Switch__configure', '__Switch__quantity', ...]
```

Хотя методы создавались без приставки `_Switch`, она была добавлена.

Если создать подкласс, то метод `__configure` не перепишет метод родительского класса `Switch`:

```
In [16]: class CiscoSwitch(Switch):
...:     __quantity = 0
...:     def __configure(self):
...:         pass
...:

In [17]: dir(CiscoSwitch)
Out[17]:
['__CiscoSwitch__configure', '__CiscoSwitch__quantity', '__Switch__configure', '__
Switch__quantity', ...]
```

## Два подчеркивания перед и после имени

Таким образом обозначаются специальные переменные и методы.

Например, в модуле Python есть такие специальные переменные: \* `__name__` - эта переменная равна строке `__main__`, когда скрипт запускается напрямую, и равна имени модуля, когда импортируется \* `__file__` - эта переменная равна имени скрипта, который был запущен напрямую, и равна полному пути к модулю, когда он импортируется

Переменная `__name__` чаще всего используется, чтобы указать, что определенная часть кода должна выполняться, только когда модуль выполняется напрямую:

```
def multiply(a, b):

    return a * b

if __name__ == '__main__':
    print(multiply(3, 5))
```

А переменная `__file__` может быть полезна в определении текущего пути к файлу скрипта:

```
import os

print('__file__', __file__)
print(os.path.abspath(__file__))
```

Вывод будет таким:

```
__file__ example2.py
/home/vagrant/repos/tests/example2.py
```

Кроме того, таким образом в Python обозначаются специальные методы. Эти методы вызываются при использовании функций и операторов Python и позволяют реализовать определенный функционал.

Как правило, такие методы не нужно вызывать напрямую. Но, например, при создании своего класса может понадобиться описать такой метод, чтобы объект поддерживал какие-то операции в Python.

Например, для того, чтобы можно было получить длину объекта, он должен поддерживать метод `__len__`.

Ещё один специальный метод `__str__` вызывается, когда используется оператор `print` или вызывается функция `str()`. Если необходимо, чтобы при этом отображение было в определенном виде, надо создать этот метод в классе:

```
In [10]: class Switch(object):
...:
...:     def set_name(self, name):
...:         self.name = name
...:
...:     def __configure(self):
...:         pass
...:
...:     def __str__(self):
...:         return 'Switch {}'.format(self.name)
...:

In [11]: sw1 = Switch()

In [12]: sw1.set_name('sw1')

In [13]: print sw1
Switch sw1

In [14]: str(sw1)
Out[14]: 'Switch sw1'
```

Таких специальных методов в Python очень много. Несколько полезных ссылок, где можно почитать про конкретный метод: \* [документация](#) \* [Dive Into Python 3](#)

## Отличия Python 2.7 и Python 3.6

### Unicode

В Python 2.7 было два типа строк: str и unicode:

```
In [1]: line = 'test'

In [2]: line2 = u'тест'
```

В Python 3 строка - это тип str, но, кроме этого, в Python 3 появился тип bytes:

```
In [3]: line = 'тест'

In [4]: line.encode('utf-8')
Out[4]: b'\xd1\x82\xd0\xb5\xd1\x81\xd1\x82'
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
In [5]: byte_str = b'test'
```

## Функция print

В Python 2.7 print был оператором:

```
In [6]: print 1, 'test'  
1 test
```

В Python 3 print - функция:

```
In [7]: print(1, 'test')  
1 test
```

В Python 2.7 можно брать аргументы в скобки, но от этого print не становится функцией и, кроме того, print возвращает другой результат (кортеж):

```
In [8]: print(1, 'test')  
(1, 'test')
```

В Python 3, использование синтаксиса Python 2.7 приведет к ошибке:

```
In [9]: print 1, 'test'  
File "<ipython-input-2-328abb6b105d>", line 1  
    print 1, 'test'  
          ^  
SyntaxError: Missing parentheses in call to 'print'
```

## input вместо raw\_input

В Python 2.7 для получения информации от пользователя в виде строки использовалась функция raw\_input:

```
In [10]: number = raw_input('Number: ')  
Number: 55  
  
In [11]: number  
Out[11]: '55'
```

В Python 3 используется input:

```
In [12]: number = input('Number: ')
Number: 55

In [13]: number
Out[13]: '55'
```

## range вместо xrange

В Python 2.7 были две функции

- range - возвращает список
- xrange - возвращает итератор

Пример range и xrange в Python 2.7:

```
In [14]: range(5)
Out[14]: [0, 1, 2, 3, 4]

In [15]: xrange(5)
Out[15]: xrange(5)

In [16]: list(xrange(5))
Out[16]: [0, 1, 2, 3, 4]
```

В Python 3 есть только функция range, и она возвращает итератор:

```
In [17]: range(5)
Out[17]: range(0, 5)

In [18]: list(range(5))
Out[18]: [0, 1, 2, 3, 4]
```

## Методы словарей

Несколько изменений произошло в методах словарей.

### dict.keys(), values(), items()

Методы keys(), values(), items() в Python 3 возвращают «views» вместо списков. Особенность view заключается в том, что они меняются вместе с изменением словаря. И фактически они лишь дают способ посмотреть на соответствующие объекты, но не создают их копию.

В Python 3 нет методов:

- viewitems, viewkeys, viewvalues
- iteritems, iterkeys, itervalues

Для сравнения, методы словаря в Python 2.7:

```
In [19]: d = {1:100, 2:200, 3:300}

In [20]: d.
          d.clear      d.get        d.iteritems   d.keys       d.setdefault d.viewitems
          d.copy       d.has_key    d.iterkeys     d.pop        d.update      d.viewkeys
          d.fromkeys   d.items     d.itervalues  d.popitem    d.values      d.viewvalues
```

И в Python 3:

```
In [21]: d = {1:100, 2:200, 3:300}

In [22]: d.
          clear()      get()       pop()        update()
          copy()       items()     popitem()    values()
          fromkeys()   keys()     setdefault()
```

## Распаковка переменных

В Python 3 появилась возможность использовать \* при распаковке переменных:

```
In [23]: a, *b, c = [1,2,3,4,5]

In [24]: a
Out[24]: 1

In [25]: b
Out[25]: [2, 3, 4]

In [26]: c
Out[26]: 5
```

В Python 2.7 этот синтаксис не поддерживается:

```
In [27]: a, *b, c = [1,2,3,4,5]
          File "<ipython-input-10-e3f57143ffb4>", line 1
              a, *b, c = [1,2,3,4,5]
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

^

SyntaxError: invalid syntax

## Итератор вместо списка

В Python 2.7 map, filter и zip возвращали список:

```
In [28]: map(str, [1,2,3,4,5])
Out[28]: ['1', '2', '3', '4', '5']

In [29]: filter(lambda x: x>3, [1,2,3,4,5])
Out[29]: [4, 5]

In [30]: zip([1,2,3], [100,200,300])
Out[30]: [(1, 100), (2, 200), (3, 300)]
```

В Python 3 они возвращают итератор:

```
In [31]: map(str, [1,2,3,4,5])
Out[31]: <map at 0xb4ee3fec>

In [32]: filter(lambda x: x>3, [1,2,3,4,5])
Out[32]: <filter at 0xb448c68c>

In [33]: zip([1,2,3], [100,200,300])
Out[33]: <zip at 0xb4efc1ec>
```

## subprocess.run

В версии Python 3.5 в модуле subprocess появилась новая функция - run. Она предоставляет более удобный интерфейс для работы с модулем и получения вывода команд.

Соответственно, вместо функций call и check\_output используется функция run. Но функции call и check\_output остались.

## Jinja2

В модуле Jinja2 больше не нужно использовать такой код, так как кодировка по умолчанию и так utf-8:

```
import sys
reload(sys)
sys.setdefaultencoding('utf-8')
```

В самих шаблонах, как и в Python, изменились методы словарей. Тут, аналогично, вместо `iteritems` надо использовать `items`.

## Модули `rexpexpect`, `telnetlib`, `paramiko`

Модули `rexpexpect`, `telnetlib`, `paramiko` отправляют и получают байты, поэтому надо делать `encode/decode` соответственно.

В `netmiko` эта конвертация выполняется автоматически.

## Мелочи

- Название модуля `Queue` сменилось на `queue`
- С версии Python 3.6 объект `csv.DictReader` возвращает `OrderedDict` вместо обычного словаря.

## Дополнительная информация

Ниже приведены ссылки на ресурсы с информацией об изменениях в Python 3.

Документация:

- [What's New In Python 3.0](#)
- [Should I use Python 2 or Python 3 for my development activity?](#)

Статьи:

- [The key differences between Python 2.7.x and Python 3.x with examples](#)
- [Supporting Python 3: An in-depth guide](#)

## Проверка заданий с помощью тестов

Начиная с раздела «9. Функции» для проверки заданий используются автоматические тесты. Они помогают проверить все ли соответствует поставленной задаче, а также дают обратный отклик по тому, что не соответствует задаче. Как правило, после первого периода адаптации к тестам, становится проще делать задания с тестами.

Помимо перечисленных выше положительных моментов, в тестах также можно посмотреть какой итоговый результат нужен: прояснить структуру данных и мелочи, которые могут влиять на результат.

Для запуска тестов используется pytest - фреймворк для написания тестов.

---

**Примечание:** Запись лекции по использованию pytest для проверки заданий

---

### Основы pytest

Для начала надо установить pytest:

```
pip install pytest
```

Хотя на курсе не надо будет писать тесты, чтобы их понимать, стоит посмотреть на пример теста. Например, есть следующий код с функцией check\_ip:

```
import ipaddress

def check_ip(ip):
    try:
        ipaddress.ip_address(ip)
        return True
    except ValueError as err:
        return False

if __name__ == "__main__":
    result = check_ip('10.1.1.1')
    print('Function result:', result)
```

Функция check\_ip проверяет является ли аргумент, который ей передали, IP-адресом. Пример вызова функции с разными аргументами:

```
In [1]: import ipaddress
...
...
...
def check_ip(ip):
    try:
        ipaddress.ip_address(ip)
    return True
except ValueError as err:
    return False
...

In [2]: check_ip('10.1.1.1')
Out[2]: True

In [3]: check_ip('10.1.')
Out[3]: False

In [4]: check_ip('a.a.a.a')
Out[4]: False

In [5]: check_ip('500.1.1.1')
Out[5]: False
```

Теперь необходимо написать тест для функции `check_ip`. Тест должен проверять, что при передаче корректного адреса, функция возвращает `True`, а при передаче неправильного аргумента - `False`.

Чтобы упростить задачу, тест можно написать в том же файле. В `pytest`, тестом может быть обычная функция, с именем, которое начинается на `test_`. Внутри функции надо написать условия, которые проверяются. В `pytest` это делается с помощью `assert`.

### `assert`

`assert` ничего не делает, если выражение, которое написано после него истинное и генерирует исключение, если выражение ложное:

```
In [6]: assert 5 > 1

In [7]: a = 4

In [8]: assert a in [1,2,3,4]

In [9]: assert a not in [1,2,3,4]
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
AssertionError                                         Traceback (most recent call last)
<ipython-input-9-1956288e2d8e> in <module>
----> 1 assert a not in [1,2,3,4]

AssertionError:

In [10]: assert 5 < 1

AssertionError                                         Traceback (most recent call last)
<ipython-input-10-b224d03aab2f> in <module>
----> 1 assert 5 < 1

AssertionError:
```

После `assert` и выражения можно писать сообщение. Если сообщение есть, оно выводится в исключении:

```
In [11]: assert a not in [1,2,3,4], "а нет в списке"

AssertionError                                         Traceback (most recent call last)
<ipython-input-11-7a8f87272a54> in <module>
----> 1 assert a not in [1,2,3,4], "а нет в списке"

AssertionError: а нет в списке
```

## Пример теста

pytest использует `assert`, чтобы указать какие условия должны выполняться, чтобы тест считался пройденным.

В pytest тест можно написать как обычную функцию, но имя функции должно начинаться с `test_`. Ниже написан тест `test_check_ip`, который проверяет работу функции `check_ip`, передав ей два значения: правильный адрес и неправильный, а также после каждой проверки написано сообщение:

```
import ipaddress

def check_ip(ip):
    try:
        ipaddress.ip_address(ip)
    return True
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

except ValueError as err:
    return False

def test_check_ip():
    assert check_ip('10.1.1.1') == True, 'При правильном IP, функция должна возвращать True'
    assert check_ip('500.1.1.1') == False, 'Если адрес неправильный, функция должна возвращать False'

if __name__ == "__main__":
    result = check_ip('10.1.1.1')
    print('Function result:', result)

```

Код записан в файл `check_ip_functions.py`. Теперь надо разобраться как вызывать тесты. Самый простой вариант, написать слово `pytest`. В этом случае, `pytest` автоматически обнаружит тесты в текущем каталоге. Однако, у `pytest` есть определенные правила, не только по названию функцию, но и по названию файлов с тестами - имена файлов также должны начинаться на `test_`. Если правила соблюдаются, `pytest` автоматически найдет тесты, если нет - надо указать файл с тестами.

В случае с примером выше, надо будет вызвать такую команду:

```

$ pytest check_ip_functions.py
===== test session starts =====
platform linux -- Python 3.7.3, pytest-4.6.2, py-1.5.2, pluggy-0.12.0
rootdir: /home/vagrant/repos/general/pyneng.github.io/code_examples/pytest
collected 1 item

check_ip_functions.py . [100%]

===== 1 passed in 0.02 seconds =====

```

По умолчанию, если тесты проходят, каждый тест (функция `test_check_ip`) отмечается точкой. Так как в данном случае тест только один - функция `test_check_ip`, после имени `check_ip_functions.py` стоит точка, а также ниже написано, что 1 тест прошел.

Теперь, допустим, что функция работает неправильно и всегда возвращает `False` (напишите `return False` в самом начале функции). В этом случае, выполнение теста будет выглядеть так:

```

$ pytest check_ip_functions.py
===== test session starts =====
platform linux -- Python 3.6.3, pytest-4.6.2, py-1.5.2, pluggy-0.12.0

```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
rootdir: /home/vagrant/repos/general/pyneng.github.io/code_examples/pytest
collected 1 item

check_ip_functions.py F [100%]

===== FAILURES =====
____ test_check_ip ____

def test_check_ip():
>     assert check_ip('10.1.1.1') == True, 'При правильном IP, функция должна возвращать True'
E     AssertionError: При правильном IP, функция должна возвращать True
E     assert False == True
E         + where False = check_ip('10.1.1.1')

check_ip_functions.py:14: AssertionError
===== 1 failed in 0.06 seconds =====
```

Если тест не проходит, pytest выводит более подробную информацию и показывает в каком месте что-то пошло не так. В данном случае, при выполнении строки `assert check_ip('10.1.1.1') == True`, выражение не дало истинный результат, поэтому было сгенерировано исключение.

Ниже, pytest показывает, что именно он сравнивал: `assert False == True` и уточняет, что `False` - это `check_ip('10.1.1.1')`. Посмотрев на вывод, можно заподозрить, что с функцией `check_ip` что-то не так, так как она возвращает `False` на правильном адресе.

Чаще всего, тесты пишутся в отдельных файлах. Для данного примера тест всего один, но он все равно вынесен в отдельный файл.

Файл `test_check_ip_function.py`:

```
from check_ip_functions import check_ip

def test_check_ip():
    assert check_ip('10.1.1.1') == True, 'При правильном IP, функция должна возвращать True'
    assert check_ip('500.1.1.1') == False, 'Если адрес неправильный, функция должна возвращать False'
```

Файл `check_ip_functions.py`:

```
import ipaddress
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

def check_ip(ip):
    #return False
    try:
        ipaddress.ip_address(ip)
        return True
    except ValueError as err:
        return False

if __name__ == "__main__":
    result = check_ip('10.1.1.1')
    print('Function result:', result)

```

В таком случае, тест можно запустить не указывая файл:

```

$ pytest
===== test session starts =====
platform linux -- Python 3.6.3, pytest-4.6.2, py-1.5.2, pluggy-0.12.0
rootdir: /home/vagrant/repos/general/pyneng.github.io/code_examples/pytest
collected 1 item

test_check_ip_function.py . [100%]

===== 1 passed in 0.02 seconds =====

```

## Особенности использования pytest для проверки заданий

На курсе pytest используется, в первую очередь, для самопроверки заданий. Однако, эта проверка не является опциональной - задание считается сделанным, когда оно соблюдает все указанные пункты и проходит тесты. Со своей стороны, я тоже сначала проверяю задания автоматическими тестами, а затем уже смотрю код, пишу комментарии, если нужно и показываю вариант решения.

Поначалу тесты требуют усилий, но через пару разделов, они будут помогать в решении заданий.

**Предупреждение:** Тесты, которые написаны для заданий курса, не являются эталоном или best practice написания тестов. Тесты написаны с максимальным упором на понятность и многие вещи принято делать по-другому.

При решении заданий, особенно, когда есть сомнения по поводу итогового формата дан-

ных, которые должны быть получены, лучше посмотреть в тест. Например, если задание task\_9\_1.py, то соответствующий тест будет в файле tests/test\_task\_9\_1.py.

Пример теста tests/test\_task\_9\_1.py:

```
import pytest
import task_9_1
import sys
sys.path.append('..')

from common_functions import check_function_exists, check_function_params

# Проверяет создана ли функция generate_access_config в задании task_9_1
def test_function_created():
    check_function_exists(task_9_1, 'generate_access_config')

# Проверяет параметры функции
def test_function_params():
    check_function_params(function=task_9_1.generate_access_config,
                          param_count=2, param_names=['intf_vlan_mapping',
                           ↴'access_template'])

def test_function_return_value():
    access_vlans_mapping = {
        'FastEthernet0/12': 10,
        'FastEthernet0/14': 11,
        'FastEthernet0/16': 17
    }
    template_access_mode = [
        'switchport mode access', 'switchport access vlan',
        'switchport nonegotiate', 'spanning-tree portfast',
        'spanning-tree bpduguard enable'
    ]
    correct_return_value = ['interface FastEthernet0/12',
                           'switchport mode access',
                           'switchport access vlan 10',
                           'switchport nonegotiate',
                           'spanning-tree portfast',
                           'spanning-tree bpduguard enable',
                           'interface FastEthernet0/14',
                           'switchport mode access',
                           'switchport access vlan 11',
                           'switchport nonegotiate',
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```

'spanning-tree portfast',
'spanning-tree bpduguard enable',
'interface FastEthernet0/16',
'switchport mode access',
'switchport access vlan 17',
'switchport nonegotiate',
'spanning-tree portfast',
'spanning-tree bpduguard enable']

return_value = task_9_1.generate_access_config(access_vlans_mapping, template_
→access_mode)
assert return_value != None, "Функция ничего не возвращает"
assert type(return_value) == list, "Функция должна возвращать список"
assert return_value == correct_return_value, "Функция возвращает неправильное_
→значение"

```

Обратите внимание на переменную `correct_return_value` - в этой переменной содержится итоговый список, который должна возвращать функция `generate_access_config`. Поэтому, если, к примеру, по мере выполнения задания, возник вопрос надо ли добавлять пробелы перед командами или перевод строки в конце, можно посмотреть в teste, что именно требуется в результате. А также сверить свой вывод, с выводом в переменной `correct_return_value`.

## Как запускать тесты для проверки заданий

Самое главное, это откуда надо запускать тесты: все тесты надо запускать из каталога с заданиями раздела, а не из каталога `tests`. Например, в разделе `09_functions`, такая структура каталога с заданиями:

```
[~/repos/pyneng-7/pyneng-online-may-aug-2019/exercises/09_functions]
vagrant: [master|✓]
$ tree
.
├── config_r1.txt
├── config_sw1.txt
├── config_sw2.txt
├── conftest.py
├── task_9_1a.py
├── task_9_1.py
├── task_9_2a.py
├── task_9_2.py
└── task_9_3a.py
```

(continues on next page)

(продолжение с предыдущей страницы)

```
└── task_9_3.py
└── task_9_4.py
└── tests
    ├── test_task_9_1a.py
    ├── test_task_9_1.py
    ├── test_task_9_2a.py
    ├── test_task_9_2.py
    ├── test_task_9_3a.py
    ├── test_task_9_3.py
    └── test_task_9_4.py
```

Запускать тесты, в этом случае, надо из каталога 09\_functions:

```
[~/repos/pyneng-7/pyneng-online-may-aug-2019/exercises/09_functions]
vagrant: [master|✓]
$ pytest tests/test_task_9_1.py
=====
platform linux -- Python 3.7.3, pytest-4.6.2, py-1.5.2, pluggy-0.12.0
rootdir: /home/vagrant/repos/pyneng-7/pyneng-online-may-aug-2019/exercises/09_
functions
collected 3 items

tests/test_task_9_1.py ... [100%]

...
```

При запуске тестов из каталога tests, возникнут ошибки и тесты не будут выполняться.

## conftest.py

Кроме каталога test, к тестами относится и файл conftest.py - это специальный файл, в котором можно писать функции (а точнее фикстуры) общие для раных тестов. Например, в этот файл вынесены функции, которые подключаются по SSH/Telnet к оборудованию.

## Полезные команды

Запуск одного теста:

```
$ pytest tests/test_task_9_1.py
```

Запуск одного теста с более подробным выводом информации (показывает diff между данными в teste и тем, что получено из функции):

```
$ pytest tests/test_task_9_1.py -vv
```

Запуск всех тестов одного раздела:

```
[~/repos/pyneng-7/pyneng-online-may-aug-2019/exercises/09_functions]
vagrant: [master|✓]
$ pytest
=====
platform linux -- Python 3.6.3, pytest-4.6.2, py-1.5.2, pluggy-0.12.0
rootdir: /home/vagrant/repos/pyneng-7/pyneng-online-may-aug-2019/exercises/09_
functions
collected 21 items

tests/test_task_9_1.py ..F [ 14%]
tests/test_task_9_1a.py FFF [ 28%]
tests/test_task_9_2.py FFF [ 42%]
tests/test_task_9_2a.py FFF [ 57%]
tests/test_task_9_3.py FFF [ 71%]
tests/test_task_9_3a.py FFF [ 85%]
tests/test_task_9_4.py FFF [100%]

...
```

Запуск всех тестов одного раздела с отображением сообщений об ошибках в одну строку:

```
$ pytest --tb=line
```



# 10

## Продолжение обучения

Как правило, информацию тяжело усвоить с первого раза. Особенно, новую информацию.

Если делать практические задания и пометки, в ходе изучения, то усвоится намного больше информации, чем, если просто читать книгу. Но, скорее всего, в каком-то виде, надо будет читать о той же информации несколько раз.

Книга дает лишь основы Python и поэтому надо обязательно продолжать учиться и повторять уже пройденные темы и изучать новое. И тут есть множество вариантов:

- автоматизировать что-то в работе
- изучать дальше Python для автоматизации работы с сетью
- изучать Python без привязки к сетевому оборудованию

Тут ресурсы перечислены выборочно, с учетом того, что вы уже прочитали книгу. Но, кроме этого, я сделала [подборку ресурсов](#) в которой можно найти и другие материалы.

## Написание скриптов для автоматизации рабочих процессов

Скорее всего, после прочтения книги, появятся идеи, что можно автоматизировать на работе. Это отличный вариант, так как на реальной задаче всегда проще учиться и изучать новое. Но лучше не ограничиваться только рабочими задачами и изучать Python дальше.

Python позволяет делать достаточно многое обладая только базовыми знаниями. Поэтому не всегда рабочие задачи позволят принципиально повысить уровень знаний или подтолкнуть к этому, но зная Python лучше, те же задачи можно решать, как правило, намного проще. Поэтому лучше не останавливаться и учиться дальше.

Ниже описаны ресурсы с привязкой к сетевому оборудованию и в целом по Python. В зависимости от того, по каким материалам вы лучше учитесь, можно выбрать книги или видео курсы из списка

## **Python для автоматизации работы с сетевым оборудованием**

Книги:

- Network Programmability and Automation: Skills for the Next-Generation Network Engineer
- Mastering Python Networking (Eric Chou) - отчасти перекликается с тем, что рассматривалось в этой книге, но в ней есть и много новых тем. Плюс, рассматриваются примеры не только на оборудовании Cisco, но Juniper и Arista.

Блоги - позволяют быть в курсе новостей в этой сфере:

- Kirk Byers
- Jason Edelman
- Matt Oswalt
- Michael Kashin
- Henry Ölsner
- Mat Wood

У Packet Pushers достаточно часто выходят подкасты об автоматизации:

- Show 176 – Intro To Python & Automation For Network Engineers
- Show 198 – Kirk Byers On Network Automation With Python & Ansible
- Show 270: Design & Build 9: Automation With Python And Netmiko
- Show 332: Don't Believe The Programming Hype
- Show 333: Automation & Orchestration In Networking
- PQ Show 99: Netmiko & NAPALM For Network Automation

Проекты:

- CiscoConfParse - библиотека, которая парсит конфигурации типа Cisco IOS. С ее помощью можно: проверять существующие конфигурации маршрутизаторов/коммутаторов, получать определенную часть конфигурации, изменять конфигурацию
- NAPALM - NAPALM (Network Automation and Programmability Abstraction Layer with Multivendor support) это библиотека, которая позволяет работать с сетевым оборудованием разных вендоров, используя унифицированный API

- [NOC Project](#) - NOC is the scalable, high-performance and open-source OSS system for ISP, service and content providers
- [Requests](#) - библиотека для работы с HTTP
- [SaltStack](#) - аналог Ansible
- [Scapy](#) - сетевая утилита, которая позволяет манипулировать сетевыми пакетами
- [StackStorm](#) - StackStorm is event-driven automation commonly used for auto-remediation, security responses, facilitated troubleshooting, complex deployments, and more
- [netdev](#)
- [Nornir](#)
- [eNMS](#)

## Python без привязки к сетевому оборудованию

### Книги

Основы:

- [[Think Python](#)](<https://greenteapress.com/wp/think-python-2e/>) - хорошая книга по основам Python. В книге есть задания.
- [[Python Crash Course: A Hands-On, Project-Based Introduction to Programming](#)](<https://www.amazon.com/Python-Crash-Course-Hands-Project-Based-ebook/dp/B018UXJ9RI/>) - книга по основам Python. Половина книги посвящена «стандартному» описанию основ Python, а во второй половине эти основы используются для проектов. В книге есть задания.
- [[Automate the Boring Stuff with Python](#)](<https://automatetheboringstuff.com/>). [На русском](<https://www.odnoklassniki.ru/context/detail/id/137673590/>) - в этой книге можно найти много идей по автоматизации ежедневной работы. Тут рассматриваются такие темы: работа с файлами PDF, Excel, Word, отправка писем, работа с картинками, работа в веб

Среднего/продвинутого уровня:

- [[Python Tricks](#)](<https://www.amazon.com/Python-Tricks-Buffet-Awesome-Features-ebook/dp/B0785Q7GSY>) - отличный вариант для 2-3 книги по Python. В книге описываются различные аспекты Python и то как правильно использовать. Книга достаточно новая (конец 2017 года), в ней рассматривается Python 3.
- [[Effective Python: 59 Specific Ways to Write Better Python \(Effective Software Development Series\)](#)](<https://www.amazon.com/Effective-Python-Specific-Software-Development-ebook-dp-B00TKGY0GU/dp/B00TKGY0GU/>)

- книга полезных советов как лучше писать код. В конце 2019 года [планируется выход второго издания книги](<https://www.amazon.com/Effective-Python-Specific-Software-Development/dp/0134853989/>).

- [Dive Into Python 3](<http://diveintopython3.problemsolving.io/>) - коротко рассматриваются основы Python, а затем более продвинутые темы: closure, генераторы, тесты и так далее. Книга 2009 года, но рассматривается Python 3 и 99% тем остались без изменений.
- [Problem Solving with Algorithms and Data Structures using Python](<https://runestone.academy/runestone/static/pythonds/index.html>) - отличная книга по структурам данных и алгоритмам. Много примеров и домашних заданий. [На русском](<http://aliev.me/runestone/>)
- [Fluent Python](<https://www.amazon.com/gp/product/1491946008/>) - отличная книга по более продвинутым темам. Даже те темы, которые устарели в текущей версии Python (asyncio) стоит прочитать ради прекрасного объяснения темы.
- [Python Cookbook](<https://www.amazon.com/gp/product/1449340377/>) - отличная книга рецептов. Рассматривается огромное количество сценариев с решениями и пояснением.

## Курсы

- [MITx - 6.00.1x Introduction to Computer Science and Programming Using Python](#) - очень хороший курс по Python. Отличный вариант для продолжения обучения после книги. В нём вы и повторите пройденный материал по основам Python, но под другим углом и узнаете много нового. В курсе много практических заданий и он достаточно интенсивный.
- [Python от Computer Science Center](#) - отличные видеолекции по Python. Тут есть и немного основ и более продвинутые темы
- [Курсы от Talk Python](#)

## Сайты с задачами

- [Bites of Py](#)
- [HackerRank](#) - на этом сайте задачи разбиты по областям: алгоритмы, регулярные выражения, базы данных и другие. Но есть и базовые задачи
- [CheckIO - online game for Python and JavaScript coders](#)

## Подкасты

Подкасты позволяют в целом расширить кругозор и получить представление о разных проектах, модулях и библиотеках Python:

- [Talk Python To Me](#)
- [Best Python Podcasts](#)

## Документация

- [Официальная документация Python](#)
- [Python Module of the Week](#)
- [Tiny-Python-3.6-Notebook](#) - Отличная шпаргалка по Python 3.6



# 11

## Отзывы читателей книги и слушателей курса

### Ян Коробов

Курс Python для сетевых инженеров.

Вот и пролетели 3 месяца с первого занятия и пора писать отзыв. Как только я услышал про этот курс и что его ведет та самая Наташа Самойленко, я подумал вот оно! Как было бы здорово у нее поучится и ожидания оправдались на 200%!

Как и многих, кто вообще не занимался раньше программированием, перед курсом меня еще одолевали сомнения, а смогу ли я? Наверное, надо хорошо знать математику, итд. Все стереотипы быстро развеиваются. На деле программирование под руководством Наташи превращается в увлекательное, затягивающее дело. Серьезно, как по мне так это очень весело! Но это не значит, что Вас ждет легкая прогулка, сразу советую работать на максимум и делать все задания. Результат прямо пропорционален затраченным усилиям. На курсе попадаешь в атмосферу разработчика, подготовлены все необходимые инструменты для этого. Интенсивность курса средняя. Очень много практики и заданий в контексте сетевого администрирования. Как по мне так отличная структура, Одна, две лекции в неделю, остальная неделя на практические задания. В slack всегда можно рассчитывать на помошь Наташи по заданиям и конечно заряд мотивации на неделю обеспечен;) Иногда в чате можно встретить таких "монстров" как Эмиль Гарипов! Помимо этого, огромное количество дополнительного материала (помимо лекций, заданий и книги) И так, незаметно для себя ты уже между делом пишешь код что бы получить словарь из Английской книги потому что тебе не хватает словарного запаса. Или опрашиваешь 1000-и устройств, складывая результат в базу, применяешь шаблоны jinja, конфигурируешь, пишешь playbook в Ansible. И Наташа не может и не хочет стоять на месте поэтому появились дополнительные занятия после курса по ООП, что невероятно расширяет ваши возможности.

Что бы чему-то научиться нужно идти к лучшим, людям страстно одержимым своим делом, на наше счастье Наташа одинаково увлечена и программированием, и желанием научить нас, огромное тебе спасибо за это!!!

## Сергей Забабурин

Осталось три темы и я закончил воркшоп «Питон для сетевых инженеров» от Наташи Самойленко. Курс шел с сентября по ноябрь, 13 недель.

Я как всегда отжег: оплатил, ничего не делал и начал заниматься, когда группа прошла половину. Однако, начав, уже не смог оторваться и топлю до финала. Наташа, если вдруг не знаете, написала чуть меньше чем весь сетевой раздел XGU.ru , автоматизировала проект CCIE за год и написала для него первую «большую лабу». Послушать ее чарующий голос можно в клубе 256-TTL

В курсе сам Python, базы SQL, форматы YAML, JSON, шаблоны Jinja2 и, конечно, Ansible. 50 часов видео и 114 заданий для самостоятельной работы.

Почему этот курс?

Во-первых он продуман и оснащен всем необходимым инструментарием. Книга, лекции, записи лекций, домашние задания, тесты на повторение, графики «кто сдал а кто еще ЛОЛ» и конечно чатик, где всегда помогут а Наташа не спит вовсю.

Во-вторых это атмосфера. Шутки-прибаутки на лекциях. В чатике тебе не дадут решение сразу но заглумят в нужном направлении. Если вы когда то в общаге готовились к сессии, то должны понять. Что важно для меня - Наташа профессионал и очень увлеченный человек. Это подкупает в начале и очень поддерживает весь курс. Письма с ее фирменным «Все отлично! Но вот можно еще так и вот так и еще 3 другими способами....» ждешь как праздника.

В третьих Наташа коварна. Пройденные темы интервально повторяются в заданиях в разных вариациях, сами задания для каждой темы усложняются от номера к номеру, обрастают проверками, функционалом и проч. Например у вас позади остались базовые структуры данных, функции и форматы данных. И сейчас у вас подключение к оборудованию через netmiko. Что проще - два метода. Рано радуетесь - задание будет таким: возьмите файлик YAML с параметрами устройств, напишите пару функций, которые проходят по оборудованию из этого YAML и вводят команды. Сделайте скрипт таким, чтобы команды можно было ввести как угодно: поштучно или файлом или списком . Заодно проверьте ошибки (вдруг у вас командочка кричала) и на выходе сделайте два словаря в которых вложенные словари для команд которые прошли и которые нет. И не забудьте использовать регулярки)

И наконец, что действительно важно. Наташа заявляет: питон это просто и после курса вы будете его использовать в повседневной работе. Так и происходит. Начиная с азов и включая серьезные вещи (например потоки, производительность кода) шаг за шагом она выращивает в участнике навыки и знания с которыми можно идти и работать. Это курс для практиков, примеры из реальной жизни, материал подобран и сверстан так, что все нужное и всего достаточно. Если Вам требуется эффективно, в понятные сроки и за умеренную плату (сейчас это 250\$) закрыть вопрос с питоном - то вам сюда: [natenka.github.io/pyneng-online](https://natenka.github.io/pyneng-online)

ЗЫ: Если вам не нужно быстро и вы ходите как я два года сидеть и сожалеть на тему «как плохо не уметь писать скрипты для Juniper» то совсем даром на сайте выложена книга и Git с примерами и готовыми виртуалками для самостоятельных штудий.

## Александр Романов

Когда у меня стали отнимать слишком много времени рутинные задачи. Когда коэффициент подошёл к восьмидесяти процентам я понял что нужно что то менять. Я пробовал изучать сам , но из за недостатка времени у меня не получалось. И в один прекрасный день я натолкнулся на курс который предлагала Наташа Самойленко. С первых занятий я понял что этот курс ни в какой сравнение с теми которые у меня бывали раньше. Имея большой опыт в администрировании сетей показывала подходящие примеры для быстрейшего усвоения нами материалов и применения их в работе. И всегда старалась консультировать и отвечать на вопросы в отличии от других преподавателей на курсах которых я проходил ранее. Думаю этот курс прочно займет первое место среди всех курсов которые я проходил (наверное пока Наташа не выпустит что то новое). Думаю после этого запатентовать бренд Natasha Samoylenko как будущий сертификат качества.

## Денис Карпушин

Все что вы хотели знать о Python, но боялись спросить.

Основная проблема самостоятельного обучения это дисциплина. Сложно себя организовать и заставить вообще что-то делать, тем более довести все до конца. Я записался на курс чтобы была мотивация и оформленная программа обучения.

Все обучение построено в очень удобной форме, и каждый найдет для себя подходящий вариант. Доступны живые лекции, записи, книга, непосредственно общение с преподавателем. Можно комбинировать как вам удобно, чтобы обучение было в радость. Атмосфера почти домашняя (Спасибо Наташе).

Не имея никакого опыта в программировании за пару месяцев начал использовать Python для решения рабочих задач. Сложно представить что-то лучше этого курса если вы решили начать изучать программирование. Буду скучать по беседам, домашке, лекциям, и завидовать тем кому только предстоит всё это испытать.

## Евгений Овчинников

В октябре 2016 года я решил стать программистом и начал учиться. Покупал платные курсы от одного очень навязчивого своей рекламой образовательного российского интернет-ресурса. После нескольких месяцев обучения стало понятно, что прогресс хоть и есть, но довольно скромный.

Ключевой проблемой было то, что изучаемые материалы либо были слабо применимы к моей работе (инженер техподдержки в небольшом провайдере), либо неприменимы совсем. Оставалось только время в вечернее время и выходные дни. Постепенно я уставал и терял мотивацию что-то делать. Самовнушение не помогало. Вероятно я ошибся с выбором направления

(веб-разработка), или не сумел выделить нормальное количество времени на самостоятельную работу. На все это накладывалась сильная загруженность на новой работе - необходимо было быстро усваивать массу материала. К лету 2017 процесс стал совсем - я пытался что-то делать, но уже не было сил и желания. Пройдя примерно половину курса по специальности Веб-разработчик я понял, что больше не хочу этим заниматься и забил. Было грустно

Затем увидел на linkmeup.ru объявление о курсе «Питон для сетевых инженеров». Почитал описание курса и понял, что такой подход (ориентация на сетевую сферу) может резко увеличить мои шансы на успех. Ведь я изучаю язык программирования, который могу применить как раз на своем рабочем месте. Мне нужно опрашивать сетевое оборудование? Нужно. Мне нужно массово менять конфигурации? Нужно (хотя пока не решаюсь это делать скриптами, страшно). Вот тебе Python, товарищ! Бери и пользуйся.

Тааак. Что у нас с вакансиями по Питону? Да их куча! Кроме чисто программистских вакансий есть те же самые сетевые инженеры со знанием Питона, сетевые администраторы со знанием Питона... Даже научный сотрудник со знанием Питона на момент написание этих строк куда-то требуется. Читатель мой, ты понимаешь, что это означает? Научившись основам Питона и начав применять их на практике, ты еще не становишься программистом, но ты резко увеличиваешь количество доступных тебе вакансий. Твоя ценность на рынке труда существенно повышается.

В конце августа начались занятия. Наташа очень аккуратно подводила нас к мысли, что Питона бояться не надо. Что она за нас уже все инструменты подготовила. Что на сайте курса есть расписание курса, ссылки на задания по курсу, ссылки на материалы по занятиям в книге, ссылки на презентации по курсу, ссылки на репозиторий курса, ссылки на статьи о правильном обучении, ссылки на полезные ссылки в интернете... В общем студенту осталось только сесть перед монитором в назначенное время. Которое Наташа обозначила в календаре Google и предложила всем себе его добавить.

После многих лекций студентам рассылаются тесты, которые позволяют быстро проверить, что ты запомнил из нового материала. Это очень приятный и неожиданный для меня момент. Он еще раз показывает, насколько Наташа серьезно готовилась к проведению занятий.

Домашняя работа. Тут Наташа тоже подошла необычно: есть необходимый минимум заданий, которые нужно выполнить для получения сертификата. И есть максимум, который студенты делают по желанию. В любом случае практика программирования у студентов набирается достаточно большой. А уж если вы осилите максимум, то честь вам и почет! Я пока еще не осилил. Надежда тает с каждым днем, но пока есть :)

Теперь о том, что не понравилось. Часть материала можно было бы серьезно сократить. Я бы это сделал с разделами про параллельное подключение к оборудованию и материалами проAnsibl. Параллельное подключение довольно сложно идет для новичка. Я заснул в самом начале раздела и почти не просыпался до конца. Вроде как тема важная, но настолько мозг еще к такому материалу не готов, что он просто его игнорирует. Во время лекции я открывал вкладки в браузере, серфил, слушал музыку и иногда запускал видеоролики. В общем, вел себя как типичный студент, который пришел на лекцию чисто для галочки.

Ansibl. Он интересен, но я против его присутствия на курсе программирования. Изуче-

ние программирования забирает очень много времени. Это время нужно использовать по максимуму. Мы же часть этого времени отбираем на изучение инструмента для работы с сетями. Пусть этот инструмент написан на Питоне, но работать на Ансибле это не программирование. Это работать на ПО, которое само по себе нужно изучать. Мы же пришли изучать язык программирования.

Все остальные материалы мне понравились. Может быть надо можно углубить Jinja и TextFSM. Материала по ним немало, но мне показалось, что можно сделать побольше, т.к. шаблонизация в современном программировании очень важная вещь.

Трехмесячный курс по Питону закончился и сейчас в моей жизни происходит следующее: я поговорил с начальником отдела и получил задание, связанное с настройкой и допиливанием модуля на Питоне для нашей системы мониторинга. То есть я не просто сотрудник техподдержки, который умеет настраивать сетевое оборудование. Я теперь могу делать новые задачи, получать новый опыт и добавлять в «Избранное» много интересных вакансий. Слава великому Питону!

ЗЫ. Курсы с того образовательного портала надо бы пройти до конца - оплачено ведь. Но так неохота и лень 😊

## Олег Востриков

Курс «Python для сетевых инженеров» подкупает обилием примеров, понятных сетевым инженерам. Т.е. название не маркетинговый ход, а отвечает содержанию. Материал подобран и скомпонован очень удачно, что позволяет любому сетевику, независимо от уровня навыков программирования, начать погружение в Python и перейти от азов к решению реальных задач.

Лично мне курс пришелся как нельзя кстати, уже к середине курса я начал пытаться автоматизировать рабочие задачи. К окончанию курса это вылилось в настройку десятков тысяч устройств. Думаю не трудно представить, сколько времени потребовалось бы, чтобы повторить это вручную.

Отдельное спасибо Наташе за попытку привить слушателям «чистописание» кода и дополнительные варианты решенных задач, это помогает расширить кругозор и улучшить код как с эстетической, так и с практической точки зрения.

## Эмиль Гарипов

Чтобы понять почему именно этот курс и почему именно с Наташей мне надо упомянуть о себе любимом. Я не разу не программист и никогда им не был. Программисты всегда вызывали у меня уважение и долю здоровой зависти, когда за пару часов работы могли реализовать все твои хотелки. У меня всегда возникала ужас, когда дело касалось программирования в

школе, в университете или уже позже, когда я сам или с помощью других пытался освоить азы программирования вплоть до того момента как Наташа предложила пройти мне её курс.

Наташа особенный человек, человек - маяк, человек - наставник, который берёт за руку и ведёт легко и не принужденно сквозь все дебри ужасного для меня программирования. Здесь можно прыгнуть, здесь обойти, а здесь и вовсе отбросить. И что особенно меня поражает в Наташе, так это то, что она никогда не оставит без внимания ни один маломальский вопрос, всегда ответит, да ещё и с комментариями и различными вариантами ответов. И курс у неё выстроен также, как выложенная прямая красивая тропинка, но с препятствиями в виде интересных практических заданий, чтобы было весело и не скучно осваивать азы программирования. Кроме всего прочего в курсе даже учтены практически все инструменты для работы именно для начинающих. Первым занятием идёт подробное объяснение, как все устанавливать и начать работать. Для меня это оказалось чуть ли не самым важным, потому что до этого я никогда не сталкивался ни с гитом, ни с виртуальными окружением, ни со средой программирования.

Скажу честно, этот курс заставил мои мозги напрячься, но я давно не получал такого удовлетворения от процесса и самое главное избавился от фобии программирования. Рекомендую пройти этот курс и если есть какие-то сомнения, отбросить их, вы не только сможете, но и получите массу удовольствия.

## **Илья про книгу**

Благодаря курсу Python для сетевых инженеров от Наташи Самойленко, я захотел сменить квалификацию на девелопера, уже успешно решил ряд рутинных рабочих задач, постоянно надоедавших своим однообразием. Все начиналось с простой статьи на xgu.ru, но потом это стало чем то большим.

Простота и грациозность описания автоматизации процессов Наташи Самойленко позволила мне открыть дверь в ранее недоступный модный «DevOps». В связи с этим, помимо развития своих профессиональных навыков, я так же получил значительный бонус на рынке труда в виде дополнительных знаний. Мне как человеку который изучал немного Delphi в университете, да и то не достаточно глубоко, было довольно интересно и увлекательно разбираться с новой для меня стязей. Подача материала крайне «легка» для восприятия, и наглядна. Хорошие и полезные в ежедневной работе примеры.

Спасибо Наташе за отличный курс

## **Алексей Кириллов про онлайн курс**

Об этом курсе я узнал совершенно случайно. Наташа предложила моему непосредственному начальнику прочитать данный курс для подчиненных инженеров. Перед нашим отделом

как раз стояла актуальная задача тестирования оборудования. После непродолжительного согласования мы приступили к обучению.

Для большинства из нас это было первое знакомство с python. Но благодаря отличной подаче материала, а так же заданиям с разным уровнем сложности, обучение проходило весьма интересно и продуктивно. К сожалению, не все темы нашли применение в нашей работе, но главная цель была достигнута - мы начали создавать систему автоматизированного тестирования. Причем эти знания пригодились не только для одной конкретной задачи, но также позволили решить множество рутинных задач. А из некоторых скриптов выросли отдельные проекты.

Дело за малым - интересом. Подход, предлагаемый Наташой помогает не лезть в дебри программирования, а дает инструмент для автоматизации (а кто не хочет иметь больше свободного времени:), который легок в понимании человеку, который до этого работал только с сетями. До этого курса я пытался изучать python по популярным книгам в интернете, но каждый раз это быстро заканчивалось из-за скучности и непонимания как я могу это применить. В курсе же практически на каждую тему есть задачи, по которым вы видите практическое применение того или иного объекта языка.

## Слава Скороход про онлайн курс

О курсе я узнал из группы linkmeup в соцсети. Движимый желанием попрактиковаться в программировании под руководством такого уважаемого в сетевых (и не только) кругах человека, как Наташа, записался на него, и впоследствии не пожалел. Имел за плечами небольшой опыт программирования на других языках, но с Python столкнулся впервые, что, впрочем, не составило трудностей в его освоении, по большей части из-за качественной подачи материала. Полагаю, что курс найдет интерес как у начинающих, так и у сетевиков/разработчиков с определенным багажом знаний, так как темы рассматриваются не только по верхам, но и с погружением в детали реализации – например, про GIL я точно не ожидал услышать

Считаю удачным подход с демонстрацией конкретных, «живых» сетевых, а не абстрактных примеров. Хоть мне и кажется, что важно в первую очередь понимание концепции, а область ее применения со временем подскажут рабочие задачи, но, когда видишь реальные приложения того или иного модуля – это может дополнительно направить мысль в продуктивное русло.

После курса в сознании очень четко выстраивается картина того, куда еще расти и на какие темы стоит обратить внимание. Область применения средств автоматизации не просто обширна, а необъятна, и всегда есть, что еще изучить, но если вы хотели познакомиться с Python или автоматизацией в целом, но не знали, откуда подступиться – настоятельно рекомендую

В заключение хочу поблагодарить Наташу за проделанную работу. Это очень качественный слой информации на просторах рунета, который совершенно определенно может помочь как минимум избавиться от рутинных задач на текущем месте работы, а как максимум – может даже стать первым шагом на пути к смене квалификации.

## Марат Сибгатулин про онлайн курс

Не могу сказать, что Python ворвался в мои трудовые будни и окрасил их в жёлтый и синий. Всё-таки прямого применения скрипtingу в моей сфере я не вижу. Нет, это было, скорее, очередное необходимое расширение зоны незнания.

Что действительно изменило мир - это регулярные выражения. Теперь, открывая 50 мегабайт текстовых логов в Notepad++, я надеюсь, что придётся придумать регулярку похитрее, чтобы извлечь максимум релевантных строк. Да и фильтрация вывода в консоли стала более гибкой и функциональной.

За это спасибо лабораторкам в курсе и тестам после лекции, где задач на регулярные выражения было с избытком. Вообще практика построена очень удачным образом - она опирается на то, что было в лекциях, но добавляет существенные детали. Получается, что выполняя задания, не только практикуешь известную теорию, но и с неожиданной стороны видишь то, что казалось понятным. Лабораторки с изюминкой.

Лекции тоже важны. Несмотря на то, что они чётко идут по галавам книги, в них огромное количество отступлений, комментариев и фирменного наташиного юмора.

Один совет: не стесняйтесь задавать вопросы. Лектору очень важно понимать, что аудитория, тем более онлайн, следит за ним.

## Кирилл Плетнёв про книгу

Последние годы ни один настоящий сетевой инженер не мог не заметить звучащих тут и там таких «страшных» слов, как Network Automation, Network Programmability и Software Defined Networking. Для себя я давно решил, что нужно вливаться в струю не потому что, как часто говорят: «вы устареете и не будете востребованы»; я думаю, «классический сетевой инженер» никуда не денется; но потому что, если вы любите свою профессию, работать в современных реалиях и с современными инструментами - всегда очень интересно и приятно.

Не имея ни малейшего опыта программирования и послушав много мнений, я выбрал Python за то, что это язык общего назначения (т.е. применяется для решения самых разнообразных задач), он зрелый, хорошо поддерживается, имеет огромное комьюнити и как следствие очень много учебных материалов. Код Python легко пишется и читается, а подключение внешних библиотек обеспечивает представление результатов в любом желаемом формате. Также Python предпочитается многими вендорами сетевого оборудования, которых включают Python API в некоторые версии своих операционных систем. Узнав, что Наташа Самойленко написала книгу и сделала онлайн-курс «Python для сетевых инженеров», я решил, что это будет отправной точкой в моём путешествии в мир Network Programmability.

Книга замечательно написана и любое предложение или абзац закреплены практическими примерами, что, как мне кажется, является наилучшим форматом обучающего материала для технаря. И примеров этих много, очень. Материал закрепляется особенно хорошо благодаря

ря заданиям к каждой главе, которые всегда заставляют, подперев лицо кулаком, серьёзно подумать над стратегией решения. Большое разнообразие заданий довольно быстро учит стараться писать код красиво (насколько это возможно для новичка), а в Python это означает гибко и эффективно.

Уже по прошествии 6-и глав (а это буквально пару недель занятий) , мне подвернулись две рабочих задачи, которые были решены в кратчайшие сроки:

1. Перенос конфигурации NAT для более 1500 трансляций с Cisco IOS на FortiGate (т.е. абсолютно другой формат конфига).
2. И проверка работы системы фильтрации web-запросов.

Не знаю, сколько бы я колупался в Notepad++ в первом случае или выборочно открывал страницки из присланного заказчиком списка, но благодаря Python и конкретно курсу Наташи, каждая из задач была решена менее, чем за день. Перед тем, как взяться за курс, я и представить не мог, насколько Python удобен и прост в освоении.

В комплекте с курсом идёт тёплый приём в команде в Slack, где всегда можно спросить совета или поделиться своими наработками.

В 1001-й раз хочу поблагодарить Наташу за её замечательный и нужный труд, ежедневную помощь и ангельское терпение к моим «грязным» решениям =) Ни один мой вопрос не остался без ответа!

Разумеется один курс и 2 месяца вашей жизни не сделают из вас Киану Ривза в Python, но его более чем достаточно, чтобы понять, какие возможности он может вам дать. И как по мне, это безумно интересно =)

## Алексей про книгу

Я считаю, что это отличная книга, для людей которые направлены на результат. Написанная инженером, для инженеров. Всё чётко и лаконично. Прочёл главу и приступил к работе.

Очень много практики и это замечательно, если всю её делать, то вы обязательно сможете закрепить весь пройденный материал. Что не мало важно, практика может быть использована в реальной жизни и то, что вы напишите, скорее всего можно будет использовать в реальной жизни для реальных проектов.

Да, наверное, можно было бы или ещё меньше написать или наоборот «воды налить», но я считаю, что человеку которому это нужно для конкретных задач и который уже с чем-то подобным был знаком ранее это хороший вариант и отличный старт познания Python'a. Для меня эта книга сейчас как шпаргалка. Всего в голове не удержишь, а так я точно знаю, где и что быстро найти.

Я не скажу, что я сразу кинулся всё автоматизировать, но определённое количество задач я уже реализовал.

Спасибо большое Наташе за её труд и доступное изложение информации.