

# Python для сетевых инженеров

Третье издание

Автоматизация сети,  
программирование и DevOps

Эрик Чоу



Санкт-Петербург • Москва • Минск

2024

# Краткое содержание

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| Предисловие .....                                                    | 16  |
| Введение .....                                                       | 18  |
| Об авторе .....                                                      | 20  |
| О научном редакторе .....                                            | 21  |
| Вступление .....                                                     | 22  |
| Глава 1. Обзор TCP/IP и Python .....                                 | 27  |
| Глава 2. Низкоуровневое взаимодействие с сетевыми устройствами ..... | 61  |
| Глава 3. API и IDN-сети .....                                        | 100 |
| Глава 4. Основы Ansible .....                                        | 142 |
| Глава 5. Ansible: следующий уровень .....                            | 177 |
| Глава 6. Сетевая безопасность с использованием Python .....          | 211 |
| Глава 7. Сетевой мониторинг с использованием Python: часть 1 .....   | 240 |
| Глава 8. Сетевой мониторинг с использованием Python: часть 2 .....   | 270 |
| Глава 9. Создание сетевых веб-сервисов с помощью Python .....        | 305 |
| Глава 10. Облачные сетевые технологии AWS .....                      | 338 |
| Глава 11. Облачные сетевые технологии Azure .....                    | 373 |
| Глава 12. Анализ сетевых данных с помощью Elastic Stack .....        | 412 |
| Глава 13. Работа с Git .....                                         | 446 |
| Глава 14. Непрерывная интеграция с помощью Jenkins .....             | 474 |
| Глава 15. TDD для сетей .....                                        | 499 |

# Оглавление

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Предисловие .....                               | 16 |
| Введение .....                                  | 18 |
| Об авторе .....                                 | 20 |
| О научном редакторе .....                       | 21 |
| Вступление .....                                | 22 |
| Кому подойдет эта книга .....                   | 23 |
| Какие темы здесь освещаются .....               | 23 |
| Как извлечь максимум из этой книги .....        | 25 |
| Загрузка файлов с примерами кода .....          | 25 |
| Загрузка полноцветных иллюстраций .....         | 26 |
| Условные обозначения .....                      | 26 |
| От издательства .....                           | 26 |
| Глава 1. Обзор TCP/IP и Python .....            | 27 |
| Краткий обзор интернета .....                   | 29 |
| Серверы, хосты и сетевые компоненты .....       | 30 |
| Появление дата-центров .....                    | 31 |
| Модель OSI .....                                | 35 |
| Клиент-серверная модель .....                   | 37 |
| Наборы сетевых протоколов .....                 | 38 |
| Протокол управления передачей (TCP) .....       | 39 |
| Протокол пользовательских датаграмм (UDP) ..... | 40 |
| Межсетевой протокол (IP) .....                  | 41 |
| Обзор языка Python .....                        | 43 |
| Версии Python .....                             | 45 |
| Операционные системы .....                      | 46 |

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Выполнение программы на Python .....                                        | 47        |
| Встроенные в Python типы данных .....                                       | 48        |
| Операторы в Python .....                                                    | 54        |
| Средства управления потоком выполнения в Python .....                       | 55        |
| Функции в Python .....                                                      | 56        |
| Классы в Python .....                                                       | 57        |
| Модули и пакеты в Python .....                                              | 58        |
| Резюме .....                                                                | 60        |
| <b>Глава 2. Низкоуровневое взаимодействие с сетевыми устройствами .....</b> | <b>61</b> |
| Трудности работы с CLI .....                                                | 62        |
| Создание виртуальной лаборатории .....                                      | 64        |
| Физические устройства .....                                                 | 64        |
| Виртуальные устройства .....                                                | 65        |
| Cisco VIRL .....                                                            | 66        |
| Cisco DevNet и dCloud .....                                                 | 71        |
| GNS3 .....                                                                  | 73        |
| Библиотека Python Pexpect .....                                             | 75        |
| Виртуальная среда Python .....                                              | 75        |
| Установка Pexpect .....                                                     | 76        |
| Краткий обзор Pexpect .....                                                 | 76        |
| Наша первая программа на основе Pexpect .....                               | 81        |
| Другие возможности Pexpect .....                                            | 82        |
| Pexpect и SSH .....                                                         | 84        |
| Итоговая программа на основе Pexpect .....                                  | 85        |
| Библиотека Python Paramiko .....                                            | 86        |
| Установка Paramiko .....                                                    | 86        |
| Краткий обзор Paramiko .....                                                | 87        |
| Наша первая программа, написанная с использованием Paramiko .....           | 90        |
| Другие возможности Paramiko .....                                           | 91        |
| Итоговая программа на основе Paramiko .....                                 | 93        |
| Библиотека Netmiko .....                                                    | 94        |
| Фреймворк Nornir .....                                                      | 96        |
| Недостатки Pexpect и Paramiko по сравнению с другими инструментами .....    | 98        |
| Резюме .....                                                                | 99        |

|                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Глава 3. API и IDN-сети</b>                              | <b>100</b> |
| Инфраструктура как код                                      | 101        |
| Сети, ориентированные на намерения                          | 102        |
| Консольный вывод и структурированные результаты API-запроса | 103        |
| Моделирование данных для IaC                                | 106        |
| YANG и NETCONF                                              | 108        |
| API и платформа ACI от Cisco                                | 108        |
| Cisco NX-API                                                | 109        |
| Модель Cisco YANG                                           | 115        |
| Cisco ACI и APIC-EM                                         | 116        |
| Контроллер Cisco Meraki                                     | 119        |
| API на языке Python для Juniper Networks                    | 120        |
| Juniper и NETCONF                                           | 121        |
| Juniper PyEZ для разработчиков                              | 125        |
| API на языке Python для устройств Arista                    | 130        |
| Работа с eAPI от Arista                                     | 130        |
| Библиотека Arista Pyeapi                                    | 135        |
| Пример работы с VyOS                                        | 140        |
| Другие библиотеки                                           | 141        |
| Резюме                                                      | 141        |
| <b>Глава 4. Основы Ansible</b>                              | <b>142</b> |
| Ansible: более декларативный фреймворк                      | 143        |
| Короткий пример с Ansible                                   | 146        |
| Установка управляющего узла                                 | 146        |
| Установка разных версий Ansible из исходного кода           | 147        |
| Подготовка лаборатории                                      | 148        |
| Ваш первый сценарий Ansible                                 | 149        |
| Преимущества Ansible                                        | 153        |
| Отсутствие агентов                                          | 154        |
| Идемпотентность                                             | 155        |
| Простота и расширяемость                                    | 155        |
| Поддержка от производителей сетевого оборудования           | 156        |
| Архитектура Ansible                                         | 158        |
| YAML                                                        | 159        |
| Файлы реестров                                              | 159        |

|                                                  |            |
|--------------------------------------------------|------------|
| Переменные .....                                 | 161        |
| Шаблоны Jinja2 .....                             | 165        |
| Сетевые модули Ansible .....                     | 165        |
| Локальные соединения и факты .....               | 166        |
| Переменная provider .....                        | 166        |
| Пример Ansible с устройствами Cisco .....        | 168        |
| Пример сценария для Ansible 2.8 .....            | 171        |
| Пример Ansible с устройствами Juniper .....      | 174        |
| Пример Ansible с устройствами Arista .....       | 175        |
| Резюме .....                                     | 176        |
| <b>Глава 5. Ansible: следующий уровень .....</b> | <b>177</b> |
| Подготовка лаборатории .....                     | 178        |
| Условные выражения в Ansible .....               | 178        |
| Выражение when .....                             | 179        |
| Факты о сетевых устройствах в Ansible .....      | 181        |
| Условные выражения в сетевых модулях .....       | 184        |
| Циклы в Ansible .....                            | 185        |
| Стандартные циклы .....                          | 186        |
| Циклический перебор словарей .....               | 188        |
| Шаблоны .....                                    | 190        |
| Переменные в шаблонах Jinja2 .....               | 192        |
| Циклы в Jinja2 .....                             | 193        |
| Условные выражения в Jinja2 .....                | 193        |
| Переменные групп и хостов .....                  | 196        |
| Переменные группы .....                          | 196        |
| Переменные хоста .....                           | 197        |
| Ansible Vault .....                              | 198        |
| Подключение файлов и роли в Ansible .....        | 200        |
| Инструкции include в Ansible .....               | 201        |
| Роли Ansible .....                               | 202        |
| Написание собственного модуля .....              | 206        |
| Ваш первый модуль .....                          | 206        |
| Ваш второй модуль .....                          | 208        |
| Резюме .....                                     | 210        |

|                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Глава 6. Сетевая безопасность с использованием Python</b>        | <b>211</b> |
| Подготовка лаборатории                                              | 212        |
| Python Scapy                                                        | 216        |
| Установка Scapy                                                     | 216        |
| Интерактивные примеры                                               | 218        |
| Захват пакетов с помощью Scapy                                      | 220        |
| Сканирование TCP-портов                                             | 221        |
| Коллекция пакетов для проверки связи                                | 225        |
| Распространенные атаки                                              | 226        |
| Ресурсы о Scapy                                                     | 226        |
| Списки доступа                                                      | 227        |
| Реализация списков доступа с помощью Ansible                        | 228        |
| Списки доступа по MAC-адресам                                       | 231        |
| Поиск в Syslog                                                      | 233        |
| Поиск с помощью модуля регулярных выражений                         | 234        |
| Другие инструменты                                                  | 236        |
| Приватные VLAN                                                      | 236        |
| UFW и Python                                                        | 237        |
| Дополнительный материал                                             | 238        |
| Резюме                                                              | 239        |
| <b>Глава 7. Сетевой мониторинг с использованием Python: часть 1</b> | <b>240</b> |
| Подготовка лаборатории                                              | 241        |
| SNMP                                                                | 242        |
| Подготовка                                                          | 244        |
| PySNMP                                                              | 246        |
| Python для визуализации данных                                      | 251        |
| Matplotlib                                                          | 252        |
| Pygal                                                               | 259        |
| Работа с Sacti в Python                                             | 264        |
| Установка                                                           | 265        |
| Сценарий на Python в качестве источника данных                      | 267        |
| Резюме                                                              | 269        |
| <b>Глава 8. Сетевой мониторинг с использованием Python: часть 2</b> | <b>270</b> |
| Graphviz                                                            | 271        |
| Подготовка лаборатории                                              | 272        |

|                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------|------------|
| Установка .....                                                      | 274        |
| Примеры работы с Graphviz .....                                      | 274        |
| Примеры с Graphviz и Python .....                                    | 277        |
| Создание графа ближайших соседей с помощью LLDP .....                | 278        |
| Потоковый мониторинг .....                                           | 287        |
| Разбор NetFlow с помощью Python .....                                | 288        |
| Мониторинг трафика с помощью ntop .....                              | 293        |
| Расширение ntop с помощью Python .....                               | 296        |
| sFlow .....                                                          | 300        |
| Резюме .....                                                         | 304        |
| <b>Глава 9. Создание сетевых веб-сервисов с помощью Python .....</b> | <b>305</b> |
| Сравнение веб-фреймворков для Python .....                           | 307        |
| Flask и подготовка лаборатории .....                                 | 309        |
| Введение в фреймворк Flask .....                                     | 310        |
| Клиент HTTPie .....                                                  | 312        |
| Маршрутизация URL .....                                              | 313        |
| URL-переменные .....                                                 | 314        |
| Генерация URL .....                                                  | 316        |
| Возвращение результата с помощью jsonify .....                       | 317        |
| API для сетевых ресурсов .....                                       | 318        |
| Flask-SQLAlchemy .....                                               | 318        |
| API для работы с содержимым сети .....                               | 320        |
| API для работы с устройствами .....                                  | 323        |
| API для работы с отдельными устройствами .....                       | 325        |
| Динамические сетевые операции .....                                  | 326        |
| Асинхронные операции .....                                           | 328        |
| Аутентификация и авторизация .....                                   | 331        |
| Выполнение Flask в контейнерах .....                                 | 333        |
| Резюме .....                                                         | 337        |
| <b>Глава 10. Облачные сетевые технологии AWS .....</b>               | <b>338</b> |
| Подготовка к работе с AWS .....                                      | 339        |
| AWS CLI и Python SDK .....                                           | 340        |
| Обзор сети AWS .....                                                 | 344        |
| Виртуальное частное облако .....                                     | 351        |
| Таблицы и цели маршрутизации .....                                   | 355        |

|                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------|------------|
| Автоматизация с использованием CloudFormation .....                  | 357        |
| Группы безопасности и списки доступа к сети .....                    | 361        |
| Elastic IP .....                                                     | 363        |
| NAT-шлюзы .....                                                      | 364        |
| Direct Connect и VPN .....                                           | 366        |
| VPN-шлюзы .....                                                      | 366        |
| Direct Connect .....                                                 | 367        |
| Сервисы для масштабирования сетей .....                              | 368        |
| Elastic Load Balancing .....                                         | 369        |
| Сервис Route 53 DNS .....                                            | 370        |
| Доставка содержимого с использованием CloudFront .....               | 370        |
| Другие сетевые сервисы от AWS .....                                  | 371        |
| Резюме .....                                                         | 371        |
| <b>Глава 11. Облачные сетевые технологии Azure .....</b>             | <b>373</b> |
| Сравнение сетевых сервисов в Azure и AWS .....                       | 374        |
| Подготовка к работе с Azure .....                                    | 375        |
| Администрирование Azure и API .....                                  | 378        |
| Субъекты-службы в Azure .....                                        | 381        |
| Сравнение Python и PowerShell .....                                  | 383        |
| Глобальная инфраструктура Azure .....                                | 384        |
| Виртуальные сети Azure .....                                         | 386        |
| Доступ к интернету .....                                             | 389        |
| Создание сетевых ресурсов .....                                      | 392        |
| Конечные точки сервисов для VNet .....                               | 394        |
| VNet-пиринг .....                                                    | 395        |
| Маршрутизация в виртуальных сетях .....                              | 397        |
| Сетевые группы безопасности .....                                    | 402        |
| Azure VPN .....                                                      | 405        |
| Azure ExpressRoute .....                                             | 408        |
| Сетевые балансировщики нагрузки в Azure .....                        | 409        |
| Другие сетевые сервисы Azure .....                                   | 411        |
| Резюме .....                                                         | 411        |
| <b>Глава 12. Анализ сетевых данных с помощью Elastic Stack .....</b> | <b>412</b> |
| Что такое Elastic Stack .....                                        | 413        |
| Топология лаборатории .....                                          | 415        |

|                                                                    |            |
|--------------------------------------------------------------------|------------|
| Elastic Stack как услуга .....                                     | 420        |
| Первый полный пример .....                                         | 421        |
| Elasticsearch и клиент на языке Python .....                       | 425        |
| Прием данных с помощью Logstash .....                              | 427        |
| Прием данных с использованием Beats .....                          | 430        |
| Поиск с помощью Elasticsearch .....                                | 435        |
| Визуализация данных с использованием Kibana .....                  | 440        |
| Резюме .....                                                       | 445        |
| <b>Глава 13. Работа с Git .....</b>                                | <b>446</b> |
| Git и разные аспекты управления контентом .....                    | 447        |
| Введение в Git .....                                               | 448        |
| Преимущества Git .....                                             | 449        |
| Терминология Git .....                                             | 450        |
| Git и GitHub .....                                                 | 451        |
| Подготовка Git к работе .....                                      | 451        |
| Gitignore .....                                                    | 452        |
| Примеры работы с Git .....                                         | 454        |
| Ветви в Git .....                                                  | 458        |
| Пример работы с GitHub .....                                       | 460        |
| Git и Python .....                                                 | 467        |
| GitPython .....                                                    | 467        |
| PyGitHub .....                                                     | 468        |
| Автоматизация резервного копирования конфигурационных файлов ..... | 470        |
| Совместная работа с использованием Git .....                       | 472        |
| Резюме .....                                                       | 473        |
| <b>Глава 14. Непрерывная интеграция с помощью Jenkins .....</b>    | <b>474</b> |
| Традиционный процесс управления изменениями .....                  | 475        |
| Введение в непрерывную интеграцию .....                            | 477        |
| Установка Jenkins .....                                            | 478        |
| Пример с Jenkins .....                                             | 481        |
| Первое задание для сценария на Python .....                        | 481        |
| Плагины Jenkins .....                                              | 487        |
| Пример непрерывной интеграции в контексте сетевых технологий ..... | 489        |
| Jenkins и Python .....                                             | 496        |

|                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|------------|
| Непрерывная интеграция в контексте администрирования сети ..... | 497        |
| Резюме .....                                                    | 498        |
| <b>Глава 15. TDD для сетей .....</b>                            | <b>499</b> |
| Обзор разработки через тестирование .....                       | 500        |
| Разные виды тестов .....                                        | 501        |
| Топология как код .....                                         | 502        |
| Модуль unittest .....                                           | 507        |
| Еще о тестировании в Python .....                               | 510        |
| Примеры с pytest .....                                          | 511        |
| Написание тестов для сетей .....                                | 513        |
| Тестирование доступности .....                                  | 514        |
| Тестирование задержек сети .....                                | 515        |
| Тестирование безопасности .....                                 | 516        |
| Тестирование транзакций .....                                   | 517        |
| Тестирование сетевой конфигурации .....                         | 517        |
| Тестирование сценариев Ansible .....                            | 518        |
| Интеграция pytest с Jenkins .....                               | 519        |
| Интеграция с Jenkins .....                                      | 519        |
| pyATS и Genie .....                                             | 524        |
| Резюме .....                                                    | 527        |