

---

# Содержание

Об авторе	17
Об изображении на обложке	17
<b>Введение</b>	<b>19</b>
Соглашения, принятые в книге	22
Файлы примеров и цветные иллюстрации	23
Ждем ваших отзывов!	24
<hr/>	
<b>Часть I. Python и финансовые вычисления</b>	
<b>Глава 1. Python как инструмент финансовых расчетов</b>	<b>27</b>
Язык программирования Python	27
Краткая история Python	30
Экосистема Python	31
Круг пользователей Python	33
Стек научных пакетов	33
Технологии в финансовой отрасли	35
Инвестиции в технологии	35
Технологии как движущая сила	36
Технологии и кадры решают все	37
В погоне за скоростью, производительностью и объемами данных	38
Анализ в реальном времени	39
Python для финансовых расчетов	40
Синтаксис Python, применяемый в финансовых вычислениях	41
Эффективность и производительность кода Python	45
От прототипа к готовому приложению	51
Финансовые расчеты на основе данных и искусственного интеллекта	52
Финансовые системы, управляемые данными	52
Финансовые системы на основе искусственного интеллекта	57
Резюме	60
Дополнительные ресурсы	61
<b>Глава 2. Инфраструктура Python</b>	<b>63</b>
conda как менеджер пакетов	65
Установка Miniconda	65
Выполнение основных команд в менеджере conda	67

conda как менеджер виртуального окружения	72
Контейнеры Docker	76
Контейнеры и образы	76
Создание образа Docker с Ubuntu и Python	77
Облачные экземпляры	82
Открытый и закрытый ключи RSA	83
Конфигурационный файл Jupyter Notebook	84
Сценарий установки Python и Jupyter Notebook	86
Сценарий оркестровки для процесса установки дроплета	87
Резюме	89
Дополнительные ресурсы	90

---

## Часть II. Основы Python

<b>Глава 3. Типы данных и структуры Python</b>	<b>93</b>
Основные типы данных	94
Целые числа	94
Числа с плавающей точкой	95
Булевы значения	98
Строки	102
Пример: вывод и замена строк	104
Пример: регулярные выражения	107
Основные структуры данных	109
Кортежи	109
Списки	110
Пример: управляющие конструкции	112
Пример: функциональное программирование	114
Словари	116
Множества	117
Резюме	119
Дополнительные ресурсы	119
<b>Глава 4. Работа с массивами NumPy</b>	<b>121</b>
Массивы данных	122
Преобразование списка в массив	122
Класс <code>array</code>	124
Обычные массивы NumPy	127
Основные операции	127
Многомерные массивы	130
Метаинформация	134

Изменение формы и размера массива	135
Булевы массивы	139
Скорость выполнения операций	141
Структурированные массивы NumPy	143
Векторизация кода	145
Основные способы векторизации	145
Эффективное использование памяти	149
Резюме	151
Дополнительные ресурсы	152
<b>Глава 5. Анализ данных с помощью библиотеки pandas</b>	<b>153</b>
Класс <b>DataFrame</b>	154
Знакомство с классом <b>DataFrame</b>	154
Расширенные возможности класса <b>DataFrame</b>	159
Основные аналитические возможности	164
Основные инструменты визуализации	168
Класс <b>Series</b>	171
Группирование данных	172
Сложные операции извлечения данных	175
Конкатенация, соединение и слияние данных	179
Конкатенация	179
Соединение	181
Слияние	183
Производительность вычислений	186
Резюме	189
Дополнительные ресурсы	189
<b>Глава 6. Объектно-ориентированное программирование</b>	<b>191</b>
Обзор объектов Python	195
<b>int</b>	195
<b>list</b>	196
<b>ndarray</b>	197
<b>DataFrame</b>	199
Основные операции с классами Python	201
Модель данных Python	206
Код класса <b>Vector</b>	211
Резюме	212
Дополнительные ресурсы	212

---

## Часть III. Обработка и анализ финансовых данных

<b>Глава 7. Визуализация данных</b>	215
Статические двумерные графики	216
Одномерные наборы данных	217
Двухмерные наборы данных	223
Другие типы диаграмм	231
Статические трехмерные диаграммы	239
Интерактивные двумерные диаграммы	243
Базовые графики	243
Финансовые диаграммы	248
Резюме	252
Дополнительные ресурсы	253
<b>Глава 8. Финансовые временные ряды</b>	255
Финансовые данные	256
Импорт данных	256
Статистическая сводка	260
Изменения во времени	263
Прореживание данных	266
Скользящая статистика	268
Общие сведения	269
Пример технического анализа	271
Корреляционный анализ	274
Исходные данные	274
Логарифмическая доходность	276
Регрессионный анализ по методу наименьших квадратов	277
Корреляция	278
Высокочастотные данные	279
Резюме	282
Дополнительные ресурсы	282
<b>Глава 9. Операции ввода-вывода</b>	283
Базовые операции ввода-вывода в Python	284
Запись объектов на диск	285
Чтение и запись текстовых файлов	288
Работа с реляционными базами данных	292
Считывание и запись массивов NumPy	295
Ввод и вывод данных с помощью библиотеки pandas	299

Работа с реляционными базами данных	300
Импорт данных из реляционных баз данных	302
Работа с CSV-файлами	305
Работа с файлами Excel	306
Ввод и вывод данных с помощью PyTables	308
Работа с таблицами	308
Работа со сжатыми таблицами	317
Работа с массивами	319
Вычисления в условиях нехватки памяти	321
Ввод и вывод данных с помощью TsTables	324
Исходные данные	325
Хранение данных	326
Извлечение данных	328
Резюме	330
Дополнительные ресурсы	331
<b>Глава 10. Производительность Python</b>	<b>333</b>
Циклы	334
Python	335
NumPy	336
Numba	337
Cython	338
Алгоритмы	340
Простые числа	340
Числа Фибоначчи	345
Число $\pi$	349
Биномиальные деревья	353
Python	354
NumPy	355
Numba	357
Cython	358
Метод Монте-Карло	359
Python	361
NumPy	362
Numba	363
Cython	364
Параллельные вычисления	365
Рекурсивный алгоритм библиотеки pandas	366
Python	367
Numba	369

Cython	370
Резюме	371
Дополнительные ресурсы	372
<b>Глава 11. Математические инструменты</b>	<b>373</b>
Аппроксимация	374
Регрессия	375
Интерполяция	386
Выпуклое программирование	391
Глобальная оптимизация	392
Локальная оптимизация	394
Условная оптимизация	395
Интегрирование	398
Численное интегрирование	400
Интегрирование методами моделирования	400
Символьные вычисления	401
Общие сведения	401
Решение уравнений	404
Интегрирование	404
Дифференцирование	406
Резюме	407
Дополнительные ресурсы	408
<b>Глава 12. Стохастические методы</b>	<b>409</b>
Случайные числа	410
Моделирование	417
Случайные переменные	417
Случайные процессы	421
Уменьшение дисперсии	438
Оценка опционов	441
Европейские опционы	442
Американские опционы	448
Оценка рисков	451
Стоимость под риском	451
Поправка на кредитный риск	456
Общий сценарий Python	460
Резюме	463
Дополнительные ресурсы	464

<b>Глава 13. Статистический анализ</b>	465
Нормальное распределение	466
Эталонный портфель	467
Существующие исторические данные	479
Оптимизация портфеля	486
Данные	486
Теоретическое обоснование	488
Оптимальный портфель	493
Граница эффективности	496
Линия рынка капиталов	498
Байесовская статистика	502
Формула Байеса	502
Байесовская регрессия	503
Два финансовых инструмента	508
Обновление оценочных значений со временем	513
Машинное обучение	518
Обучение без учителя	519
Обучение с учителем	522
Резюме	540
Дополнительные ресурсы	541
<hr/>	
<b>Часть IV. Алгоритмическая торговля</b>	
<b>Глава 14. Торговая платформа FXCM</b>	545
Настройка программного интерфейса FXCM	546
Получение данных	547
Получение тиковых данных	548
Получение свечных данных	550
Работа с программным интерфейсом FXCM	553
Получение исторических данных	553
Получение потоковых данных	556
Размещение заявок	557
Учетные данные	559
Резюме	560
Дополнительные ресурсы	560
<b>Глава 15. Торговые стратегии</b>	561
Простое скользящее среднее	562
Импорт данных	563

Торговая стратегия	564
Векторизованное тестирование на исторических данных	566
Оптимизация	569
Гипотеза случайного блуждания	571
Линейная регрессия по методу наименьших квадратов	575
Данные	575
Регрессия	578
Кластеризация	581
Частотный подход	583
Классификация	586
Два бинарных признака	586
Пять бинарных признаков	588
Пять дискретизированных признаков	590
Последовательное разделение данных на обучающий и тестовый наборы	592
Рандомизированное разделение данных на обучающий и тестовый наборы	594
Глубокие нейронные сети	596
DNN и библиотека Scikit-learn	596
DNN и библиотека TensorFlow	599
Резюме	604
Дополнительные ресурсы	604
<b>Глава 16. Автоматизированная торговля</b>	<b>607</b>
Управление капиталом	608
Критерий Келли в биномиальной модели	608
Критерий Келли в биржевой торговле	614
Торговая стратегия, основанная на машинном обучении	619
Векторизованное тестирование на исторических данных	620
Оптимальный левверидж	626
Анализ рисков	628
Сохранение объекта модели	633
Веб-алгоритм	633
Инфраструктура и развертывание	636
Протоколирование и мониторинг	638
Резюме	640
Сценарии Python	641
Автоматизированная торговая стратегия	641
Мониторинг стратегии	644
Дополнительные ресурсы	645



---

## Часть V. Анализ деривативов

<b>Глава 17. Принципы оценки опционов</b>	649
Фундаментальная теорема ценообразования финансовых активов	650
Простой пример	650
Общая модель	651
Риск-нейтральное дисконтирование	653
Моделирование и обработка дат	653
Постоянная краткосрочная ставка	656
Рыночная среда	658
Резюме	662
Дополнительные ресурсы	663
<b>Глава 18. Финансовое моделирование</b>	665
Генерирование случайных чисел	666
Общий класс моделирования	668
Геометрическое броуновское движение	673
Класс моделирования	673
Пример использования	676
Прыжковая диффузия	679
Класс моделирования	679
Пример использования	682
Диффузия по закону квадратного корня	684
Класс моделирования	685
Пример использования	687
Резюме	689
Дополнительные ресурсы	690
<b>Глава 19. Оценка деривативов</b>	691
Общий класс оценки деривативов	692
Европейский опцион	696
Класс оценки	697
Пример использования	699
Американский опцион	705
Метод наименьших квадратов Монте-Карло	705
Класс оценки	707
Пример использования	710
Резюме	713
Дополнительные ресурсы	715

<b>Глава 20. Оценка портфеля</b>	717
Деривативные позиции	718
Класс деривативной позиции	718
Пример использования	721
Портфели деривативов	722
Класс портфеля	723
Пример использования	728
Резюме	736
Дополнительные ресурсы	738
<b>Глава 21. Оценка на основе рыночных данных</b>	739
Данные опционов	740
Калибровка модели	743
Релевантные рыночные данные	743
Моделирование опционов	745
Процедура калибровки	748
Оценка портфеля	755
Моделирование опционных позиций	755
Портфель опционов	756
Код Python	758
Резюме	760
Дополнительные ресурсы	761
<hr/>	
<b>Часть VI. Приложения</b>	
<b>Приложение А. Обработка значений даты и времени</b>	765
Python	765
NumPy	771
pandas	775
<b>Приложение Б. Класс опционов в модели Блэка — Шоулза — Мертона</b>	781
Определение класса	781
Пример использования	783
<b>Предметный указатель</b>	787