

## Отзывы о первом издании

«Самое понятное объяснение глубокого обучения, которое я когда-либо встречал... приятно и легко читается».

– *Ричард Тобиас, Cephasonics*

«Эта книга сокращает разрыв между идеями и работающей системой глубокого обучения».

– *Петр Рабинович, Akamai*

«Все основные темы и концепции глубокого обучения раскрыты и доходчиво объяснены с использованием примеров кода и графиков вместо математических формул».

– *Срджан Сантич, Springboard.com*

# Оглавление

---

1	■	Что такое глубокое обучение? .....	24
2	■	Математические основы нейронных сетей .....	55
3	■	Введение в Keras и TensorFlow.....	104
4	■	Примеры работы с нейросетью: классификация и регрессия .....	143
5	■	Основы машинного обучения .....	173
6	■	Обобщенный рабочий процесс машинного обучения .....	215
7	■	Работа с Keras: углубленные навыки.....	239
8	■	Глубокое обучение в компьютерном зрении .....	277
9	■	Глубокое обучение для компьютерного зрения.....	321
10	■	Глубокое обучение и временные ряды .....	370
11	■	Глубокое обучение в обработке текстов .....	408
12	■	Генеративные модели глубокого обучения .....	484
13	■	Глубокое обучение в реальной жизни .....	547
14	■	Заключение.....	571

# Содержание

---

Оглавление .....	6
Предисловие .....	15
Благодарности .....	17
Об этой книге .....	18
Об иллюстрации на обложке .....	22
Об авторах .....	23

<b>1</b>	<b>Что такое глубокое обучение?</b> .....	24
1.1	Искусственный интеллект, машинное и глубокое обучение .....	25
1.1.1	Искусственный интеллект .....	25
1.1.2	Машинное обучение .....	26
1.1.3	Извлечение правил и представлений из данных .....	28
1.1.4	«Глубина» глубокого обучения .....	31
1.1.5	Принцип действия глубокого обучения в трех рисунках .....	33
1.1.6	Каких успехов достигло глубокое обучение .....	35
1.1.7	Не верьте рекламной шумихе .....	36
1.1.8	Перспективы развития ИИ .....	37
1.2	Краткая история машинного обучения .....	38
1.2.1	Вероятностное моделирование .....	39
1.2.2	Первые нейронные сети .....	39
1.2.3	Ядерные методы .....	40
1.2.4	Деревья решений, случайные леса и градиентный бустинг .....	42
1.2.5	Назад к нейронным сетям .....	43
1.2.6	Отличительные черты глубокого обучения .....	44
1.2.7	Современный ландшафт машинного обучения .....	45
1.3	Почему глубокое обучение? Почему сейчас? .....	47
1.3.1	Оборудование .....	48
1.3.2	Данные .....	49
1.3.3	Алгоритмы .....	50
1.3.4	Новая волна инвестиций .....	51
1.3.5	Демократизация глубокого обучения .....	52
1.3.6	Ждать ли продолжения этой тенденции? .....	52

<b>2</b>	<b>Математические основы нейронных сетей</b> .....	55
2.1	Первое знакомство с нейронной сетью .....	56
2.2	Представление данных для нейронных сетей .....	60
2.2.1	Скаляры (тензоры нулевого ранга) .....	61
2.2.2	Векторы (тензоры первого ранга) .....	61
2.2.3	Матрицы (тензоры второго ранга) .....	62
2.2.4	Тензоры третьего и более высокого рангов .....	62
2.2.5	Ключевые атрибуты .....	62
2.2.6	Манипулирование тензорами в R .....	64
2.2.7	Пакеты данных .....	64
2.2.8	Практические примеры тензоров с данными .....	65
2.2.9	Векторные данные .....	65
2.2.10	Временные ряды, или последовательности данных .....	66
2.2.11	Изображения .....	67
2.2.12	Видеоданные .....	67
2.3	Шестеренки нейронных сетей: операции с тензорами .....	68
2.3.1	Поэлементные операции .....	69
2.3.2	Операции с тензорами разной размерности .....	70
2.3.3	Скалярное произведение тензоров .....	72
2.3.4	Изменение формы тензора .....	74
2.3.5	Геометрическая интерпретация операций с тензорами .....	75
2.3.6	Геометрическая интерпретация глубокого обучения .....	79
2.4	Механизм нейронных сетей: оптимизация на основе градиента .....	80
2.4.1	Что такое производная? .....	82
2.4.2	Производная операций с тензорами: градиент .....	83
2.4.3	Стохастический градиентный спуск .....	85
2.4.4	Объединение производных: алгоритм обратного распространения ошибки .....	88
2.5	Возвращаясь к нашему первому примеру .....	95
2.5.1	Повторная реализация нашего первого примера с нуля в TensorFlow .....	97
2.5.2	Выполнение одного шага обучения .....	99
2.5.3	Полный цикл обучения .....	101
2.5.4	Оценка модели .....	102
	Краткие итоги главы .....	103
<b>3</b>	<b>Введение в Keras и TensorFlow</b> .....	104
3.1	Что такое TensorFlow? .....	105
3.2	Что такое Keras? .....	106
3.3	Keras и TensorFlow: краткая история .....	107
3.4	Интерфейсы Python и R: краткая история .....	108
3.5	Настройка среды разработки для глубокого обучения .....	109
3.5.1	Установка Keras и TensorFlow .....	110
3.6	Первые шаги с TensorFlow .....	111
3.6.1	Тензоры TensorFlow .....	112
3.7	Атрибуты тензоров .....	113

3.7.1	Форма тензора и ее изменение .....	114
3.7.2	Срезы тензоров .....	116
3.7.3	Операции с тензорами разной размерности .....	117
3.7.4	Модуль <i>tf</i> .....	117
3.7.5	Неизменность тензоров и переменные .....	119
3.7.6	Математические операции в <i>TensorFlow</i> .....	120
3.7.7	Взгляд на <i>API GradientTape</i> с другой стороны .....	121
3.7.8	Полный пример: линейный классификатор в чистом <i>TensorFlow</i> .....	122
3.8	Анатомия нейронной сети и основы <i>API Keras</i> .....	127
3.8.1	Слои: строительные блоки глубокого обучения .....	128
3.8.2	От слоев к моделям .....	132
3.8.3	Этап «компиляции»: настройка процесса обучения .....	134
3.8.4	Выбор функции потерь .....	137
3.8.5	Использование метода <i>fit()</i> .....	138
3.8.6	Отслеживание потерь и показателей на контрольных данных .....	139
3.8.7	Использование модели после обучения .....	140
	Краткие итоги главы .....	141

## 4 Примеры работы с нейросетью: классификация и регрессия .....

4.1	Классификация отзывов к фильмам: пример бинарной классификации .....	145
4.1.1	Набор данных <i>IMDB</i> .....	145
4.1.2	Подготовка данных .....	147
4.1.3	Создание модели .....	148
4.1.4	Проверка вашего выбора .....	151
4.1.5	Использование обученной сети для прогнозирования на новых данных .....	154
4.1.6	Продолжаем эксперименты .....	155
4.1.7	Промежуточные итоги .....	155
4.2	Классификация новостных лент: пример многоклассовой классификации .....	156
4.2.1	Набор данных <i>Reuters</i> .....	156
4.2.2	Подготовка данных .....	158
4.2.3	Построение модели .....	158
4.2.4	Проверка модели .....	159
4.2.5	Предсказания на новых данных .....	161
4.2.6	Другой способ обработки меток и потерь .....	162
4.2.7	Важность использования достаточно больших промежуточных слоев .....	162
4.2.8	Дальнейшие эксперименты .....	163
4.2.9	Промежуточные итоги .....	163
4.3	Предсказание цен на дома: пример регрессии .....	164
4.3.1	Набор данных с ценами на жилье в Бостоне .....	164
4.3.2	Подготовка данных .....	165
4.3.3	Построение модели .....	165

4.3.4	Оценка качества модели методом $K$ -кратной перекрестной проверки .....	166
4.3.5	Выдача прогнозов на новых данных .....	171
4.3.6	Промежуточные выводы .....	171
	Краткие итоги главы.....	171

<b>5</b>	<b>Основы машинного обучения</b> .....	173
5.1	Обобщение – цель машинного обучения .....	173
5.1.1	Недообучение и переобучение .....	174
5.1.2	Базовые принципы обобщения в глубоком обучении .....	180
5.2	Оценка моделей машинного обучения .....	187
5.2.1	Наборы данных для обучения, проверки и контроля.....	187
5.2.2	Использование критериев, основанных на здравом смысле .....	191
5.2.3	Что следует помнить об оценке модели .....	192
5.3	Улучшение качества обучения модели .....	193
5.3.1	Настройка ключевых параметров градиентного спуска.....	193
5.3.2	Использование лучшей априорно обоснованной архитектуры .....	196
5.3.3	Увеличение емкости модели .....	197
5.4	Как улучшить обобщение .....	199
5.4.1	Подготовка набора данных .....	199
5.4.2	Конструирование признаков .....	200
5.4.3	Использование ранней остановки .....	202
5.4.4	Регуляризация модели .....	202
	Краткие итоги главы.....	213

<b>6</b>	<b>Обобщенный рабочий процесс машинного обучения</b> .....	215
6.1	Постановка задачи.....	217
6.1.1	Уточнение задачи .....	217
6.1.2	Получение исходных данных.....	219
6.1.3	Добейтесь понимания данных.....	223
6.1.4	Выберите меру успеха.....	224
6.2	Разработка модели.....	225
6.2.1	Подготовка данных .....	225
6.2.2	Выбор протокола оценки .....	227
6.2.3	Как превзойти простой базовый уровень.....	228
6.2.4	Масштабирование: разработка модели, способной к переобучению .....	229
6.2.5	Регуляризация и настройка модели.....	230
6.3	Развертывание модели .....	231
6.3.1	Представление модели заказчику.....	231
6.3.2	Передача модели заказчику .....	232
6.3.3	Мониторинг модели в рабочей среде.....	236
6.3.4	Поддержка и обновление модели.....	236
	Краткие итоги главы.....	237

<b>7</b>	<b>Работа с Keras: углубленные навыки</b> .....	239
7.1	Широкий спектр рабочих процессов Keras .....	240
7.2	Различные способы построения моделей Keras .....	240
7.2.1	<i>Sequential API</i> .....	241
7.2.2	<i>Functional API</i> .....	244
7.2.3	Создание подкласса класса <i>Model</i> .....	251
7.2.4	Смешивание и сочетание разных компонентов .....	255
7.2.5	Используйте правильные инструменты .....	256
7.3	Использование встроенных циклов обучения и оценки .....	256
7.3.1	Разработка собственных метрик.....	257
7.3.2	Использование обратных вызовов .....	260
7.3.3	Разработка собственных обратных вызовов .....	262
7.3.4	Мониторинг и визуализация с помощью <i>TensorBoard</i> .....	264
7.4	Разработка собственных циклов обучения и оценки .....	266
7.4.1	Обучение или логический вывод.....	267
7.4.2	Использование метрик на низком уровне.....	268
7.4.3	Полный цикл обучения и оценки .....	269
7.4.4	Увеличьте быстрдействие с помощью <i>tf.function()</i> .....	272
7.4.5	Использование <i>fit()</i> с пользовательским циклом обучения.....	273
	Краткие итоги главы.....	276
<b>8</b>	<b>Глубокое обучение в компьютерном зрении</b> .....	277
8.1	Введение в сверточные нейронные сети .....	278
8.1.1	Операция свертки .....	281
8.1.2	Выбор максимального значения из соседних ( <i>max-pooling</i> ).....	286
8.2	Обучение сверточной нейронной сети с нуля на небольшом наборе данных .....	289
8.2.1	Целесообразность глубокого обучения для решения задач с небольшими наборами данных .....	290
8.2.2	Загрузка данных.....	290
8.2.3	Построение сети.....	293
8.2.4	Предварительная обработка данных .....	295
8.2.5	Расширение данных .....	301
8.3	Использование предварительно обученной сверточной нейронной сети .....	305
8.3.1	Выделение признаков .....	306
8.3.2	Дообучение ранее обученной модели .....	316
	Краткие итоги главы.....	320
<b>9</b>	<b>Глубокое обучение для компьютерного зрения</b> .....	321
9.1	Три основные задачи компьютерного зрения.....	322
9.2	Пример сегментации изображения.....	323
9.3	Современные стандартные архитектуры сверточных сетей.....	333
9.3.1	Модульность, иерархия и повторное использование.....	334
9.3.2	Остаточные связи .....	337

9.3.3	Пакетная нормализация .....	341
9.3.4	Разделяемые по глубине свертки .....	344
9.3.5	Применим знания на практике: мини-модель, подобная Xception .....	347
9.4	Интерпретация знаний сверточной нейросети .....	350
9.4.1	Визуализация промежуточных активаций .....	351
9.4.2	Визуализация сетевых фильтров .....	357
9.4.3	Визуализация тепловых карт активации класса .....	363
	Краткие итоги главы .....	369

## 10 Глубокое обучение и временные ряды.....370

10.1	Различные виды задач временных рядов.....	370
10.2	Пример прогнозирования температуры.....	372
10.2.1	Подготовка данных .....	376
10.2.2	Простое решение задачи без привлечения машинного обучения.....	380
10.2.3	Решение с использованием базовой модели машинного обучения.....	382
10.2.4	Эксперимент с одномерной сверточной сетью .....	384
10.2.5	Первый вариант простой рекуррентной модели .....	387
10.3	Рекуррентные нейронные сети .....	388
10.3.1	Рекуррентный слой в Keras.....	391
10.4	Продвинутое применение рекуррентных нейронных сетей ...	396
10.4.1	Использование рекуррентного прореживания для борьбы с переобучением.....	397
10.4.2	Наложение рекуррентных слоев .....	400
10.4.3	Использование двунаправленных рекуррентных сетей .....	402
10.4.4	Что дальше .....	405
	Краткие итоги главы.....	407

## 11 Глубокое обучение в обработке текстов.....408

11.1	Обработка естественного языка: обзор отрасли .....	408
11.2	Подготовка текстовых данных.....	411
11.2.1	Стандартизация текста .....	412
11.2.2	Разделение текста (токенизация).....	413
11.2.3	Индексация словаря .....	414
11.2.4	Использование слоя <code>layer_text_vectorization</code> .....	416
11.3	Два подхода к представлению групп слов: наборы и последовательности .....	420
11.3.1	Подготовка данных обзоров фильмов IMDB.....	421
11.3.2	Обработка слов без учета порядка .....	424
11.3.3	Обработка последовательности слов .....	432
11.4	Архитектура Transformer.....	446
11.4.1	Механизм самовнимания .....	446
11.4.2	Многоголовое внимание .....	452
11.4.3	Кодировщик в архитектуре Transformer .....	453
11.4.4	Когда следует использовать модели последовательности, а не модели мешка слов.....	463

11.5	Помимо классификации текста: обучение преобразованию последовательностей.....	464
11.5.1	Пример машинного перевода .....	466
11.5.3	Рекуррентная модель преобразования последовательностей .....	469
11.5.4	Преобразование последовательностей с Transformer .....	476
	Краткие итоги главы.....	482
<b>12</b>	<b>Генеративные модели глубокого обучения</b> .....	<b>484</b>
12.1	Генерирование текста с помощью Keras.....	486
12.1.1	Краткая история генеративных сетей.....	486
12.1.2	Как генерируют последовательности данных?.....	488
12.1.3	Важность стратегии выбора .....	488
12.1.4	Реализация генерации текста с помощью Keras.....	491
12.1.5	Обратный вызов генерации текста с выборкой при разной температуре .....	495
12.1.6	Подведение итогов .....	502
12.2	DeepDream .....	502
12.2.1	Реализация DeepDream в Keras.....	503
12.2.2	Подведение итогов .....	511
12.3	Нейронный перенос стиля.....	512
12.3.1	Функция потерь содержания.....	513
12.3.2	Функция потерь стиля .....	513
12.3.3	Реализация переноса стиля в Keras.....	514
12.3.4	Подведение итогов .....	522
12.4	Генерация изображений с помощью вариационных автокодировщиков .....	522
12.4.1	Выбор шаблонов из скрытых пространств изображений .....	523
12.4.2	Концептуальные векторы для редактирования изображений .....	524
12.4.3	Вариационные автокодировщики.....	525
12.4.4	Реализация VAE с помощью Keras .....	528
12.4.5	Подведение итогов .....	534
12.5	Введение в генеративно-состязательные сети .....	534
12.5.1	Реализация генеративно-состязательной сети .....	536
12.5.2	Полезные технические приемы .....	537
12.5.3	Получение набора данных CelebA.....	538
12.5.4	Дискриминатор.....	540
12.5.5	Генератор.....	541
12.5.6	Состязательная сеть .....	542
12.5.7	Подведение итогов .....	545
	Краткие итоги главы.....	546
<b>13</b>	<b>Глубокое обучение в реальной жизни</b> .....	<b>547</b>
13.1	Получение максимальной отдачи от ваших моделей .....	548
13.1.1	Оптимизация гиперпараметров .....	548
13.1.2	Ансамблирование моделей.....	557
13.2	Масштабируемое обучение моделей.....	559

13.2.1	Ускорение обучения на GPU со смешанной точностью .....	560
13.2.2	Обучение модели на нескольких GPU .....	563
13.2.3	Обучение модели на TPU .....	568
	Краткие итоги главы .....	570

<b>14</b>	<b>Заключение .....</b>	<b>571</b>
14.1	Краткий обзор ключевых понятий .....	572
14.1.1	Различные подходы к ИИ .....	572
14.1.2	Что выделяет глубокое обучение среди других подходов к машинному обучению .....	573
14.1.3	Как правильно воспринимать глубокое обучение .....	573
14.1.4	Ключевые технологии глубокого обучения .....	575
14.1.5	Обобщенный рабочий процесс машинного обучения .....	576
14.1.6	Основные архитектуры сетей .....	577
14.1.7	Пространство возможностей .....	582
14.2	Ограничения глубокого обучения .....	584
14.2.1	Риск очеловечивания моделей глубокого обучения .....	585
14.2.2	Принципиальное различие между автоматом и интеллектом .....	587
14.2.3	Различие между локальным и экстремальным обобщением .....	589
14.2.4	Предназначение интеллекта .....	592
14.2.5	Восхождение по уровням обобщения .....	593
14.3	Курс на большую универсальность в ИИ .....	594
14.3.1	О важности постановки правильной цели: правило короткого пути .....	594
14.3.2	Новая цель .....	597
14.4	Реализация интеллекта: недостающие ингредиенты .....	599
14.4.1	Построение и использование абстрактных аналогий .....	599
14.4.2	Два полюса абстракции .....	601
14.4.3	Сочетание двух полюсов абстракции .....	604
14.4.4	Недостающая половина картинки .....	604
14.5	Будущее глубокого обучения .....	606
14.5.1	Модели как программы .....	606
14.5.2	Машинное обучение и синтез программ .....	608
14.5.3	Сочетание глубокого обучения и синтеза программ .....	608
14.5.4	Непрерывное обучение и повторное использование модульных подпрограмм .....	611
14.5.5	Долгосрочная перспектива .....	612
14.6	Как не отстать от прогресса в быстро развивающейся отрасли .....	614
14.6.1	Решения реальных задач на сайте Kaggle .....	614
14.6.2	Знакомство с последними разработками на сайте arXiv .....	614
14.6.3	Исследование экосистемы Keras .....	615
14.7	Заключительное слово .....	616
	Приложение. Введение в Python для пользователей R .....	617
	Предметный указатель .....	641

# Предисловие

---

Если вы решили приобрести эту книгу, то наверняка слышали о небывалом успехе методики глубокого обучения в области искусственного интеллекта. Мы прошли путь от почти бесполезного распознавания образов и речи до невероятно эффективного решения этих задач. Последствия такого внезапного прогресса отразились почти повсеместно. Сегодня мы применяем глубокое обучение для решения целого ряда важных задач в таких разных областях, как визуализация медицинских данных, сельское хозяйство, автономное вождение, образование, предотвращение стихийных бедствий и промышленное производство.

Тем не менее я считаю, что глубокое обучение все еще находится в зачаточном состоянии. Пока оно реализовало лишь малую часть своего потенциала. Со временем глубокое обучение проникнет в каждую область, где может принести пользу, – трансформация, которая займет не одно десятилетие.

Однако для того чтобы начать внедрение технологии глубокого обучения во все задачи, которые можно решить с ее применением, мы должны сделать ее доступной как можно большему числу людей, включая неспециалистов – то есть тех, кто не является инженером-исследователем или аспирантом. Чтобы раскрыть весь потенциал глубокого обучения, мы должны полностью демократизировать его. И сегодня я считаю, что мы находимся на пороге исторического перелома, когда глубокое обучение выходит из академических лабораторий и отделов исследований и разработок крупных технологических компаний, чтобы стать обыденной частью набора инструментов каждого разработчика, – очень похоже на историю веб-технологий в конце 1990-х. Сейчас почти любой желающий может создать веб-сайт или веб-приложение для своего бизнеса или сообщества, хотя

в 1998 году для этого потребовалась бы команда специалистов. В недалеком будущем любой, у кого есть идея и базовые навыки программирования, сможет создавать интеллектуальные приложения, которые обучаются на основе данных.

Когда в марте 2015 года я выпустил первую версию фреймворка глубокого обучения Keras, я не стремился сделать общедоступным искусственный интеллект (ИИ). Я несколько лет занимался исследованиями в области машинного обучения и создал Keras для использования в собственных экспериментах. Но с 2015 года в область глубокого обучения пришли сотни тысяч новичков; многие из них выбрали Keras в качестве любимого инструмента. Наблюдая за тем, как множество новичков и опытных специалистов используют Keras самыми неожиданными и эффективными способами, я пришел к выводу, что нужно задуматься о доступности и демократизации ИИ. Я осознал, что чем шире мы будем распространять эти технологии, тем ценнее они будут становиться. Доступность быстро стала одной из главных целей Keras, и за несколько лет сообществу разработчиков удалось добиться фантастических достижений в этом направлении. Мы «вручили» технологию глубокого обучения сотням тысяч людей, и они, в свою очередь, воспользовались ею для решения важных проблем, которые до недавнего времени считались неразрешимыми.

Книга, которую вы держите, – еще один шаг на пути к тому, чтобы сделать глубокое обучение доступным как можно большему количеству людей. Фреймворк Keras всегда нуждался в сопроводительном курсе, который одновременно освещал бы основы глубокого обучения, показывал примеры его использования и демонстрировал лучшие практики в применении Keras. В 2016 и 2017 годах я приложил изрядные усилия, что создать такой курс. Он лег в основу первого издания этой книги, выпущенной в декабре 2017 года. Книга быстро стала бестселлером по машинному обучению, разошлась тиражом более 50 000 экземпляров и была переведена на 12 языков.

Однако область глубокого обучения быстро развивается. С момента публикации первого издания произошло много важных событий – выпуск TensorFlow 2, растущая популярность архитектуры Transformer и многое другое. Поэтому в конце 2019 года я решил обновить свою книгу. Сначала я наивно думал, что смогу обойтись обновлением около 50 % контента, и объем второго издания почти не изменится. На самом деле после двух лет работы новая редакция оказалась более чем на треть длиннее, в ней 75 % нового материала. Это больше, чем обновление, это совершенно новая книга.

Я писал ее, стараясь максимально доступно объяснить идеи, лежащие в основе глубокого обучения и его реализации. Это не значит, что я преднамеренно упрощал изложение – я искренне убежден, что в теме глубокого обучения нет ничего сложного. Надеюсь, эта книга принесет вам пользу и поможет начать создавать интеллектуальные приложения и решать важные для вас задачи.

# Благодарности

---

Прежде всего я хочу поблагодарить сообщество Keras за помощь в создании этой книги. За последние шесть лет сообщество Keras выросло до сотен добровольных разработчиков исходного кода и более миллиона пользователей. Ваш вклад и отзывы помогли превратить Keras в то, чем он является сейчас.

Я хотел бы внести в эту благодарность глубоко личные нотки и поблагодарить свою жену за ее всемерную поддержку во время разработки Keras и написания этой книги.

Я также хочу поблагодарить Google за поддержку проекта Keras. Было очень приятно, когда Keras решили использовать в качестве высокоуровневого API TensorFlow. Бесшовная интеграция Keras и TensorFlow приносит большую пользу пользователям обоих продуктов и делает глубокое обучение доступным для широкого круга пользователей.

Я хочу поблагодарить сотрудников издательства Manning, благодаря которым эта книга стала возможной: издателя Марджана Бейса и всех сотрудников редакторского и производственного отделов, в том числе Майкла Стивенса, Дженнифер Стаут, Александра Драгосавлевича, Энди Маринковича, Памелу Хант, Сьюзен Ханиуэлл, Кери Хейлз, Пола Уэллса и многих других, работавших за кулисами.

Большое спасибо всем рецензентам – Арнальдо Аялу Мейеру, Давиде Кремонези, Дхинакарану Венкату, Эдварду Ли, Фернандо Гарсии Седано, Джоэлу Котарски, Марсио Николау, Майклу Петри, Питеру Хенстоку, Шахнавазу Али, Сураву Бисвасу, Тиаго Бритто Борхесу, Тони Дубицки, Владу Навицки и всем, кто присылал нам отзывы о первом издании книги. Ваши предложения помогли сделать эту книгу лучше.

Что касается технической стороны, особая благодарность Нино-славу Черкезу, который работал техническим корректором книги.

# Об этой книге

---

Эта книга предназначена для всех, кто хочет освоить глубокое обучение с нуля или расширить свои знания о глубоком обучении. Независимо от того, являетесь ли вы инженером по разработке систем машинного обучения, специалистом по данным или студентом университета, вы найдете для себя много полезного на страницах этой книги.

Вы будете изучать глубокое обучение наиболее эффективным способом – начиная с простых понятий, а затем переходя к самым современным методам. Вы убедитесь, что эта книга обеспечивает баланс между интуитивным знанием, теорией и практикой. Мы старались как можно меньше использовать математические формулы, предпочитая вместо этого объяснять основные идеи машинного и глубокого обучения с помощью подробных фрагментов кода и интуитивно понятных образных моделей. Из многочисленных примеров кода, снабженных подробными комментариями, практических рекомендаций и простых объяснений вы получите знания, которых достаточно, чтобы использовать глубокое обучение для решения прикладных задач.

В примерах кода мы используем платформу глубокого обучения Keras с TensorFlow 2 в качестве вычислительного движка. Примеры демонстрируют лучшие известные нам приемы использования Keras и TensorFlow 2 по состоянию на 2022 год.

Прочитав эту книгу, вы получите четкое представление о том, что такое глубокое обучение, когда его следует применять и каковы его ограничения. Вы познакомитесь со стандартным рабочим процессом поиска решения задачи машинного обучения, а также узнаете, как устранять часто возникающие проблемы. Вы научитесь использовать Keras для решения самых разнообразных прикладных задач, начиная с компьютерного зрения и заканчивая обработкой естест-

венного языка, – среди них классификация изображений, сегментация изображений, прогнозирование временных рядов, классификация текста, машинный перевод, генерация текста и многое другое.

## *Кому адресована эта книга*

Эта книга написана для людей с опытом программирования на R, желающих начать знакомство с темой машинного обучения с технологии глубокого обучения. Но она также может быть полезной и другим категориям читателей:

- если вы специалист по обработке и анализу данных, знакомый с машинным обучением, эта книга позволит вам получить достаточно полное практическое представление о глубоком обучении, наиболее быстро развивающемся направлении в области машинного обучения;
- если вы исследователь или прикладной специалист в области глубокого обучения, желающий освоить фреймворк Keras, вы найдете в этой книге лучший углубленный курс по Keras;
- если вы аспирант, изучающий технологии глубокого обучения в ходе обязательного курса, в этой книге вы найдете практическое дополнение к своим учебникам, которое поможет вам лучше понять принцип действия нейросетей и познакомит с наиболее эффективными приемами.

Даже люди с техническим складом ума, которые не занимаются программированием регулярно, найдут эту книгу полезной для знакомства с базовыми и продвинутыми понятиями глубокого обучения.

Для понимания примеров кода вам понадобится знание языка R на среднем уровне. Не обязательно иметь опыт работы с машинным или глубоким обучением: эта книга охватывает все необходимые основы с нуля. Не требуется также иметь какой-то особенной математической подготовки — вполне достаточно знания математики на уровне средней школы.

## *О примерах кода*

Эта книга содержит большое количество примеров исходного кода как в пронумерованных листингах, так и в виде обычного текста. В обоих случаях исходный код представлен шрифтом фиксированной ширины, чтобы он отличался от обычного текста. Вывод работающего кода аналогичным образом отформатирован шрифтом фиксированной ширины, но также снабжен вертикальной серой полосой слева. На протяжении всей книги вы найдете код и выходные данные кода, чередующиеся следующим образом:

```
print("R is awesome!")
```

| [1] "R is awesome!"

Во многих случаях исходный код был переформатирован; нам пришлось добавить разрывы строк и изменить отступы, чтобы код умещался на доступном пространстве страницы. В редких случаях этого было недостаточно, и некоторые листинги содержат маркеры продолжения строки (↪). Кроме того, многие комментарии к исходному коду были удалены из листингов, если код подробно описан в тексте. Многие листинги содержат дополнительные примечания, указывающие на важные нюансы кода.

Вы можете загрузить все примеры кода с сайта книги по адресу <https://livebook.manning.com/book/deep-learning-with-r-second-edition/> или из репозитория GitHub <https://github.com/t-kalinowski/deep-learning-with-R-2nd-edition-code>, а также с сайта издательства «ДМК Пресс» по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com).

## Отзывы и пожелания

Мы всегда рады отзывам наших читателей. Расскажите нам, что вы думаете об этой книге – что понравилось или, может быть, не понравилось. Отзывы важны для нас, чтобы выпускать книги, которые будут для вас максимально полезны.

Вы можете написать отзыв на нашем сайте [www.dmkpress.com](http://www.dmkpress.com), зайдя на страницу книги и оставив комментарий в разделе «Отзывы и рецензии». Также можно послать письмо главному редактору по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com); при этом укажите название книги в теме письма.

Если вы являетесь экспертом в какой-либо области и заинтересованы в написании новой книги, заполните форму на нашем сайте по адресу [http://dmkpress.com/authors/publish\\_book/](http://dmkpress.com/authors/publish_book/) или напишите в издательство по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com).

## Список опечаток

Хотя мы приняли все возможные меры для того, чтобы обеспечить высокое качество наших текстов, ошибки все равно случаются. Если вы найдете ошибку в одной из наших книг, мы будем очень благодарны, если вы сообщите о ней главному редактору по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com). Сделав это, вы избавите других читателей от недопонимания и поможете нам улучшить последующие издания этой книги.

## Нарушение авторских прав

Пиратство в интернете по-прежнему остается насущной проблемой. Издательства «ДМК Пресс» и Manning Publications очень серьезно относятся к вопросам защиты авторских прав и лицензирования. Если вы столкнетесь в интернете с незаконной публикацией какой-либо

из наших книг, пожалуйста, пришлите нам ссылку на интернет-ресурс, чтобы мы могли применить санкции.

Ссылку на подозрительные материалы можно прислать по адресу электронной почты [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com).

Мы высоко ценим любую помощь по защите наших авторов, благодаря которой мы можем предоставлять вам качественные материалы.

## *Об иллюстрации на обложке*

---

Рисунок на обложке второго издания этой книги – «Образ китайки в 1700 году» – взят из книги Томаса Джеффериса, опубликованной между 1757 и 1772 годами. В то время по одежде людей было легко определить, где люди живут, чем зарабатывают на жизнь и каково их общественное положение. Издательство Manning стремится отразить изобретательность и инициативность компьютерного бизнеса при помощи книжных обложек, основанных на богатом разнообразии региональной культуры многовековой давности, оживленной портретами из таких коллекций, как эта.

# Об авторах

---

**Франсуа Шолле** (François Chollet) – создатель Keras, одного из наиболее популярных фреймворков глубокого обучения. В настоящее время он работает инженером-программистом в Google, где возглавляет команду Keras. Кроме того, он занимается исследованиями в области абстракции, рассуждений и способов достижения большей универсальности в искусственном интеллекте.

**Томаш Калиновски** (Tomasz Kalinowski) работает инженером-программистом в RStudio, где занимается сопровождением пакетов TensorFlow и Keras R. На предыдущих должностях он работал ученым и инженером, применяя машинное обучение к широкому спектру наборов данных и предметных областей.

**Дж. Дж. Аллер** (J. J. Allaire) – основатель RStudio и создатель интегрированной среды разработки RStudio IDE. Является автором интерфейса R к библиотекам TensorFlow и Keras.

# 1

## Что такое глубокое обучение?

---

### *Эта глава охватывает следующие темы:*

- обобщенные определения основных понятий;
- история развития машинного обучения;
- ключевые факторы роста популярности глубокого обучения и потенциал развития.

За последние несколько лет тема искусственного интеллекта (ИИ) вызвала большую шумиху в средствах массовой информации. Машинное обучение, глубокое обучение и ИИ упоминались в бесчисленном количестве статей, многие из которых никак не связаны с описанием технологий. Нам обещали появление виртуальных собеседников, автомобилей с автопилотом и виртуальных помощников. Иногда будущее рисовали в мрачных тонах, а иногда изображали утопическим: освобождение людей от рутинного труда и выполнение основной работы роботами, наделенными искусственным интеллектом. Будущему или сегодняшнему специалисту в области машинного обучения важно уметь выделять полезный сигнал из шума, видеть в раздутых пресс-релизах изменения, действительно способные повлиять на мир. Наше будущее поставлено на карту, и вам предстоит сыграть в нем активную роль: закончив чтение этой книги, вы войдете в ряды тех, кто разрабатывает системы ИИ. Потому давайте рассмотрим следующие вопросы. Чего уже достигло глубокое обуче-

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)