

Томас Сибел

Цифровая трансформация

Как выжить и преуспеть
в новую эпоху

Предисловие Германа Грефа
президента, председателя
правления Сбербанка России

Annotation

Мир стремительно меняется. Эпоха технологических открытий представляет угрозу для отраслей, компаний и человечества, но вместе с тем становится и огромной возможностью. Томас Сибел, крупнейший специалист в области информационных технологий, на практических примерах погружает нас в атмосферу цифровой трансформации: слияния облачных вычислений, IoT, big data и искусственного интеллекта. Книга будет интересна всем руководителям, чьим компаниям предстоит пройти процесс трансформации, а также тем, кто хочет глубже понимать происходящее в области технологий и его значение как для бизнеса, так и для планеты в целом.

На русском языке публикуется впервые.

- Томас Сибел
  -
  - Предисловие
  - Введение
  - Глава 1. Прерывистое равновесие
  - Глава 2. Цифровая трансформация
  - Глава 3. Информационный век ускоряется
  - Глава 4. Эластичное облако
  - Глава 5. Big data
  - Глава 6. Ренессанс искусственного интеллекта
  - Глава 7. IoT
  - Глава 8. Искусственный интеллект в правительстве
  - Глава 9. Цифровое предприятие
  - Глава 10. Новый комплекс технологий
  - Глава 11. План действий CEO
  - Благодарности
  - Об авторе
  - Примечания
  - Эту книгу хорошо дополняют:
- notes
  - 1
  - 2

- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39

- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53
- 54
- 55
- 56
- 57
- 58
- 59
- 60
- 61
- 62
- 63
- 64
- 65
- 66
- 67
- 68
- 69
- 70
- 71
- 72
- 73
- 74
- 75
- 76

- 77
- 78
- 79
- 80
- 81
- 82
- 83
- 84
- 85
- 86
- 87
- 88
- 89
- 90
- 91
- 92
- 93
- 94
- 95
- 96
- 97
- 98
- 99
- 100
- 101
- 102
- 103
- 104
- 105
- 106
- 107
- 108
- 109
- 110
- 111
- 112
- 113

- 114
- 115
- 116
- 117
- 118
- 119
- 120
- 121
- 122
- 123
- 124
- 125
- 126
- 127
- 128
- 129
- 130
- 131
- 132
- 133
- 134
- 135
- 136
- 137
- 138
- 139
- 140
- 141
- 142
- 143
- 144
- 145
- 146
- 147
- 148
- 149
- 150

- 151
- 152
- 153
- 154
- 155
- 156
- 157
- 158
- 159
- 160
- 161
- 162
- 163
- 164
- 165
- 166
- 167
- 168
- 169
- 170
- 171
- 172
- 173
- 174
- 175
- 176
- 177
- 178
- 179
- 180
- 181
- 182
- 183
- 184
- 185
- 186
- 187

- 188
- 189
- 190
- 191
- 192
- 193
- 194
- 195
- 196
- 197
- 198
- 199
- 200
- 201
- 202
- 203
- 204
- 205
- 206
- 207
- 208
- 209
- 210
- 211
- 212
- 213
- 214
- 215
- 216
- 217
- 218
- 219
- 220
- 221
- 222
- 223
- 224

- 225
- 226
- 227
- 228
- 229
- 230
- 231
- 232
- 233
- 234
- 235
- 236
- 237
- 238
- 239
- 240
- 241
- 242
- 243
- 244
- 245
- 246
- 247
- 248
- 249
- 250
- 251
- 252
- 253
- 254
- 255
- 256
- 257
- 258
- 259
- 260
- 261

- 262
- 263
- 264
- 265
- 266
- 267
- 268
- 269
- 270
- 271
- 272
- 273
- 274
- 275
- 276
- 277
- 278
- 279
- 280
- 281
- 282
- 283
- 284
- 285

Томас Сибел
Цифровая трансформация. Как выжить и преуспеть в новую эпоху

Научные редакторы Михаил Савицкий, Кейт Щеглова, Ксения Пахорукова (биология)

Издано с разрешения C3 Inc. c/o Levine Greenberg Rostan Literary Agency

Благодарим за консультации Илону Ноженко

Все права защищены.
Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Digital Transformation © 2019 by Thomas M. Siebel This edition published by arrangement with Levine Greenberg Rostan Literary Agency and Synopsis Literary Agency.
Cover © Regan McCamey and Jay McNair.
© Перевод на русский язык, издание на русском языке, оформление. ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2021

⁂

Предисловие

Томас Сибел… Вряд ли этот человек нуждается в особом представлении.

Когда говоришь о легендарных людях, таких как Билл Гейтс или Стив Джобс, имя Тома Сибела встает рядом в полный рост.

Сибел – это бренд. И целая эпоха в жизни сотен тысяч компаний по всему миру, которые строили свои успешные отношения с клиентами благодаря технологии Сибела CRM.

Мне посчастливилось быть знакомым с Томом. Если бы не существовал Йеллоустоунский супервулкан, то его надо было бы придумать нарочно, чтобы иметь хоть какое-то сравнение с гиперэнергичной натурой Тома.

Том – пассионарий. Судьба не раз устраивала ему суровые испытания, что сделало его многоопытным одиссеем.

Предприниматель и изобретатель, Том не останавливается на достигнутом. Вы держите в руках книгу, которую написал человек из Кремниевой долины, всю свою жизнь посвятивший цифровой трансформации. Основал десятки цифровых компаний, управлял бизнесом, финансировал стартапы, проводил исследования, читал лекции, входил в борды крупных компаний и университетов. Человек сам прожил и прочувствовал то, о чем он пишет.

Мало кто так фундаментально понимает природу технологий и одновременно способен так ясно видеть перспективу.

В своей книге Том представил структурированное в*и*дение развития технологий. Следуя законам простоты, Том, что называется, разложил по полочкам тренды и описал их последствия.

Эволюция жизни, как утверждал Дарвин, протекает как последовательный, преемственный, поступательный процесс. Однако история доказывает, что каждому новому большому этапу эволюции предшествует взрыв – disruption, потрясение, в результате которого происходит очередное массовое вымирание видов. На смену одним приходят другие.

С 2000 года 52 % компаний из списка Форбс прекратили свое существование: они обанкротились, были поглощены или пережили

слияние с более сильными игроками. Исчезли поколения великих компаний. На их место пришли новые технологичные игроки.

Том пишет, что попытку цифровой трансформации предпримут 70 % компаний и государственных аппаратов, но только 20 % будут иметь успех.

Если вы хотите быть в их числе, то эта книга для вас лучший учебник.

В современном мире Том выделяет четыре доминирующих технологических вектора.

1. Эластичные облачные вычисления (что означает наличие относительно дешевых и неограниченных возможностей вычислений и хранения данных).
2. Большие данные (возможность анализа экзабайтов дата-сетов).
3. Искусственный интеллект / машинное обучение (создание предсказательных движков, которые могут быстро и точно выполнять практически любые конкретные задачи).
4. Интернет вещей (когда каждое устройство становится компьютером, что создает вычислительную платформу экстраординарного масштаба).

Симбиоз этих технологий радикально меняет modus operandi правительств и компаний. Применение этих технологий обеспечивает цифровую трансформацию, то есть кратный рост производительности и качества жизни (как пишет Том: «10 × скорость, 100 × масштаб и 3000 × эффект»).

Отдельная глава книги посвящена тому, как преобразовать свой бизнес в цифровое предприятие, и тому, как искусственный интеллект трансформирует работу государственного аппарата. Это практическое руководство для пользователей, фактически – инструкция по применению «сделай сам».

Перефразируя Юваля Харари, в мире, где поговорить с дальним родственником с Камчатки теперь проще, чем с супругой за завтраком, потому что она все время смотрит не на вас, а в смартфон, доверие становится самой твердой и одновременно самой волатильной валютой.

Мы в Сбербанке развиваем экосистему и современную платформу, основанную на доверии и на технологиях, описанных в этой книге. И

мы никогда не перестаем учиться.

Я советую «Цифровую трансформацию» всем думающим людям: тем, кто не только хочет идти в ногу со временем, но и и хочет прыгнуть выше головы.

Уверен, что книга Тома Сибела поможет вам переосмыслить то, что и как вы делаете в XXI веке.

Герман Греф

Введение

В 1980 году, будучи студентом магистратуры Иллинойского университета в Урбане-Шампейне, я случайно наткнулся в книжном магазине Illini Union Bookstore на только что вышедший сборник статей под названием The Microelectronics Revolution: The Complete Guide to the New Technology and Its Impact on Society[1]. Предпоследнюю главу – The Social Framework of the Information Society – написал Дэниел Белл.

Интерес к теме подогрели и лекции по анализу операций и информационным системам. Все это привело меня в компьютерную лабораторию. Я окунулся в информационные технологии на этапе зарождения универсальных компьютеров – компьютеры CDC Cyber, FORTRAN, перфокарты и пакетную обработку данных. Я был зачарован, хотелось узнать еще больше. Особенно интересной мне показалась идея Дэниела Белла, которую он описал в своей книге «Грядущее постиндустриальное общество»[2], [3].

Изначально Белл занимался журналистикой. В 1960 году он защитил диссертацию и получил степень доктора наук в Колумбийском университете, а в 1962 году начал там преподавать[4]. В 1969 году Белл перешел в Гарвард, где проработал долгие годы. Белл опубликовал 14 книг и сотни научных статей, но стал известен благодаря термину, который придумал: «постиндустриальное общество».

Белл был одним из самых влиятельных американских мыслителей XX века. В 1974 году он вошел в первую десятку из 70 ученых, наиболее часто публиковавшихся в известных журналах[5].

Белл изучал структуру хозяйственной деятельности человека и эволюцию основных философских идей в ее основе с точки зрения экономических трендов и развития информационных и коммуникационных технологий. Он сформулировал концепцию постиндустриального общества и предвидел фундаментальные преобразования в экономике и социальном взаимодействии. Эти перемены, повлиявшие на ход промышленной революции, он назвал информационной эпохой.

Профессор Белл описал появление нового социального строя, при котором полностью изменится стиль общественных и экономических

отношений: способы распространения и получения знаний, способы коммуникации, способы нашего времяпровождения, способы производства, распространения и потребления товаров и услуг, а также сама природа жизнедеятельности человека.

Три эпохи экономической цивилизации

Белл разработал свою теорию еще до появления персонального компьютера, интернета, электронной почты и графического интерфейса. Он предвидел развитие информационных технологий в грядущем веке и появление на основе телекоммуникаций новой социальной структуры, которая преобразит общественные отношения, коммерческие операции, способы создания и распространения знаний, природу и структуру рабочей силы[6].

Меня поразила его концепция. Интуитивно понятная, она совпадала с моим мировоззрением.

Под *постиндустриальным обществом* подразумевались макроэкономические и социальные сдвиги в глобальной экономической структуре, влияющие на масштаб промышленной революции. Белл разработал свою теорию в контексте истории экономической цивилизации. Он выделил три основные эпохи: доиндустриальное, индустриальное и постиндустриальное общество.

Доиндустриальное общество

Белл рассматривал доиндустриальное общество как состязание с природой. Этот социальный порядок основан на неквалифицированном ручном труде в основном в сырьевых отраслях: рыболовстве, добыче полезных ископаемых, сельском хозяйстве, заготовке леса. Преобразующая энергия – человек. Его деятельность полностью зависит от погодных явлений – солнца, ветра, дождя. Базовой ячейкой общественной жизни выступает расширенное домохозяйство. Доиндустриальные общества представляют собой традиционные аграрные структуры, в основу которых положены цикличность и авторитет. Они отличаются низкой продуктивностью[7].

В доиндустриальных обществах власть тождественна контролю над ограниченными ресурсами, в первую очередь землей. Самые влиятельные люди – землевладельцы и военные. Ферма или плантация становятся экономическими объектами. Способом осуществления власти становится прямой силовой контроль. Власть достигается наследованием или военным захватом[8].

Индустриальное общество

Индустриальное общество, в котором на смену добыче ресурсов пришло производство, Белл рассматривал как взаимодействие с преобразованной природой. «Главное место занимает машина, – писал он. – Ритмы жизни размечены с механической точностью. Время хронологично и разбито на равные промежутки… Это мир координации, где люди, сырье и рынки подгоняются под нужды производства и распределения товаров»[9].

Цель этой игры – собрать капитал на открытие промышленного предприятия и преобразовать природные материалы в плоды технического прогресса[10].

В индустриальных обществах доступ к различным формам капитала, особенно машинам, ограниченный ресурс. Главная экономическая единица – компания, основная сила сосредоточена в руках ее руководителя. Преобразующая энергия механическая. Способом осуществления власти становится косвенное влияние компаний на политику. Организации, по мнению Белла, имеют дело с потребностями ролей, а не личностей. Способ осуществления власти Белл видит в балансе собственности, политического авторитета и технических навыков. Власть достигается наследованием, патронажем и образованием[11].

Постиндустриальное общество

Постиндустриальное общество связано с оказанием услуг. Это игра между людьми. В ее основе лежит информация, а не мускульная сила или механическая энергия. «Если индустриальное общество

определяется через количество товаров, обозначающее уровень жизни, то постиндустриальное общество определяется качеством жизни, измеряемым услугами и удобствами, доступными для каждого: медициной, образованием, отдыхом и культурой»[12]. Главный элемент такого общества – профессионал, обладающий навыками, необходимыми в постиндустриальном обществе[13]. Это ведет к зарождению интеллектуальной элиты – работников умственного труда. Все большее значение обретают университеты. Сила страны определяется ее научным потенциалом[14].

Главный ресурс постиндустриального общества – информация. Данные превращаются в валюту. Чем обширнее, точнее и актуальнее сведения, тем больше власть. В центре внимания находятся университеты. Исследователи и ученые, в том числе специалисты в сфере информационных технологий, становятся ключевыми игроками. Классовая структура определяется техническими навыками и уровнем образования. Образование открывает доступ к власти[15].

Белл проследил эволюцию американской экономики, начиная от доиндустриального аграрного общества 1900 года через индустриальное общество середины века и заканчивая постиндустриальным обществом 1970 года. Он подкрепил свою теорию анализом структуры рабочей силы в США, который показал устойчивое сокращение числа фермеров и подсобных рабочих. Если в 1900 году их доля в общей численности работников составляла 50 %, то к 1970 году этот показатель снизился до 9,3 %. Белл отметил рост числа белых воротничков, то есть работников сферы услуг, с 17,6 % в 1900 году до 46,7 % в 1970 году[16]. Анализ также показал увеличение числа работников информационной сферы с 7 % в 1860 году до 51,3 % в 1980 году[17].

В знаниях и информации основные ценности постиндустриальной эпохи. Белл писал:

> *Под информацией я подразумеваю обработку данных в широком смысле слова. Хранение, сбор и обработка данных становятся источником всех видов обмена, осуществляемых в экономике и обществе. Сюда входят:*

1) документация: платежные ведомости, данные о государственных пособиях (например, социальное обеспечение), банковские расчеты и тому подобное, а также планирование: бронирование авиабилетов, производственные графики, анализ запасов, информация об ассортименте товаров и т. д.;

2) базы данных: характеристик населения по данным переписей, рыночных исследований, результатов изучения общественного мнения, данных по выборам и т. д.[18].

Информационная эпоха

В последних трудах Белл описал зарождающуюся информационную эпоху – эпоху, которую возглавит новая элита: профессионалы-технократы. Он предсказал день, когда ученые и инженеры заменят состоятельную буржуазию и станут новым господствующим классом.

Нельзя не отдать должное дальновидности Белла. «Если инструментальные технологии были продолжением физической силы человека, – писал он, – то коммуникативные технологии, как продолжение восприятия и знаний, расширили человеческое сознание»[19].

Белл предполагал, что слияние технологий откроет информационную эпоху. В XIX веке и первой половине XX столетия главные средства обмена информацией – это книги, газеты, журналы и библиотеки. Во второй половине XX века их вытеснили радио, телевидение и кабельные технологии – закодированные сигналы, передаваемые по радиоволнам или проводам. Слияние этих технологий, а также появление компьютера стало той самой искрой, которая разожгла пламя информационной эпохи[20].

Белл выделил пять структурных перемен, запустивших информационную эпоху[21].

1. Слияние телефонных и компьютерных коммуникаций.

2. Замена бумажных документов электронными, что дало ход электронному банкингу, электронной почте, электронному

документообороту и передаче новостных сообщений в самые дальние уголки мира.

3. Повсеместное распространение телевидения за счет развития сетевых технологий, обеспечивающих мгновенный доступ к информации. Это привело к появлению множества специализированных каналов и услуг.

4. Появление компьютерных баз данных – главного централизованного агрегатора знаний и информации в мире. Эта технология позволила проводить удаленные групповые исследования и обеспечила мгновенный доступ к домам, библиотекам и офисам.

5. Серьезное расширение образовательной системы благодаря обучению с помощью компьютеров практически по любому предмету. Удаленное обучение стало доступным во всем мире.

Белл удивительно точно описал будущее из 1970 года, и не только интернет, электронную почту, кабельное и спутниковое телевидение, поисковые системы, технологии баз данных, но и зарождение индустрии корпоративного программного обеспечения. Он ожидал появление новой сферы бронирования, характерной для информационной эпохи: «Эта “индустрия” продает свои услуги авиа- и железнодорожным компаниям, отелям, театрам и конторам по аренде автомобилей через компьютерные сети данных… Если некая фирма создаст эффективную сеть бронирования… она сможет продавать ее различным компаниям»[22]. Белл предвидел ход развития истории.

Сегодня, в первой трети XXI века, прогнозы Белла покажутся очевидными. Поразительно, что будущее предугадал человек, живший полвека назад, в период стагнации и войн, когда экономикой управляли General Motors, Exxon, Ford Motor Company и General Electric. Прибыль Exxon составляла 1/10 от ее текущей прибыли. Только что изобрели процессор Intel 4004, выполнявший автоматическое сложение, вычитание и другие простые математические операции. The Home Brew Computer Club – группа, которая позже повлияла на создание персонального компьютера, – провела первую встречу спустя два года после публикации книги Белла. Громких имен того времени в сфере информационных технологий – Control Data, Data General, Sperry – сегодня не существует. Эта отрасль только зарождалась. Белл – невероятно дальновидный человек.

Моя образовательная, профессиональная и социальная деятельность во многом связана с его идеей. Я хотел понять ее. Развить. Внести свой вклад. Она изменила мою жизнь. Эта идея побудила меня поступить в магистратуру по техническому проектированию при Иллинойском университете и получить высшее образование в области информатики, свободно овладеть языком инженерии и информационных технологий. А затем привела в Кремниевую долину, где я запускал и финансировал компании, а также управлял ими. Я входил в правление компаний и университетов, технологических колледжей и бизнес-школ. Издавал статьи. Выступал. Строил новые бизнесы.

Я искал свое место, пока идея, за которую я радел всей душой, воплощалась по всему миру. С 1980 года по сегодняшний день события развивались по прогнозу Белла. Если в 1980 году мировой рынок IT оценивался примерно в $50 миллиардов, то в 2018 году уже в $3,8 триллиона[23]. Ожидается, что к 2022 году он вырастет до $4,5 триллиона[24].

Я участвую в этой игре уже четвертое десятилетие кряду. Мне удалось найти свое место – рядом с гигантами, которые воплотили идею Белла: Гордоном Муром, Стивом Джобсом, Биллом Гейтсом, Ларри Эллисоном, Луисом Герстнером, Сатьей Наделлой, Энди Джесси и многими другими.

Мне посчастливилось стать новатором и активно участвовать в развитии индустрии баз данных, корпоративного программного обеспечения и интернет-вычислений.

Мы уверенно движемся вперед в XXI век, и я ясно вижу, что тренды, намеченные Дэниелом Беллом, активно развиваются. Мы наблюдаем новое слияние технологий – облачных вычислений, big data, ИИ и IoT. Их взаимодействие позволит нам создавать приложения, недоступные еще 25 лет назад. Теперь мы можем разрабатывать механизмы прогнозирования. В этом смысл цифровой трансформации. Здесь-то и начинается самое интересное.

Глава 1. Прерывистое равновесие

Вряд ли история повторяется, но, без сомнения, мы видим отголоски предыдущих событий[25]. Я обнаружил, как важно уметь распознать паттерны в менеджменте. Другими словами, преодолеть трудности и выявить закономерности, характерные и для других ситуаций. Принимая решения, которые приближают меня к целям в области IT, я всегда учитываю исторический контекст.

Недавно я посетил инвестиционную конференцию в Нью-Йорке. За обедом участники дискутировали с Джимом Колтером, основателем Texas Pacific Group. Джим давно ломал голову над общими чертами эволюционной биологии и переменами в обществе. В своем выступлении он упомянул теорию прерывистого равновесия – это сравнительно новый подход, объясняющий эволюцию. Я решил исследовать эту тему поглубже.

В своей революционной книге «Происхождение видов»[26] Чарлз Дарвин назвал естественный отбор движущей силой эволюции. Дарвиновская эволюция предполагает постоянные перемены: медленное и непрерывное накапливание лучших качеств в течение долгого времени. Согласно теории прерывистого равновесия эволюция происходит скачками в ответ на природный триггер, за которыми следуют длительные периоды эволюционного равновесия.

Весьма убедительная идея, как мне кажется, поскольку то же самое я наблюдаю в бизнесе. Там тоже происходят скачки эволюции – массовое вымирание корпораций и зарождение новых типов компаний. Далее мы сфокусируемся на масштабах и последствиях этих перемен, без которых организации не выживут.

В соответствии с теорией естественного отбора виды постепенно изменяются. Между предками и потомками существуют промежуточные формы, ископаемые остатки которых должны сохраняться в земных отложениях. Историю этих изменений можно восстановить по так называемой палеонтологической летописи[27]. Эволюционные биологи, как и Дарвин, во многом опирались на ископаемые останки, пытаясь понять историю жизни. Но палеонтологическая летопись нашей планеты не показывает

преемственность форм, которую предполагает естественный отбор. Дарвин связывал это с неполнотой палеонтологической летописи: мертвые организмы быстро оказываются в недрах земли и окаменевают, но даже несмотря на это, ископаемые останки разрушаются из-за геологических процессов или эрозии[28]. Основная идея «Происхождения видов» стала предметом горячих споров и объектом критики с момента выхода книги в 1859 году. Но критики не предлагали другой обоснованной альтернативы, которая объяснила бы неравномерность палеонтологической летописи.

Неравномерность, спровоцированная разрывами, остается нормой

Эволюционное развитие отмечается разрозненными эпизодами стремительного зарождения видов, после которых следуют долгие периоды незначительных перемен или их полного отсутствия.

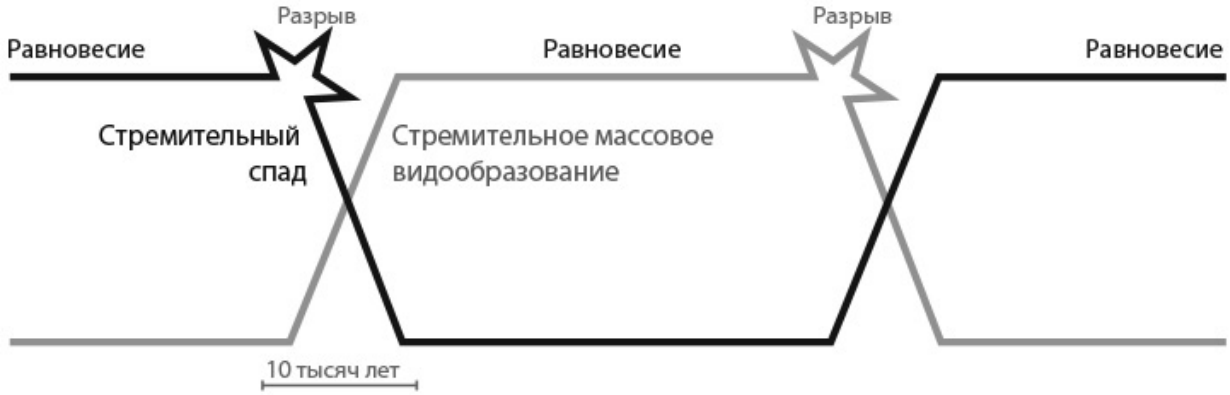

Рисунок 1.1

На протяжении геологической истории Земли неравномерность палеонтологической летописи – правило, а не исключение. Доказано, что первые формы жизни – микроскопические одноклеточные организмы – зародились около 3,5 миллиарда лет назад. Эти клетки, похожие на бактерии, царствовали на Земле почти 1,5 миллиарда лет, то есть около трети истории нашей планеты. Все это время мир находился в состоянии эволюционного равновесия. Затем, как свидетельствуют ископаемые, произошла вспышка, давшая начало трем видам клеток и, как следствие, трем формам жизни. Один из видов клеток – прародитель всего «населения» нашей планеты: животных, растений, грибов и водорослей.

Следующие 1,5 миллиарда лет прошли в сравнительном равновесии до тех пор, пока жизнь на Земле не претерпела еще один эволюционный скачок. Это произошло около 541 миллиона лет назад. Стремительная диверсификация многоклеточных организмов под названием Кембрийский взрыв превратила простейших в живые организмы, известные нам по сей день. За 20–25 миллионов лет – менее 1 % истории Земли – жизнь эволюционировала от доисторических морских губок до растений и животных, обитающих на суше. Базовое строение всех современных растений и животных восходит к строению организмов, появившихся после Кембрийского взрыва[29].

Палеонтологическая летопись показывает, что виды внезапно появляются, живут и очень часто исчезают спустя миллионы или миллиарды лет.

В 1972 году главную работу Дарвина по эволюционной биологии успешно переосмыслили в контексте прерывистой палеонтологической летописи. Эволюционный биолог и палеонтолог Стивен Джей Гулд выдвинул новую теорию эволюции в книге Punctuated Equilibrium[30] («Прерывистое равновесие»), «пытаясь объяснить данные, на которые мы опираемся в нашей профессии с точки зрения знака, а не пустоты»[31]. Гулд пишет, что отсутствие ископаемых само по себе информативно, поскольку свидетельствует о резких эволюционных скачках, а не о постоянных постепенных изменениях. По мнению Гулда, изменения – это исключение. Виды пребывают в равновесии тысячи лет и почти не меняются. Такое равновесие прерывается резкими вспышками, в результате которых появляется бесчисленное множество новых видов, выводящих эволюционное развитие на следующий уровень.

Важный элемент этой эволюционной теории – масштаб. В теории прерывистого равновесия Гулд уделяет внимание паттернам эволюции на уровне видов, в то время как последователи дарвиновской теории черпают сведения из характерных особенностей выживания и размножения отдельных организмов на протяжении поколений. Например, между вьюрком и его прямыми потомками за несколько поколений точно не возникнет заметных изменений в форме тела. Початки кукурузы становятся сочными и крупными благодаря скрещиванию растений с самыми сочными и крупными зернами на протяжении поколений. Вьюрки добывают и поглощают пищу с

помощью клюва и передадут его структуру будущим поколениям. У некоторых вьюрков клюв длиннее обычного, и птицы могут доставать насекомых из мелких трещин. У других клюв массивнее и крепче, и такие особи легко раскалывают косточки. Но основная идея Гулда такова: клюв по-прежнему остается клювом – это не революционное приобретение. Это как разница между графитом и чернилами, а не карандашом и печатным станком.

Массовое вымирание, массовая диверсификация

Когда достижения науки и технологии накладываются на определенные социально-экономические условия, наступает нечто похожее на прерывистое равновесие. То, что долгое время находилось в стабильном состоянии, внезапно обрывается – и затем обретает новую стабильность. В качестве примеров можно привести освоение огня, одомашнивание собаки, развитие сельского хозяйства, изобретение пороха, хронографа, трансатлантических перевозок, станка Гуттенберга, парового двигателя, ткацкого станка Жаккарда, поезда. А еще – электрификацию городов, появление автомобиля, самолета, транзистора, телевидения, микропроцессора и интернета. Каждое из этих изобретений на какое-то время лишало общество стабильности и погружало в хаос.

Иногда хаос наступал в буквальном смысле. Природные катастрофы, например извержения вулканов, падения метеоритов и изменения климата, нарушали мерное течение эволюции. Они вели к зарождению новых видов, но это еще не всё. Исторически эволюционные разрывы были тесно связаны с повсеместным вымиранием видов, особенно доминирующих.

Начиная с Кембрийского взрыва смена циклов эволюционной стабильности и стремительной диверсификации с каждым разом становилась все более частой и разрушительной. Примерно 440 миллионов лет назад на границе ордовикского и силурийского периодов 86 % видов на Земле вымерли из-за глобального оледенения и понижения уровня Мирового океана. Жизнь на нашей планете почти прекратилась примерно 250 миллионов лет назад. Это явление, произошедшее на границе пермского и триасового периодов, получило

название Великого вымирания[32]. Из-за масштабных извержений вулканов и последовавшего за этим глобального потепления и подкисления океанов вымерли тогда 96 % морских видов. Но самое известное событие произошло 65 миллионов лет назад. Падение метеорита на Юкатане, вулканическая активность и последовавшие изменения климата стерли с лица земли 76 % видов, в том числе динозавров – группу животных, которая успешно просуществовала более 150 миллионов лет в относительной стабильности[33].

Эволюционные разрывы служат причиной цикличного характера существования видов: зарождение, изменение, вымирание – и далее все по новой.

За последние 500 миллионов лет произошло пять глобальных событий, повлекших за собой массовое вымирание. Выжило наименьшее количество видов. Затем пробелы в экосистемах стремительно восполнились массовым развитием тех видов, которые выжили. Например, после мел-палеогенового вымирания на место динозавров пришли млекопитающие. Но это даже к лучшему. В противном случае нас бы с вами не было.

Эволюционные разрывы не вопрос конкурентного преимущества вроде размера клюва: они экзистенциальны. То же самое характерно для технологий и общества. Автомобиль вытеснил конные повозки, но это не конец света. За массовым вымиранием следует массовое изменение, поражающее воображение.

Примеры массового вымирания в процессе эволюции

Земля пережила пять периодов массового вымирания, в ходе которых 96 % видов исчезли из-за изменения условий окружающей среды.



Ордовикское-силурийское массовое вымирание | Девонское массовое вымирание | Пермское массовое (Великое) вымирание | Триасовое массовое вымирание | Мел-палеогеновое массовое вымирание

Процент вымерших видов



Рисунок 1.2

Однако первый известный случай массового вымирания на Земле – Кислородная катастрофа – произошел еще 2,45 миллиарда лет назад. Некоторые называют его кислородным холокостом[34], но в любом случае это был настоящий апокалипсис. Первую половину истории нашей планеты в атмосфере отсутствовал кислород. По сути, кислород был ядом для всех живых существ. Почти все существовавшие формы жизни находились в океанах. На тот период доминировали цианобактерии, или сине-зеленые водоросли. Они обладали способностью к фотосинтезу: использовали солнечный свет в качестве топлива и выделяли кислород в виде отходов жизнедеятельности. Цианобактерии процветали, благодаря чему океаны, горы и в конечном счете атмосфера наполнились кислородом. В результате цианобактерии в буквальном смысле отравили сами себя: эта группа оказалась под угрозой исчезновения. Их популяция резко сократилась вместе со всеми остальными организмами на Земле[35].

Анаэробные организмы[36], то есть те, которые не могли преобразовывать кислород, вымерли или опустились на дно океана, где количество кислорода минимально. Аэробные организмы, выжившие в Кислородной катастрофе, довольно успешно производили энергию с помощью кислорода – в 16 раз больше, чем анаэробы. Жизнь возродилась. Анаэробные существа остались микроскопическими, медленными и скрытными. Аэробные виды развивались, размножались и жили быстрее. Неудивительно, что выжившие существа произвели невообразимое множество абсолютно новых видов, которые отлично приспособились к кислородной атмосфере и наконец вышли из океана[37]. Без этой катастрофы не появились бы динозавры, которых позднее сменили наши предки-млекопитающие.

Каждое массовое вымирание представляет собой новое начало.

Прерывистое равновесие и экономические спады

На мой взгляд, теория прерывистого равновесия прекрасно описывает спады в современной экономике. В технологическом мире в основе постоянно возникающих перемен лежит закон Мура[38] – подобно накапливанию изменений в теории Дарвина. На самом же деле эволюция происходит иначе.

Согласно закону Мура, количество транзисторов на интегральной схеме удваивается каждые два года при двукратном снижении цены. Можно допустить этот экспоненциальный тренд, но с практической точки зрения он недооценивает фактор эволюции. Как о значимости биологической эволюции нельзя судить по скорости удлинения клюва вьюрка, так и о значимости технологической эволюции – по скорости повышения количества транзисторов на схеме. Эволюционный рост измеряется не скоростью появления инноваций. В его основе должна находиться причина этих революционных перемен. История свидетельствует, что разрывы происходят все чаще и оказывают все более выраженное воздействие как на живых существ, так и на экономику.

За последний миллион лет эволюционные сдвиги отмечались в среднем каждые 100 тысяч лет[39]. Это десять разрывов за миллион лет. Сравните это с пятью массовыми вымираниями за 400 миллионов лет и одной Кислородной катастрофой за предыдущие 3,3 миллиарда лет. Прорывные сдвиги происходят все чаще, а периоды застоя между ними сокращаются. То же самое происходит в промышленности, технологиях и социальных отношениях.

Возьмем, к примеру, сферу телекоммуникаций. В 1830-е годы благодаря Сэмюэлу Морзе появилось революционное устройство для передачи данных на большие расстояния. Спустя 45 лет Александр Грем Белл создал первый телефон, который моментально вытеснил телеграфную связь. Через 40 лет состоялся первый трансконтинентальный звонок из Нью-Йорка в Сан-Франциско. Прошло еще 40 лет, и появилось первое средство беспроводной телекоммуникации – пейджер. Всего через 25 лет пейджеры и стационарные телефоны уступили место первым мобильным телефонам. Высокоскоростная беспроводная связь и сенсорные экраны, а также увеличение мощности процессоров дали начало первым «веб-

телефонам», а в XXI веке – миллиардам смартфонов[40]. Мы наблюдали экономическое «видообразование» на примере Motorola, Nokia и RIM (создателя BlackBerry). В свое время каждая из этих компаний была лидером. Когда в 2007 году Apple представила iPhone, индустрия мобильных телефонов полностью изменилась. Следующее десятилетие – очередная фаза стабильности: Samsung, Huawei и Oppo предложили ряд устройств, схожих с iPhone. Сегодня насчитывается более 2,5 миллиарда пользователей смартфонов[41]. А ведь не прошло еще и 20 лет!

Похожие периоды ускоренного развития, вызванные технологическими и социальными трендами, пережила индустрия развлечений. Первый в мире кинотеатр Nickelodeon открылся в 1905 году (билеты на сеансы в нем стоили «никель» – пять центов, отсюда и его название). Спустя 50 лет домашнее телевидение нанесло сокрушительный удар по кинотеатрам. Затем на протяжении почти 20 лет рынком правили видеокассеты, пока DVD не превратили их в пережиток прошлого. Сегодня DVD и сменившие их диски Blu-ray почти исчезли с рынка. Мобильные и персональные компьютеры, интернет и потрясающие сервисы потокового видео, такие как Netflix, Hulu и Amazon, привели к взрывному росту профессионального и любительского контента и феномену запойного просмотра, который меняет мир визуальных развлечений[42]. Анализировать перемены в устоявшейся индустрии не менее интересно и так же сложно, как и создавать новую технологию.

Сдвиги в системе перевозок пассажиров привели к масштабным внутренним переменам. С тех пор как первый автомобиль заменил гужевой транспорт, общее строение автомобилей практически не менялось в отличие от их начинки. Вам это ничего не напоминает? Подобно тому, как Кембрийский взрыв заложил основы строения всех ныне живущих организмов, так и первые автомобили определили базовую форму всех современных машин. Какие бы перемены ни происходили под кожей живого существа или под капотом транспортного средства, они выполняли те же самые или слегка видоизмененные функции с улучшенной производительностью. Например, в начале XX века паровой двигатель заменили на бензиновый, потому что тот был легче и эффективнее, а бензин был дешевым и доступным топливом[43]. Бензин был опасным веществом –

легковоспламеняющимся и токсичным, но риск оправдал себя. Снова звучит знакомо? Так же как Кислородная катастрофа повлияла на живые организмы, топливная революция позволила автомобилям ездить быстрее и дальше. После периода относительного равновесия одновременное появление электромобилей, например Tesla, сервисов совместных поездок, таких как Uber и Lyft, а также технологий беспилотного вождения, например Waymo, повергло рынок в хаос. Однако вслед за этим снова наступит очередной период стабильности.

Факты свидетельствуют о том, что мы находимся на пике эволюционного разрыва. Мы становимся свидетелями массового вымирания корпораций. С 2000 года 52 % компаний, входящих в список Fortune 500, пережили слияние или поглощение другими компаниями или объявили о банкротстве. По некоторым оценкам, 40 % компаний, существующих сегодня, исчезнут в ближайшие десять лет. На фоне массового вымирания мы видим массовое зарождение инновационных компаний с абсолютно новой «ДНК»: Lyft, Google, Zelle, Square, Airbnb, Amazon, Twilio, Shopify, Zappos, Axios и других.

Просто следовать трендам перемен недостаточно. Как и организмам, столкнувшимся с Кислородной катастрофой, организациям придется пересмотреть способы взаимодействия с меняющимся миром. Признать, что существующая модель изжила себя, и эволюционировать. Запускать новаторские процессы, задействуя доступные ресурсы. Готовиться к будущим потрясениям, разрабатывая системы с равнозначными частями: «производить быстрее», «расти быстрее», «работать быстрее». Создавать то, что даст явное преимущество, позволит выжить и вступить в очередной период стабильности и процветания.

Массовое вымирание и последующее видообразование не начинается само по себе. На мой взгляд, в мире бизнеса движущая сила перемен – цифровая трансформация. Волна цифровой трансформации для компаний сродни ситуации «пан или пропал», как и для живых организмов во время Кислородной катастрофы. Пока компании, запустившие цифровую трансформацию, выводят свои отрасли из океана на сушу, остальные участвуют в крысиных бегах, но и им придется заново учиться дышать, чтобы не исчезнуть с лица земли.

В этой книге я постарался ухватить суть цифровой трансформации: что это такое, откуда она появляется и почему важна

для глобальных отраслей. В ее основе лежат четыре прорывные технологии: облачные вычисления, большие данные (big data), интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект (ИИ).

Благодаря облачным вычислениям мы видим поразительные результаты нового поколения ИИ. IoT применяется во всех отраслях и различных видах инфраструктуры: он связывает устройства в производственные цепочки и ежедневно производит терабайты данных.

Немногие организации знают, как управлять таким объемом данных, не говоря уже о том, как извлекать из него пользу. Сегодня big data охватывают многие аспекты бизнеса, индустрии развлечений и общественной жизни. Современные компании переживают собственную «кислородную революцию» – революцию больших данных. Big data, как и кислород, – важный ресурс, который может подавить или ускорить революцию. Во время Кислородной катастрофы организмы научились создавать новые каналы потоков информации, использовать ресурсы эффективнее и устанавливать абсолютно новые связи, превратив кислород из смертоносной молекулы в источник жизни. Четыре вышеупомянутые технологии меняют технологический мир схожим образом.

Мы знаем из истории, что виды, выживание которых зависит от проверенных, отлаженных процессов, не имеют права на ошибку. Они не могут развиваться. Виды, потребляющие ограниченный набор ресурсов, рискуют потерять все, ведь окружающий мир постоянно меняется. Попытка обратиться к новым ресурсам без необходимых знаний, инструментов и твердого намерения разобраться в их устройстве тоже обречена на неудачу. Компании, которые переживут этот эволюционный разрыв, полностью преобразятся в цифровом плане. Они коренным образом изменят взаимоотношения между обществом, технологиями и отраслями экономики. Получившееся в результате инновационное разнообразие будет таким же поразительным, как появление аэробного дыхания, Кембрийский взрыв и зарождение человечества.

Невозможно предугадать, что будут представлять собой инновации в конце такого эволюционного разрыва, как цифровая трансформация. От таких факторов, как непрерывный процесс ускоренного развития, постоянное обучение на личном опыте и повторение пройденного, зависит будущее компании – процветание или вымирание. Компании,

которые поймут, как использовать big data, как задействовать потенциал этого нового ресурса и извлекать из него ценность с помощью облачных технологий, ИИ и IoT, выберутся из озера данных и освоят новую цифровую землю.

Глава 2. Цифровая трансформация

Цифровая трансформация предполагает слияние четырех технологий: облачных вычислений, big data, IoT и ИИ. Ни одна отрасль не остается безучастной. При этом одни воспринимают трансформацию как силу цифровых технологий во всех аспектах деятельности организации[44]. Другие используют цифровые технологии и продвинутые аналитические инструменты ради повышения рыночной ценности, гибкости и быстродействия[45].

Суть цифровой трансформации, как мне кажется, лучше объяснять на примерах. Мы находимся на пике серьезного эволюционного разрыва в быстро меняющейся среде. Возможности и последствия цифровой трансформации все еще эволюционируют, а ее эффект еще не изучен до конца. Каждая стадия – на уровне компаний и отраслей или даже внутри одной организации – помогает нам лучше разобраться в цифровой трансформации.

Нужно отметить, что цифровая трансформация – это не ряд перемен в сфере информационных технологий и не перевод корпоративных процессов, баз данных и информации на цифровую платформу. Как написал отраслевой аналитик Брайан Солис из Altimeter Group, «инвестирование в технологии и цифровая трансформация не одно и то же»[46]. Позже мы поговорим об этом подробнее.

В этой книге я опишу особенности нынешней стадии цифровой трансформации и объясню, как приступить к ней, чтобы выжить. Организации любого размера без трансформации рискуют исчезнуть с рынка. В первую очередь это касается крупных компаний, которым угрожают маленькие и маневренные игроки. Последние обладают необходимыми инструментами и знаниями для того, чтобы возглавить процесс трансформации.

Чтобы поместить цифровую трансформацию в необходимый контекст, давайте разберем предыдущие этапы цифровой эволюции. То, что мы наблюдаем сегодня, напоминает прерывистое равновесие – за периодами стабильности следуют стремительные перемены и разрывы и новые победители и проигравшие. Тем, кто работает в сфере

технологий на протяжении нескольких десятилетий, знакомы волны удивительного роста продуктивности у частных компаний и государственных структур. И тем не менее сегодня происходит нечто более революционное.

Первая и вторая волна инноваций – цифровизация и появление интернета – не сравнятся с цунами цифровой трансформации. К схожему результату – росту продуктивности – ведет совершенно иной путь.

Первая волна: цифровизация

До появления в 1980-х годах персональных компьютеров, их применение было полностью централизованным. Мейнфреймы контролировались небольшой группой администраторов, и для получения доступа к ним нужно было заранее бронировать время. С помощью мейнфреймов и мини-компьютеров обычно производили расчеты.

С персональными компьютерами компании стали гибче. У сотрудников появилась возможность самостоятельно выстраивать рабочие графики и повышать эффективность. К расчетам добавились обработка текстов (с помощью таких программ, как WordStar, WordPerfect и Microsoft Word) и графический дизайн (CorelDraw, PageMaker, Adobe Illustrator). Системы электронной почты изменили способ общения. Цифровизация расчетов, таблиц и баз данных, которые раньше приходилось составлять и поддерживать вручную, превратили часы, дни или месяцы человеческого труда в секунды. Теперь эту работу автоматически выполнял компьютер, доступ к которому осуществлялся через клавиатуру.

С появлением конкурентоспособных наборов приложений, электронной почты, операционных систем с графическим пользовательским интерфейсом, недорогих компьютеров, модемов и ноутбуков производительность труда вышла на новый уровень. Через несколько поколений программного обеспечения сложность приложений повысилась, и они заменили специализированные системы. Появились настольные издательские системы, системы графического дизайна (рабочие станции Apollo, системы

автоматизированного проектирования, приложения, такие как Autodesk) и усложненные многооконные электронные таблицы с формулами и встроенными алгоритмами. Благодаря этим приложениям мы узнали о возможностях развития ИИ.

Эти улучшения спровоцировали огромную волну экономического роста. Если в период с 1989 по 1995 год рост мирового ВВП составлял 2,5 % в год, то в период с 1995 по 2003 год этот показатель повысился до 3,5 %. Увеличение составило 38 %[47]. Цифровизация упростила и автоматизировала работу, а ее результаты стали более точными[48].

Вторая волна: интернет

В 1958 году, в разгар холодной войны, в США создали Управление перспективных исследовательских проектов (ARPA), впоследствии подведомственное управление министерства обороны США (DARPA). Америка все больше переживала из-за возможного нападения СССР и потенциального разрушения разветвленной телекоммуникационной сети страны. В 1962 году Джозеф Ликлайдер, сотрудник ARPA и Массачусетского технологического института (MIT), предложил соединить все компьютеры, чтобы сохранить связь в случае ядерного удара. Сеть получила название ARPANET. В 1986 году сеть общего пользования (Сеть национального научного фонда, или NSFNET) отделилась от военной сети и связала факультеты информатики американских университетов. NSFNET стала опорной сетью интернета, объединив компании – провайдеры интернет-услуг. Вслед за этим появился протокол HTTP, World Wide Web, веб-браузер Mosaic, а NSFNET стала использоваться для коммерческих целей[49]. Так зародился интернет.

Первые объекты в интернет-пространстве, например Yahoo! и Netscape, состояли главным образом из статических страниц и предполагали пассивный пользовательский опыт, то есть чтение. В начале 2000-х годов появилась технология Web 2.0. Интерфейс стал более удобным, появились пользовательские данные и интернет-приложения, виртуальные сообщества, блоги, социальные сети, Wikipedia, YouTube и другие платформы.

Первые годы интернета вызвали хаос в бизнесе, политике, образовании – в каждом аспекте нашей жизни. Новаторские компании оптимизировали рабочие процессы, ускорив их и придав им надежности. Благодаря автоматизированным системам управления персоналом и бухгалтерского учета общаться с сотрудниками стало проще, а начислять заработную плату – быстрее с минимальным количеством ошибок. Взаимодействие с клиентами стало строиться на основе информации из систем управления взаимоотношениями с клиентами (CRM).

Раньше для бронирования путешествий мы обращались к туристическим агентам и тратили не один день на проработку маршрута. В поездку приходилось брать кипу бумаг, билетов и карт. Мы ходили в физические магазины, пользовались бумажными купонами, почтовыми каталогами и звонили на горячую линию. За банковскими услугами мы ехали в банковские отделения, возились с бумажными чеками и горами мелочи. Инвесторы внимательно изучали заметки о курсе акций в газетах, проводили дни напролет в местных библиотеках или связывались с компаниями напрямую, чтобы получить по почте копию последнего финансового отчета.

Интернет сделал эти отрасли невероятно продуктивными. Теперь можно спланировать поездку и тут же получить электронные билеты, а сравнительную оценку отелей сделать на специальных сайтах. Благодаря приложениям для бронирования туров, аренды автомобилей или жилья зародилась «гиг-экономика». Ничто не стоит на пути у торговли: появился глобальный рынок товаров массового потребления и вещей ручной работы, покупки в один клик, сервисы «отсканируй и купи», доставка любых товаров по всему миру, быстрые цепочки поставок в магазинах, подстраивающихся под последние тренды, обслуживание клиентов через Twitter. В результате экспериментов с онлайн-торговлей и цифровыми транзакциями одни бренды появляются, другие (старые и новые) исчезают.

Во всех описанных примерах прежние аналоговые процессы перешли в цифровую форму, то есть произошла модернизация, а не полная замена. Тем не менее эти рыночные сдвиги серьезно затронули судьбы компаний и поведение людей.

Влияние двух волн

Повышение продуктивности вменили в обязанности IT-отделов. Цифровые технологии помогали работать более эффективно и рационально, а человеко-часы заменили на секунды компьютерных вычислений. Благодаря этому улучшился пользовательский опыт во многих отраслях. В 1990-х – начале 2000-х годов IT-директора стали главными двигателями инноваций. Благодаря ежеквартальному сервису Virtual Close[50] от Cisco бухгалтерия могла закрыть отчетный период и подсчитать результаты почти в режиме реального времени. Этот и подобные примеры свидетельствовали о возросшей гибкости и высоком корпоративном интеллекте.

Перемены во многих организациях начались с перевода на цифровую платформу отделов, не работавших в режиме реального времени. В этих случаях повышение производительности не влекло за собой никаких рисков. Отделы кадров, как и бухгалтерия, были довольно простой точкой входа. В этих отделах внедрили клиент-серверные приложения, центры обработки данных и в конечном счете – облачные решения. Еще один шаг вперед – автоматизация с помощью CRM-систем отделов, работавших с клиентами: сайты дали возможность клиентам искать, покупать и получать доступ к услугам через интернет.

Некоторые сферы, работающие с информационными системами, осознали конкурентные преимущества и быстро перевели бизнес на цифровую платформу. В частности, банки перешли к высокочастотному трейдингу, в котором доли секунды означают реальные деньги. Они последовательно инвестировали в центры обработки данных, чтобы повысить скорость работы и расширить масштаб деятельности для банковских служащих, добиться большей гибкости и обеспечить клиентам комфортные условия.

Согласно данным опроса в 2016 году, в 34 % корпораций цифровой трансформацией занимались директора по маркетингу[51]. Скорее всего, другие отделы, например отделы продаж, кадров и финансов, уже перешли на цифровую платформу с помощью таких инструментов, как CRM- и ERP-системы. Цифровизация коснулась отделов маркетинга в последнюю очередь.

Каждое из этих новшеств привело к выраженному повышению производительности. Ускорение внутренней коммуникации, четкий процесс принятия решения, отлаженные бизнес-процессы, возросшая

прибыль, повышение качества обслуживания клиентов и их высокая удовлетворенность – вот лишь некоторые выгоды компаний от развития технологий Web 2.0.

Интернет и последовавшая волна цифровизации изначально предполагали оцифровку существовавших обязанностей. Их передали новому сотруднику – компьютеру. При этом фундаментальных изменений в рабочих процессах не произошло. Например, авиакомпании перевели бронь и билеты в цифровую форму, банки стали предоставлять информацию о состоянии счетов и оказывать услуги в электронном виде, а Walmart оцифровал цепочку поставок.

Первые волны цифровых перемен позволили отраслям, как и вьюркам, которых описывал Дарвин, адаптироваться к реальности. Благодаря этому им стало проще распоряжаться существующими ресурсами и извлекать больше выгоды.

«С помощью цифровых инструментов удалось автоматизировать и улучшить процесс работы без радикальных изменений и придумывания новых правил игры», – говорит технологический стратег и ветеран отраслевой аналитики Дион Хинчклифф. По его мнению, цифровую трансформацию можно сравнить с «превращением гусеницы в бабочку». Это «плавный переход от одного метода работы к совершенно иному, полностью замещающему отдельные корпоративные элементы и пути функционирования. В отдельных случаях он позволяет получать намного больше выгод, чем было возможно ранее при использовании мелких и малоэффективных устаревших бизнесовых инфраструктур».

Само по себе инвестирование в технологии не поможет компаниям или отраслям трансформироваться. Цифровизация существующих отделов и процессов – обязательный, но не единственный ингредиент. От компании требуются революционные перемены в ключевых конкурентных процессах.

Хороший пример – фармацевтика: у покупателей аптечных сетей Walgreens и CVS появилась возможность проверять статус заказа в приложении или заказывать лекарства по электронной почте. Но этим сетям могут помешать новички: в начале 2018 года о намерении выйти на рынок объявили Amazon, Berkshire Hathaway и JP Morgan. Акции действующих фармацевтических компаний тут же рухнули.

Банки интенсивно инвестируют в информационные технологии. Внедрение гибких возможностей обслуживания и персонализированных предложений значительно повысило качество обслуживания клиентов. Но и банки сталкиваются с конкуренцией со стороны стартапов, таких как Rocket Mortgage и LendingTree в США или Ant Financial и Tencent в Китае.

Удержать лидерство помогут инновации. Президент и CEO Charles Schwab Уолт Беттингер отмечает, что «успешные фирмы сами устраивают эволюционный разрыв»[52]. Яркий пример – система электронных платежей Zelle, разработанная Early Warning Services. Она находится в совместной собственности группы банков (Bank of America, BB&T, Capital One, JP Morgan Chase, PNC Bank, US Bank и Wells Fargo). Zelle – ответ отрасли на всплеск предложений со стороны непрофильных новичков глобального рынка электронных платежей, размер которого достигает $2 триллиона. Среди них Venmo (принадлежит PayPal), Apple Pay и Google Pay. Основанная в 2017 году Zelle обошла Venmo и стала лидером по объему цифровых платежей в США[53].

Эволюционная адаптация

Цифровая трансформация – это резкий переход к другим способам работы и мышления. Иногда процесс требует полного преображения компании. Многие не в состоянии отказаться от старых процессов, а потому терпят неудачу и уходят с рынка.

Цифровая трансформация многих пугает. Она призывает забыть о проверенных методах работы и обратиться к альтернативным решениям, которые кажутся рискованными и ненадежными. Многие отказываются верить, что это вопрос жизни и смерти. Клэйтон Кристенсен метко назвал эту ситуацию «дилеммой инноватора»: организации не хотят отказываться от проверенных инструментов в пользу чего-то сомнительного и неопробованного и не внедряют новшества.

Таким традиционным компаниям угрожают организации, не обремененные грузом предыдущих поколений, организации, использующие новейшие инструменты, технологии и процессы.

Потенциально опасны и конкуренты с четким в*и*дением и целью. Такие компании нередко возглавляют их основатели, например Джефф Безос в Amazon, Илон Маск в Tesla, Рид Хастингс в Netflix, Джек Ма в Alibaba и Брайан Чески в Airbnb. Кроме того, угрозу может нести в себе CEO крупной компании, чье в*и*дение и команда помогут осуществить перемены.

Крупные компании не любят рисковать. Зачем внедрять инновации, если все и так идет хорошо? Когда Apple представила iPhone, ее конкуренты Nokia, Rim и другие не обратили внимания на новинку[54]. Но Apple рискнула, так как дела у нее тогда шли неважно. Nokia и RIM проигнорировали необходимость инноваций. Кто из этой тройки процветает сегодня? Вспомните безлошадный экипаж Генри Форда. Вспомните компанию Walmart, поглотившую все магазины на главных торговых улицах США. А сегодня ее поглотила Amazon.

Во время Кислородной катастрофы цианобактерии повлияли на возникновение нового процесса – кислородное дыхание. Сегодня облачные вычисления, big data, IoT и ИИ также формируют новые процессы. Любое массовое вымирание знаменует начало чего-то нового. Изменить ключевые компетенции – значит избавиться от ведущих элементов процесса или преобразовать их. Вот что необходимо для цифровой трансформации.

Останутся компании, которые признают, что выживание – это просто выживание, независимо от того, как оно происходит, и что окружающий мир, а вместе с ним и ресурсы, быстро меняется. Если компания полагается на один ресурс, она не выживет. Она не увидит прекрасную возможность перемен и не вдохнет новую жизнь в свои основные компетенции.

Цифровая трансформация сегодня

Цифровая трансформация происходит везде. Редко кто не слышал о ней в последние годы. Вбейте в поисковике «цифровая трансформация» и посмотрите на количество результатов (у меня получилось 253 миллиона). Множатся списки «Топ-10 трендов цифровой трансформации». Только за 2017 год состоялось более 20 конференций на эту тему, не говоря уже о бесчисленных круглых

столах, форумах и выставках. О цифровой трансформации говорят руководители компаний, политики и ученые.

Одни называют ее четвертой промышленной революцией. Прошлые революции начинались с внедрения и распространения инновационных технологий – парового двигателя, электричества, компьютеров, интернета. Мы приближаемся к схожему моменту: вскоре облачные вычисления, big data, IoT и ИИ сольются и за счет сетевого эффекта изменят всё[55].

Другие видят в цифровой трансформации вторую эру машин. Компьютеры всегда следовали четко заданным инструкциями, но теперь они смогут учиться, и в этом, по мнению профессоров MIT Эрика Бринолфссона и Эндрю Макафи, заключается суть эры машин. Мир изменится. Компьютеры будут диагностировать заболевания, управлять машинами, прогнозировать сбои в цепочках поставок, заботиться о пожилых людях, говорить с нами – список можно продолжать бесконечно. О некоторых способностях компьютеров мы даже не догадываемся. Первая промышленная революция позволила людям подчинить механическую силу. В ходе последней революции мы овладели электронной силой. В эпоху цифровой трансформации мы освоим интеллектуальную силу[56].

Вернемся к теории прерывистого равновесия. Как и в теории эволюции, в экономике ничто не предвещает изменения – периоды стабильности заканчиваются внезапно, радикально меняя окружающий мир. Главное отличие очередной волны – скорость. В 1958 году средний возраст компаний индекса S&P 500 превышал 60 лет. К 2012 году он снизился до 20 лет[57]. Компании вроде Kodak, Radio Shack, GM, Toys R Us, Sears и GE, некогда имевшие культовый статус, разорились и выпали из корзины S&P 500. В дальнейшем цифровая трансформация ускорит возникновение эволюционных разрывов.

Благодаря своей сокрушительной мощи цифровая трансформация попадает в фокус внимания делового мира. О ней говорят на совещаниях CEO, отраслевых конференциях, в годовых отчетах. Недавно Economist Intelligence Unit обнаружила, что тема цифровой трансформации стоит во главе повестки дня на совещаниях совета директоров у 40 % CEO[58]. Но руководители трактуют это понятие по-разному.

Лидеры, сфокусированные на цифровой трансформации, понимают, что их компаниям ради выживания придется измениться. И они проактивны в отношении этого процесса.

Глава Ford Джим Хэкетт недавно объявил: «Ford активно готовится к эволюционному разрыву, набирая форму. Безусловно, мы уже вступили в этот период разрыва, вы все знаете об этом… Это сложная тема, хотя о ней говорят многие. Разрыв “приходит” неожиданно, словно вор в ночи, и может отнять у вас жизнь. Он не ждет, пока компании наберут силу, чтобы справиться с ним»[59].

«Благодаря трансформации нашего бизнеса мы хватаемся за возможности роста. Мы внедряем новшества, ускоряем работу и применяем цифровые технологии, чтобы достичь длительного и устойчивого роста», – сказал Марк Паркер, CEO Nike[60].

Свои революционеры есть и в государственном секторе. Министерство обороны США вложило десятки миллионов долларов в подразделение оборонных инноваций. Цель этой структуры, появившейся во время президентства Барака Обамы, – укрепить связи с Кремниевой долиной и коммерческим технологическим сектором. Она финансирует инновационные стартапы. В их числе – трансформационные проекты, например проект по запуску микроспутников, которые в режиме реального времени предоставляют снимки американских солдат на земле, или проект по разработке самовосстанавливающегося ПО на базе ИИ, позволяющего найти и исправить ошибки в коде. Подразделение также финансирует проекты на основе ИИ – по тестированию воздушных средств (симуляторы), по управлению запасами и цепочками поставок, по диагностическому обслуживанию военной авиации с целью раннего выявления проблем[61].

Французская электроэнергетическая компания ENGIE видит в цифровой трансформации свой стратегический приоритет. Руководство компании считает, что «сферы энергетики и цифровых технологий возглавили новую промышленную революцию»[62]. Благодаря смелой инициативе CEO Изабель Кошер преобразования коснулись практически каждого аспекта производства и сервиса. ENGIE оцифровала счета за электричество и контроль над потреблением энергии, внедрила анализ энергоэффективности за счет интеллектуальных сенсоров и оптимизировала производство энергии из

возобновляемых источников. Кроме того, компания создала «цифровую фабрику», объединившую специалистов по работе с данными, разработчиков и бизнес-аналитиков. Ее целью стало распространение техник цифровой трансформации на предприятии[63]. Мы подробно рассмотрим проекты ENGIE в следующих главах.

Не все лидеры отличаются такой широтой взглядов. Многие воспринимают цифровую трансформацию как очередную IT-инвестицию или волну цифровизации. Некоторые руководители идут на это лишь ради клиентов. В начале 2018 года опрос IBM показал, что «68 % топ-менеджеров ожидают, что приоритетом компаний станет клиентский опыт, а не продукт». Когда руководителей попросили перечислить мощные факторы влияния, они в первую очередь назвали изменение клиентских предпочтений[64]. Такое узкое в*и*дение неэффективно и опасно.

Еще б*о*льшая опасность заключается в том, что некоторые CEO не знают, что такое цифровая трансформация. И даже если понимают ее значение, то не осознают риски. По данным исследования, проведенного в 2018 году, треть топ-менеджеров считает, что цифровая трансформация влияет на их отрасли незначительно или вообще не влияет. Около половины руководителей не видят необходимости меняться[65]. Они не чувствуют серьезности ситуации и не понимают, как быстро нагрянут перемены.

Для некоторых CEO цифровая трансформация представляет угрозу. Размер компании не влияет на ее стабильность и долголетие. Маленькие проворные стартапы вытеснят гигантов, переставших развиваться. Глава JP Morgan Chase Джейми Даймон в годовом отчете компании за 2014 год выразил следующую озабоченность: «Кремниевая долина наступает. Сотни стартапов с мозгами и деньгами работают над альтернативами традиционному банкингу. Больше всего пишут о компаниях, работающих в кредитной сфере. Фирмы могут выдавать займы людям и малым предприятиям быстро и эффективно. big data ускоряют скорринг заемщиков»[66]. Сегодня Даймон возглавляет новый офис в Пало-Альто с тысячей сотрудников. Его цель – провести цифровую трансформацию в финансово-технической сфере.

Когда Джон Чемберс оставил должность CEO и президента Cisco, которую занимал в течение 20 лет, он высказал такую пророческую мысль: «К сожалению, 40 % компаний в этом здании прекратят свое

существование в ближайшие десять лет. Я так и не смог заставить вас попотеть, но сейчас это время пришло»[67].

В этой книге я апеллирую к рыночным игрокам, которые прекратят свое существование, если не трансформируются. Моя задача – объяснить лидерам разных отраслей, как извлечь пользу из технологий облачных вычислений, big data, IoT и ИИ. Это необходимые условия для цифровой трансформации.

Бизнес-модель Джеффри Мура context vs core («контекст против сути») поясняет, почему так важна глубинная трансформация[68]. Модель Мура описывает цикл инноваций по отношению к ключевым и вспомогательным процессам компании. Ключевая деятельность отличает вашу компанию от других и позволяет завоевывать клиентов. Все остальное, в том числе финансы, продажи и маркетинг, относится к вспомогательной. Сколько бы и как бы хорошо вы ни вкладывали ресурсы в контекст, он не даст конкурентного преимущества. Его создает ключевая деятельность компании. Вот как говорит об этом Мур.

> *Ключевая деятельность– это то, во что компании (в отличие от своих конкурентов) инвестируют свое время и ресурсы. Именно это позволяет бизнесу зарабатывать больше денег, получать больше прибыли и привлекать больше потребителей. Она дает организации власть над рынком: это то, что потребители хотят и не могут получить у остальных компаний*[69].

В своей книге Dealing with Darwin («Что сказал бы Дарвин»[70]) Мур объясняет понятия core и context на примере Тайгера Вудса. Безусловно, его ключевой бизнес – гольф, а вспомогательный бизнес – маркетинг. Несмотря на то что маркетинг приносит Вудсу огромные деньги, маркетинга не было бы без гольфа. Вспомогательный бизнес поддерживает и сохраняет ключевой – конкурентное преимущество компании. Главное правило звучит так: вспомогательный бизнес подразумевает делегирование полномочий третьей стороне, а ключевой остается интеллектуальной собственностью компании.

Поразительно, что современные компании и отрасли уже заменили многие, если не все, вспомогательные области компетенций их цифровыми аналогами. Но ключевая деятельность еще не перешла в

цифровую форму. Ее нельзя взять и заменить чем-то подобным, только с более привлекательной наружностью или более быстрым двигателем. Цифровизация ключевого бизнеса – вот что такое настоящая трансформация. Она требует полного пересмотра основных процессов и возможностей, отказа от отдельных элементов ради возможности создавать нечто более быстрое, сильное и эффективное, способное делать иначе ту же работу или нечто совершенно новое.

Цифровая трансформация восходит к основе корпоративных компетенций. Залог ее успеха – в переменах всей организации, а не только отдела маркетинга, IT или еще какого-то направления. Это не технологическая инвестиция или проблема отдельного подразделения или бизнес-процесса. Трансформация требует фундаментального преобразования бизнес-моделей и бизнес-возможностей, и ее должен возглавить CEO. Распоряжения должны исходить сверху.

За последние сорок лет я наблюдал множество циклов внедрения технологий. Инициаторами инноваций, суливших улучшение производительности и высокие результаты, обычно становились представители IT-индустрии. Спустя месяцы или годы, после многочисленных попыток и переоценок инновации привлекали внимание IT-директоров остальных компаний, отвечавших за внедрение технологий. CEO лишь время от времени получали сведения о затратах и результатах.

В XXI веке благодаря цифровой трансформации цикл внедрения изменился. Я отмечаю, что цифровую трансформацию практически всегда запускают и поддерживают CEO. Мудрые руководители – локомотивы глобальных перемен. В истории информационных технологий – и, возможно, в истории бизнеса – такого еще не было. Они запустили процесс, который определяет путь и цели компании.

Вся организация – от CEO и членов совета директоров до сотрудников отделов и направлений – должна следовать этой цели. Чтобы добиться перемен, нужен единый, комплексный подход.

Вот почему успешны компании, которые не останавливаются на изменениях в бизнес-процессах или отделе, а задумываются о глобальной цифровой реорганизации. Они относятся к ней так серьезно, что создают центры передового опыта, объединяющие специалистов по data science, бизнес-аналитиков, разработчиков и руководителей отделов компании. Эти центры обеспечивают

согласованность действий, объединяют разрозненные отделы и обучают сотрудников необходимым навыкам. Например, глава ENGIE Изабель Кошер собрала команду топ-менеджеров для запуска трансформации компании. Вместе они пересмотрели стратегию, прописали новые цели с учетом конкретных ожиданий по созданию цифровой ценности.

Другие CEO, с которыми я работаю, пытаются предсказать эволюционные разрывы с помощью определенных сценариев. Они задаются вопросами: «Что покупают наши потребители? Они на самом деле нуждаются в нас или могут уйти к цифровому конкуренту, который предложит лучшие идеи и продукты по более низкой цене?». С помощью сценариев «Что будет, если?» они пытаются вырваться за рамки ограниченного мышления и перераспределить инвестиции в будущие цифровые проекты.

Руководитель одной компании в сфере здравоохранения с помощью сценариев разработал несколько сотен практических новшеств для всех направлений своего бизнеса. Если для поддержания проектов руководства требуются новые таланты, CEO нанимают таких сотрудников на роль директоров по цифровизации и наделяют их полномочиями и бюджетом для проведения перемен.

Приготовьтесь, иначе упустите возможность

Сегодня уровень подготовленности (или неподготовленности) CEO и их компаний отражают многочисленные индексы. Индекс цифровой трансформации Dell включает в себя 4600 бизнес-лидеров, вставших на цифровой путь[71]. Индекс отраслевой цифровизации McKinsey Global Institute ранжирует американские отрасли по их степени цифровизации или цифровой трансформации[72]. В немецкий индекс зрелости Industrie 4.0 входят промышленные компании. Эти индексы подтверждают то, что мы уже и так знаем: пропасть между цифровыми и нецифровыми компаниями и отраслями огромна и продолжает быстро увеличиваться.

В своем объемном отчете за 2015 год McKinsey Global Institute отмечал огромный разрыв между цифровыми секторами и остальной экономикой. Несмотря на стремительную и масштабную цифровизацию, мало кому удалось преодолеть этот разрыв.

В отличие от лидирующих отраслей отстающие секторы оцифрованы лишь на 15 %. Компании – лидеры трансформации выигрывают борьбу за долю рынка и увеличивают прибыль. Некоторые меняют целые отрасли в своих интересах. Но многие компании не успевают меняться. Специалисты в цифровых отраслях наслаждаются ростом заработной платы, которая и без того в два раза выше средней по стране. В то же время большинство сотрудников в США столкнулись с замораживанием зарплаты и неясными перспективами[73].

Ставки высоки. По оценкам Roland Berger Strategy Consultants, Европа либо прибавит €1,25 триллиона к стоимости валового промышленного продукта, либо потеряет €605 миллиардов к 2025 году[74].

Если вы упустили возможность, догнать остальных будет сложнее.

Но если мыслить более оптимистично и вспомнить тему этой книги, индексы отражают огромные возможности. Отрасли, находящиеся на ранних стадиях цифровой трансформации, например здравоохранение и строительство, могут стать мощными драйверами экономического роста. «Изучив всего три области с высоким потенциалом – рекрутинговые онлайн-платформы, аналитику big data и IoT, – мы определили, что цифровизация может добавить $2,2 триллиона к годовому ВВП к 2025 году, при том что возможности роста гораздо шире», – утверждают аналитики McKinsey[75].

В следующих главах мы узнаем, что новые инструменты и ресурсы облегчат компаниям путь цифровой трансформации. Для запуска процесса организации могут воспользоваться функциональными платформами облачных вычислений, такими как Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, IBM Watson и Google Cloud.

CEO пытаются подготовиться к надвигающемуся цунами, и консалтинговые фирмы, которые занимаются вопросами цифровой трансформации, процветают. По некоторым оценкам, объем рынка консалтинга в этой области достиг $23 миллиардов. McKinsey, BCG и Bain создали подразделения цифрового консалтинга, а многие корпорации скупают цифровые компании и дизайн-студии, чтобы

расширить свои возможности. Некоторые консалтинговые фирмы занимаются исключительно вопросами цифровой трансформации[76].

С появлением интернета рынок консалтинга развивался в соответствии с волнами цифровизации. Во время первой волны консультанты обеспечивали клиентам цифровое присутствие на рынке. С появлением Web 2.0 фирмы сосредоточились на интерактивном дизайне и клиентском опыте, а сегодня помогают клиентам преобразовать свои бизнес-модели с помощью данных. Компании меняют принципы взаимодействия с партнерами из мира технологий и пытаются найти свое место на очередной стадии эволюционного разрыва.

Цифровая трансформация принесет компаниям триллионы долларов

Оценки глобального экономического влияния цифровой трансформации разнятся, но ведущие компании сходятся во мнении, что она будет приносить триллионы долларов ежегодно.

Потенциальное экономическое влияние

Рост глобального бизнеса и социальной ценности	Временной период	Источник
$100 трлн	2016–2030	Всемирный экономический форум, 2016 год

Increase in Annual Global GDP		
$15,7 трлн (благодаря ИИ)	К 2030 году	PwC, 2017
$13,0 трлн (благодаря ИИ)	К 2030 году	McKinsey, 2018
$11,1 трлн (благодаря интернету вещей)	К 2025 году	McKinsey, 2015
$3,9 трлн (благодаря ИИ)	К 2022 году	Gartner, 2018

Рисунок 2.1

Перед государственными учреждениями также стоит задача развития и сохранения конкурентоспособности. Страны с давних времен соперничали друг с другом – за квалифицированную рабочую силу, за рабочие места, за компании, за новые технологии и в конечном счете за экономический рост. Эта конкуренция обостряется, поскольку на сферу общественных отношений все сильнее влияет урбанизация. Люди переезжают в города: к 2050 году в городах будет жить 68 % населения планеты. Это негативно скажется на общественной

инфраструктуре и приведет к дефициту ресурсов, особенно воды и энергии[77]. Цифровая трансформация поможет государствам поспеть за стремительными переменами благодаря более эффективному оказанию услуг и созданию «цифровых городов». Их комплексная инфраструктура поможет решить проблемы в области дорожного движения, энергетики, обслуживания объектов инфраструктуры, сферы услуг, общественной безопасности и образования. Для ее внедрения понадобится электротранспорт, электронное здравоохранение и электронное правительство[78].

Понимающие это правительства способствуют цифровой трансформации в своих странах. Они стимулируют инвестиции в исследования и разработки, поддерживают высшее образование в сфере цифровых технологий и создают благоприятные условия для цифровых компаний. Вот несколько примеров.

• Ныне действующий десятилетний план правительства Сингапура во многом опирается на цифровые технологии. «Искусственный интеллект Сингапура» (AISG) – это национальная программа, посвященная развитию возможностей ИИ. В программе участвуют исследовательские институты, стартапы и крупные компании[79].

• Основные задачи Национальной инновационной стратегии Объединенных Арабских Эмиратов Vision 2021 включают в себя ИИ, программное обеспечение и умные города. Главная цель – внедрить технологии в различных секторах[80].

• Программа «Умный город Амстердам» фокусируется на вопросах мобильности, инфраструктуры и big data. В ее рамках применяют GPS-данных для управления дорожным движением в режиме реального времени, оптимизацию сбора и переработки мусора, а также замену счетчиков времени на парковках на приложения, через которые можно оплатить стоянку[81].

• В 13-м пятилетнем плане Китая правительство призывает к масштабным инвестициям в инновации в области ИИ и интернета для завоевания превосходства на международном рынке[82].

Как и в бизнесе, на международной арене будут процветать страны, которые внедряют ИИ, big data, облачные вычисления и IoT на всех уровнях.

Научный мир тоже не отстает. Масштаб цифровой трансформации расширяется, и в гонку постепенно включаются университеты. В начале 2018 года MIT запустил проект «Интеллектуальный квест». Эта программа «изучает основы человеческого интеллекта и создает технологические инструменты, положительно влияющие на все сферы социальной жизни». Администрация MIT заявила, что «практические результаты проекта будут востребованы на многих направлениях: диагностике заболеваний, разработке лекарств, промышленном дизайне, автоматизированных системах, синтетической биологии и финансах». В октябре 2018 года MIT объявил о выделении $1 миллиарда на создание нового колледжа информатики со специализацией в области ИИ.

Появляются мастер-классы для руководителей, программы магистратуры и MBA, связанные с цифровой трансформацией. Например, программа цифрового бизнес-лидерства Колумбийской школы бизнеса направлена на «развитие лидерских способностей, позволяющих возглавить цифровую трансформацию»[83]. Гарвардская школа бизнеса предлагает целый курс для руководителей под названием «Разработка цифровых стратегий»[84]. «Инициатива в области цифровой экономики» Школы управления Слоуна при MIT включает в себя различные исследования, курсы для руководителей и занятия для лидеров со степенью MBA, на которых оценивается влияние цифровых технологий на бизнес, экономику и общество[85].

Темы для изучения, по сути, безграничны. Это еще одно важное свойство цифровой трансформации – ее удивительная переменчивость. «Цифровая трансформация как процесс никогда не закончится, по крайней мере в ближайшем будущем», – пишет профессор Бостонского колледжа Джеральд Кейн. Он также отмечает, что «в ближайшее десятилетие получат распространение новые виды технологий – ИИ, блокчейн, беспилотные транспортные средства, дополненная и виртуальная реальность. Наши ожидания вновь радикально изменятся. К тому моменту, когда вы привыкнете к современной цифровой среде, она опять превратится в нечто совершенно иное»[86].

Цифровая трансформация вынуждает компании постоянно следить за трендами, экспериментировать и адаптироваться. Университеты разрабатывают программы для обучения будущих и нынешних бизнес-лидеров новым компетенциям.

Будущее цифровой трансформации

Что принесет цифровая трансформация в будущем? Мне кажется, перед бизнесом и обществом в целом откроются огромные возможности – не менее масштабные, чем в промышленную революцию. Новые технологии ускорят экономический рост, положительно повлияют на окружающую среду, а также повысят качество и продолжительность жизни человека. Из доклада Всемирного экономического форума 2016 года следует, что цифровая трансформация окажет масштабное влияние на отрасли не только с точки зрения роста экономики и занятости, но и с точки зрения экологии. Она «принесет около $100 триллионов бизнесу и обществу в следующее десятилетие»[87].

Только представьте, как цифровая трансформация улучшит жизнь человека и что нас ждет.

• В области медицины – ранняя диагностика и выявление заболеваний, профилактический уход в зависимости от генома человека, точнейшие хирургические операции, которые будут выполнять роботы, цифровое здравоохранение, обследования с использованием ИИ и существенное снижение расходов на лечение.

• В автомобильной промышленности – беспилотные автомобили, снижение числа пьяных водителей, аварий и смертей, уменьшение страховых взносов и сокращение выбросов углекислого газа.

• В производственной сфере массовость и доступность 3D-печати и «производства как сервиса», а значит, кастомизация продукции, а также снижение или полное отсутствие расходов на реализацию.

• С переменами в области управления и рационального пользования ресурсами их объемы будут соответствовать потребностям, количество отходов уменьшится, а количество ограничений смягчится. Вредные выбросы и затраченные ресурсы перестанут влиять на экономический рост.

Список можно продолжать бесконечно. О многих преимуществах мы пока даже не догадываемся[88].

Давайте оценим потенциальное влияние цифровой трансформации на рост производительности труда. В США рост объемов производства

в пересчете на одного работника остановился в 2008 году, во время Великой рецессии. Цифровая трансформация позволит компаниям внедрить машинное обучение, ИИ, IoT и облачные вычисления. Даже самые маленькие фирмы смогут повысить производительность труда и преодолеть негативный тренд[89]. Цифровой прогресс укрепит национальную экономику – мы пока не можем точно оценить, как это произойдет. «На первый взгляд бесплатные сервисы вроде Wikipedia, Skype и Google не повышают ВВП. Но на самом деле это не так», – утверждает профессор MIT Эрик Бринолфссон. Он разработал метод, позволяющий определить добавленную стоимость, которую создают новаторские IT-компании. Ученый обнаружил, что в прорывных бизнес-моделях, например онлайн-сетях и цифровых сервисах, она доходит до $300 миллиардов в год. Эти суммы не учитываются статистикой или критиками[90].

Стоит признать, что огромные перемены также окажут негативное влияние. Бринолфссон подчеркивает преимущества цифровизации в отношении общей производительности труда. Но он также указывает на тенденцию, которую называет «великим разъединением» экономического роста и создания рабочих мест. Несмотря на рост экономики и производительности труда за последние 15–20 лет, средний доход и число рабочих мест не увеличивалось. Почему? Всему виной роль технологий в росте производительности труда: машины заменили людей.

Некоторые говорят, что это временное потрясение, подобные тем, что уже случались прежде, и как только люди приспособятся к новым технологиям, число рабочих мест начнет расти. Однако, по мнению экономиста Лоуренса Каца из Гарвардского университета, в истории нет прецедентов подобного сокращения числа рабочих мест. Накопление опыта, необходимого для новых видов работы, порой занимает десятки лет. Тем не менее Кац полон оптимизма: «Работа никогда не исчезнет. Затяжного тренда на снижение числа рабочих мест нет. В долгосрочном периоде уровень занятости вполне стабилен. Люди всегда придумывали себе занятия. Они умеют занять себя чем-то новым»[91].

Но это не означает, что нужно оставаться в стороне и ждать. Нужно понять, как перестроить систему образования, и в соответствии с цифровой экономикой разработать более гибкие программы обучения

для сотрудников. Через пять лет 35 % актуальных профессиональных навыков изменится. Мы должны инвестировать в образование и научные исследования и приглашать более квалифицированных специалистов. Кроме того, мы должны решить проблему несовпадения спроса и предложения в области цифровых знаний. Для этого нужно не только обучать hard skills, таким как программирование, но и развивать soft skills, которые дополнят работу машин: креативность, умение работать в команде и решать задачи.

Вот что говорилось в 2016 году в докладе Всемирного экономического форума на тему цифровой трансформации.

> *Робототехника и системы ИИ не столько заменят человека, сколько расширят его навыки (например, во время операций хирурги будут работать с продвинутыми робототехническими системами). У компаний возникнут сложности. Им придется переобучить своих сотрудников для эффективной работы с новыми технологиями. Переобучение поможет лучше осознать потенциал технологического развития. Благодаря ему повысится производительность труда и компенсируется потеря рабочих мест, вызванная автоматизацией*[92].

Законодательным органам также следует поддерживать предпринимательство и стимулировать создание новых компаний. Антимонопольное регулирование и налоговую политику необходимо изменить. Нужно поощрять приток квалифицированных работников.

Мы не можем предугадать, как и на что повлияет цифровая трансформация, но уже понимаем масштаб перемен. Она угрожает продуктам, компаниям или целым отраслям: энциклопедиям, телефонным справочникам, туристическим агентствам, местным газетам, книжным магазинам. После появления цифровых фотоаппаратов почти полностью исчезли фотоателье. Сегодня отрасль таксомоторных перевозок конкурирует с сервисами совместных поездок, такими как Lyft и Uber. Мир торговых центров и магазинов пошатнула онлайн-торговля.

В других случаях эволюционный разрыв приведет к зарождению новых смежных рынков. Возьмем, например, Airbnb. Когда эта онлайн-площадка только появилась, многие утверждали, что она полностью

уничтожит сферу гостиничных услуг. Путешественники будут все чаще останавливаться в частных квартирах и домах. Но отельный бизнес не рухнул и до сих пор процветает. Как и Airbnb. Компания оказала влияние на другие сферы: сократила число сдаваемых в аренду домов и квартир, в которых могли бы поселиться местные жители, и повысила стоимость аренды. Вместо конкуренции с отелями Airbnb конкурирует с арендаторами. «Было ли это намерением Airbnb? Почти наверняка нет, – пишет журналист Дерек Томпсон. – Но таков результат – важный и, да, прорывной. Компания Airbnb, оказывающая услуги в сфере путешествий, может изменить остальные отрасли – в лучшую или худшую сторону. Но мало кто мог предсказать, что именно она сможет изменить»[93].

Другие отрасли, например банковская сфера, также показательны. С каждой очередной волной инноваций банки инвестируют в создание новых сервисов. Брокерство стало услугой розничных банков, появились онлайн-платежи, а выпуск кредитных карт, оплата счетов и финансовое планирование превратились в стандартные услуги.

Раньше отели и авиакомпании выкладывали лишние номера и билеты на такие сайты, как Expedia, Hotels.com, Orbitz, Kayak и Trivago. Но вскоре благодаря собственным приложениям с лучшими ценами и вариантами они научились извлекать прибыль самостоятельно и укрепили отношения с клиентами.

Последствия цифровой трансформации не подлежат сомнению, но мы не можем предсказать или даже оценить некоторые из них сейчас. Между тем ее основные элементы уже доступны и проверены. Это облачные вычисления, big data, ИИ и IoT.

Глава 3. Информационный век ускоряется

Сегодня CEO и другие топ-менеджеры должны разбираться в технологиях гораздо лучше, чем раньше. Почему? По сравнению с предыдущими волнами внедрения технологий мы видим, что цифровая трансформация сильнее влияет на работу компаний. Допустим, вы производите автомобили. Связан ли ваш бизнес полностью с производством машин? Или в его основе лежит предложение транспорта и мобильности клиентам? Что имеет бо́льшую ценность – авторские права на созданный вами двигатель? Или алгоритмы беспилотного управления, использующие телеметрические данные, которые передают датчики с транспортных средств? Лидеры каждой отрасли должны ответить на аналогичные вопросы и понять, как технологии изменят их рынок и методы работы.

Ставки высоки, как никогда, – с точки зрения как угрозы вымирания, так и извлечения потенциальных выгод. По своему опыту я знаю, что в любой крупной компании внедрение приложений, работающих на основе ИИ и IoT, исчисляется сотнями миллионов и миллиардов долларов прибыли в год. Например, техническое приложение с ИИ для более чем 500 тысяч клапанов в скважинах ежегодно приносит компании Royal Dutch Shell несколько сотен миллионов долларов. За счет приложения снижаются расходы на обслуживание и растет операционная эффективность. Компания планирует запустить новые приложения с ИИ во всех направлениях бизнеса. По предварительным оценкам, ежегодная прибыль составит миллиарды долларов.

Цифровая трансформация означает, что ваша организация разработает, внедрит и будет управлять десятками, а возможно, и сотнями или даже тысячами приложений на основе ИИ и IoT. Они коснутся управления человеческими ресурсами, клиентских отношений, финансовых процессов, разработки продуктов и услуг, технического обслуживания и логистики. Ни один отдел не останется в стороне. Топ-менеджеры должны отлично знать эти технологии, чтобы вести разговор со своими техническими специалистами на равных и

выбрать правильного партнера в сфере технологий, который приведет компанию к успеху. Инвестиции принесут неплохие дивиденды: это защитит вас от неквалифицированных партнеров и затяжных бесприбыльных проектов.

В этой главе представлен обзор четырех главных технологий, которые запускают цифровую трансформацию: эластичные облачные вычисления, big data, ИИ и IoT. Читателям, которые хотят углубить свое понимание вопроса, – особенно руководителям, непосредственно отвечающим за проекты цифровой трансформации, – будут полезны следующие четыре главы. В них подробно рассмотрены все технологии.

Сложности пугают – но есть надежные решения

Технологии в основе цифровой трансформации уникальны, но пока мы находимся на начальной стадии новой эпохи. Ее потенциал огромен, но сложности развития и масштабирования приложений ИИ и IoT обескураживают.

Базовое требование к новым технологиям – это способность обеспечить сбор, агрегацию и обработку стремительно растущих наборов данных, объем которых измеряется в петабайтах (один петабайт равен одному миллиону гигабайтов). Они постоянно передаются из тысяч отдельных IT-систем, интернета и сетей с миллионами датчиков. Одна из промышленных компаний из списка Fortune 500 занимается сбором 50 петабайт данных, исходящих от пяти тысяч систем. Эти данные включают информацию о клиентах и дилерах, работу с претензиями, заказы, ценообразование, разработку продуктов, проектирование, планирование, производство, системы контроля, бухгалтерский и кадровый учет, логистику и системы поставок. Показания разделены между процессами слияния и поглощения, производственными линиями, географией и каналами взаимодействия с потребителем (например, онлайн, магазины, кол-центры). С помощью сотен миллионов датчиков, встроенных в изделия, которые генерируют показания с частотой не менее 1 Гц (один показатель в секунду), эти наборы данных ежедневно пополняются триллионами показаний.

Десять лет назад технологий для сбора, агрегации, выявления взаимосвязи данных и получения значимой информации для трансформации бизнеса не существовало. Но сейчас появились недорогие датчики (в пределах $1) и суперкомпьютеры размером с банковскую карту, поддерживающие алгоритмы ИИ. Они связываются при помощи быстрых сетей и создают инфраструктуру, которая превращает обычные организации в компании, меняющиеся в режиме реального времени. По оценкам McKinsey, стоимость бизнеса в таких областях как облачные вычисления, big data, ИИ и IoT совокупно достигнет к 2030 году $23 триллиона в год[94].

Главная сложность для организаций – понять, как объединить и применить эти технологии, чтобы создать значительную ценность и обеспечить соответствующую доходность инвестиций. Но у меня есть хорошие новости для организаций, вступивших на путь цифровой трансформации. Можно воспользоваться надежными инструментами и экспертными знаниями, которые ускорят цифровую трансформацию и обеспечат успех. Я вернусь к этой теме в главе 10.

Облачные вычисления

Облачные вычисления – первая из четырех технологий цифровой трансформации и основополагающая для нее. Облачные вычисления представляют собой модель доступа к общему пулу конфигурируемых аппаратных и программных ресурсов: компьютерных сетей, серверов, систем хранения данных, приложений и других сервисов. Эта технология не требует усилий на конфигурирование и управление ресурсами, а доступ к ней осуществляется через интернет. Облачными ресурсами может владеть или сама организация (частное облако), или третья сторона, которая предоставляет их за плату (публичное облако).

Пионером в этой области считается компания Amazon. Она первой предоставила своим клиентам ресурсы для вычисления и хранения данных – через свое облако Amazon Web Services. Если в 2002 году сервисом пользовались лишь разработчики Amazon, то в 2006 году после появления сервисов Elastic Compute Cloud и Simple Storage Service компания открыто предложила облачные технологии на рынке. Считалось, что к 2020 году – спустя 15 лет после появления – объем

рынка публичных облачных вычислений достигнет $162 миллиардов[95], [96]. Ожидается, что к 2022 году ежегодный доход Amazon Web Services вырастет до $43 миллиардов[97]. Между Amazon, Microsoft и Google наблюдается острая конкуренция. Она гарантирует стремительное падение цен на ресурсы вычисления и хранения данных.

Компании поняли, что облачные провайдеры лучше и дешевле управляют огромным количеством серверов и систем хранения данных, построив глобальную инфраструктуру из надежных и безопасных центров обработки и хранения данных (дата-центров). Вот почему компании стремительно переводят текущие приложения из корпоративных дата-центров в публичные облака.

Сегодня IT-директора признают, что через десять лет традиционные дата-центры исчезнут[98]. Исследования подтверждают эту гипотезу. По оценкам Cisco, к 2021 году 94 % приложений будут обрабатываться облачными центрами данных, а 73 % облачных приложений будут размещены в публичных облаках[99].

Многие компании закрыли традиционные дата-центры. Энергетическая компания Enel с головным офисом в Риме закрывает в 30 странах 23 дата-центра данных, в которых размещены 10 тысяч серверов, поддерживающих ее работу. Enel сократила число действующих приложений с 1700 до 1200 и перевела их на Amazon Web Services. Netflix, Uber, Deutsche Bank и бесчисленное множество других компаний хранят все или почти все данные в публичном облаке[100].

Виртуализация и контейнеры

Главный механизм, создающий эффект масштаба облачных технологий, – виртуализация. В традиционных дата-центрах аппаратные средства были ограничены и не выдерживали максимальных нагрузок. Организации создавали множество серверов и хранилищ, чтобы поддерживать высочайший уровень требований к инфраструктуре. Обычно это было необходимо лишь на короткие периоды (например, во время обработки заказов в конце квартала). В результате дата-центры работали вхолостую. Утилизация аппаратных средств была низка: процент загрузки выражался однозначным числом. Виртуализация позволяет создавать несколько различных сред,

используя и перераспределяя ресурсы одной физической среды аппаратного обеспечения.

Контейнеры – это еще одна инновация, позволяющая эффективно использовать физические ресурсы. Контейнер – это легкий автономный пакет исполняемого ПО, включающий все необходимое для его работы: программный код, среду исполнения, системные инструменты и библиотеки, а также настройки. Применение виртуализации и контейнеров для распределения аппаратных средств между приложениями приводит к более высоким и экономичным коэффициентам утилизации ресурсов. Как следствие, облачные сервисы значительно дешевеют, а общедоступные платформы облачных вычислений, такие как AWS, Microsoft Azure, IBM Cloud и Google Cloud, получают все большее распространение.

Виртуализация резко повышает эффективность использования аппаратных средств

Виртуализация позволяет многочисленным приложениям обмениваться инфраструктурными ресурсами. За счет этого значительно возрастает эффективность использования аппаратных средств.

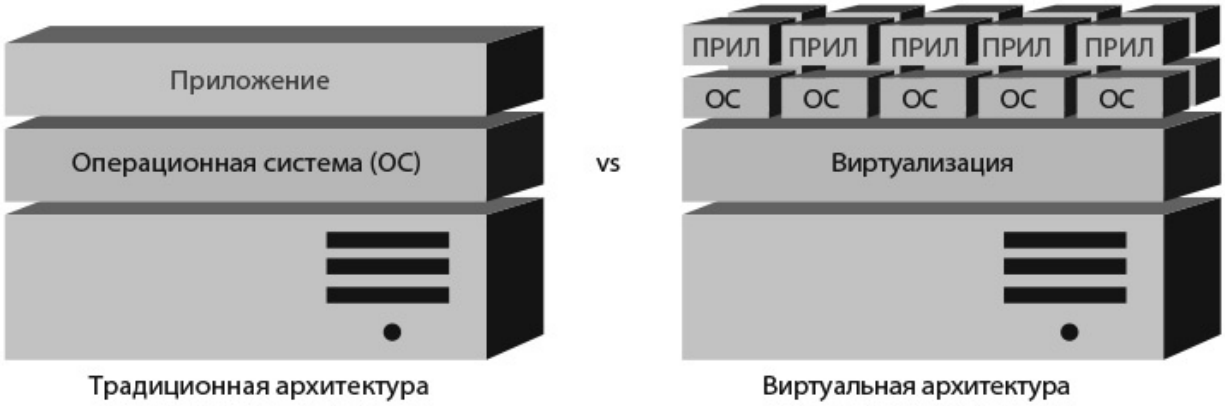

Рисунок 3.1

Всё как услуга: IaaS, PaaS и SaaS

Облачные технологии создавали и независимые, и корпоративные разработчики ПО. Они хотели сэкономить время, снизить затраты на покупку, создание и управление масштабируемой и надежной

аппаратной инфраструктурой. Облачная модель позволяла разработчикам сосредоточиться на создании ПО. Облачный провайдер занимался инфраструктурой (IaaS – инфраструктура как услуга), а также вопросами масштабируемости и надежности.

Современные облачные платформы эластичны. Они динамически определяют объем ресурсов, необходимый для работы приложения, и автоматически выделяют их. Это освободило разработчиков и IT-команды от многих операционных задач. Им больше не нужно настраивать и конфигурировать аппаратное и программное обеспечение, корректировать программы и управлять кластером распределенной базы данных. Не нужно разделять данные по многочисленным кластерам ради масштабирования. Клиент облака платит лишь за ресурсы, которыми он пользуется.

Сегодня облачные сервисы вышли за пределы IaaS. Теперь они включают платформы для разработки приложений (платформа как услуга, или PaaS) и приложение (программное обеспечение как услуга, или SaaS). Сервисы PaaS предлагают инструменты разработки и сервисы для создания, внедрения, использования и управления приложениями. Помимо управления соответствующей инфраструктурой (серверами, средствами хранения, сетями, виртуализацией), PaaS в дополнение предлагает такие сервисы, как среда выполнения, операционная система и интеграционное и прочее системное ПО.

Модели облачных сервисов

Всё как услуга (XaaS): современные провайдеры облачных технологий предоставляют организациям доступ к ряду ресурсов по принципу «как услуга», начиная от инфраструктуры и заканчивая программным обеспечением.



Рисунок 3.2

Сервисы SaaS – это полностью готовые приложения с доступом через интернет. SaaS-провайдер управляет всем приложением, включая инфраструктуру, средства безопасности, операционную среду и обновления. Сервисы SaaS освобождают клиентов от необходимости приобретать аппаратное обеспечение или устанавливать, управлять и обновлять ПО. Обычно они позволяют клиенту настроить различные параметры приложения (например, изменить состав полей данных, бизнес-процессы и права пользователей) в зависимости от потребностей.

Мультиоблако и гибридное облако

Сегодня IT-директора признают важность работы с разными облачными сервисами. Это позволяет снизить зависимость от единственного провайдера (так называемую зависимость от одного поставщика) и извлечь пользу из сервисов различных публичных облаков. Мультиоблако предполагает мультиоблачные вычислительные сервисы в одной гетерогенной архитектуре[101]. Например, приложение может использовать Microsoft Azure для хранения, AWS – для вычислений, IBM Watson – для машинного обучения и Google Cloud – для распознавания изображений.

Мультиоблако и гибридное облако

Чтобы избежать зависимости от поставщика и извлечь пользу из разнообразия публичных облачных провайдеров, организации применяют подход мультиоблака и гибридного облака.

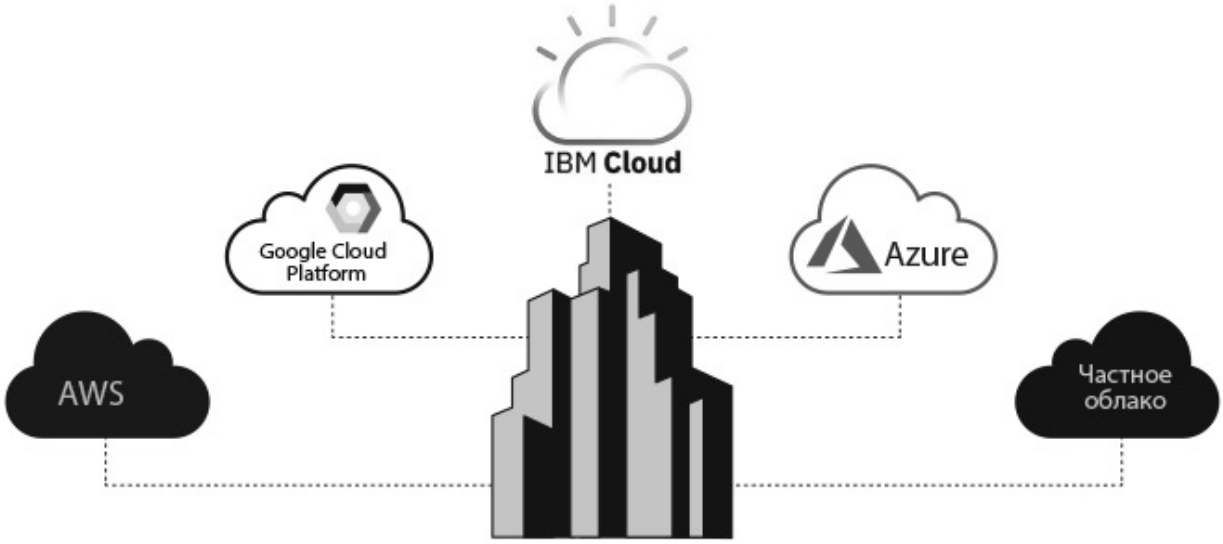

Рисунок 3.3

Важно уметь управлять своими приложениями и данными в публичных и частных облаках (то есть в среде гибридного облака). Сверхчувствительные клиентские данные лучше хранить в частном облаке, а инфраструктура публичного облака в случае необходимости подойдет при взрывной нагрузке в качестве дополнительной мощности, позволяющей справиться с пиковыми нагрузками во время обработки транзакций или другой аналитической обработки.

Сложнее достичь облачной переносимости – способности легко менять различные облачные сервисы, которые использует приложение, на сервисы другого облачного провайдера. Например, заменить сервис по распознаванию изображений Google на тот же сервис Amazon. Контейнеры (технология, которая отделяет приложения от инфраструктуры) обеспечивают переносимость приложений между различными облаками, но не переносимость сервисов облачных провайдеров.

Big data

Вторая технология, поддерживающая цифровую трансформацию, – big data. Разумеется, данные всегда важны, а в эпоху цифровой трансформации особенно. Многим приложениям с ИИ требуются огромные объемы данных, чтобы обучить и совершенствовать алгоритмы машинного обучения их по мере роста объема данных.

Понятие big data впервые появилось в астрономии и геномике в начале 2000-х годов. В этих сферах возникали большие массивы данных. Невозможно было эффективно и недорого их обрабатывать, используя традиционную централизованную архитектуру, или вертикально масштабируемую архитектуру. Горизонтально масштабируемая архитектура для одновременной обработки данных использует тысячи или десятки тысяч процессоров. За последние десять лет появились технологии ПО для параллельной обработки big data. Наглядным примером служит парадигма распределенных вычислений MapReduce (изначально разработанная в Google в 2004 году) и Hadoop (созданная в Yahoo версия MapReduce, выпущенная в 2006 году). Сегодня система Hadoop MapReduce, включающая в себя многочисленные компоненты ПО, доступна как open source ПО от Apache Software Foundation.

Как мы уже знаем, проектам цифровой трансформации требуется возможность оперировать big data масштаба петабайтов. Фреймворк Apache Hadoop представляет собой множество мощных компонентов для управления big data и разработки приложений с использованием ИИ и IoT. Но организациям сложно превратить эти компоненты в работающие приложения. В главе 10 мы обсудим потребность в новом комплексе технологий. Я объясню, как этот комплекс поможет справиться со сложными требованиями цифровой трансформации. Но сначала давайте разберемся с big data. Объем не единственная их характеристика.

Большой информационный взрыв

Получение данных – всегда долгая и кропотливая работа. Организации собирали статистические данные, в основе которых лежали небольшие выборки (сотни или тысячи записей о транзакциях), и на их основе делали выводы обо всей картине в целом. Из-за малых

объемов данных специалисты тратили много времени и сил на верификацию, чтобы исключить сведения, которые могли исказить результаты.

Облака дают неограниченные возможности для проведения вычислений и хранения информации. Появляется программное обеспечение, разработанное для параллельной обработки данных в огромных масштабах. Организациям больше не нужно ограничивать и отбирать исходные данные для анализа. Теперь выпадающие из общего ряда или нерелевантные данные грамотно встроены в анализ big data. В итоге более 20 миллиардов подключенных к интернету смартфонов, датчиков и прочих устройств генерируют постоянно растущий поток данных, ежегодные объемы которого измеряются в зеттабайтах (1 зеттабайт данных поместится на 250 миллиардах DVD-дисков). Сегодня компании могут делать выводы на основе доступных данных практически в режиме реального времени. Как мы вскоре увидим, возможность обрабатывать весь объем данных поспособствовала стремительному прогрессу в области ИИ.

Рост числа подключенных устройств в глобальных масштабах

Сегодня количество устройств, подключенных к интернету, в три раза превышает население планеты. Этот показатель ежегодно увеличивается на 10 %.

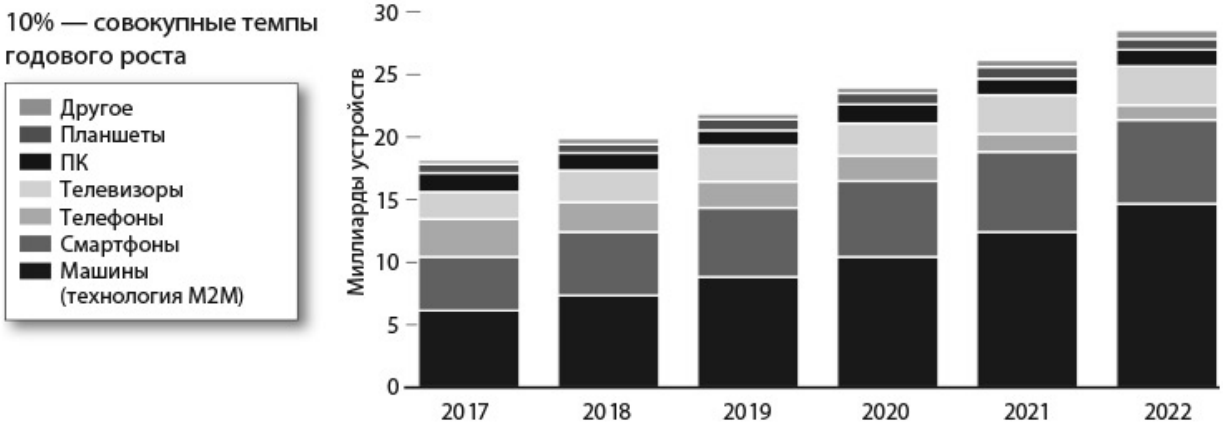

Рисунок 3.4

Возможность применять ИИ к обработке всего объема сырых данных привела к еще одной перемене. Больше нет необходимости в экспертах для построения гипотез, объясняющих причины того или иного события. Теперь алгоритмы ИИ способны обучаться

самостоятельно и строить гипотезы о событиях на основе данных, полученных из этих систем.

Например, для определения причины просрочки платежей по ипотеке больше не нужен опытный специалист по кредитованию. Система может изучить причины и их относительную важность с высокой степенью достоверности благодаря анализу всех доступных данных по неплатежам других клиентов.

У этого явления далеко идущие последствия. Для выявления неисправностей двигателя больше не нужен опытный механик. Для выявления начальной стадии диабета у пациента больше не нужен опытный врач. Для определения оптимального места для бурения нефтяной скважины больше не нужен инженер-геолог. Все это компьютер может узнать из данных – гораздо быстрее и точнее.

Искусственный интеллект

Искусственный интеллект – это третья технология цифровой трансформации. В это понятие входят научные и технические данные, необходимые для создания разумных машин и компьютерных программ, способных самообучаться и решать проблемы вместо человеческого интеллекта.

В сферу ИИ входит анализ языковой информации и перевод, распознавание изображений и паттернов (например, при выявлении мошенничества, прогнозировании сбоев или определении риска хронического заболевания). Он оказывает поддержку при принятии решений (например, в беспилотных автомобилях и предиктивной аналитике). Количество и сложность приложений на основе ИИ стремительно растет. С его помощью решают крайне сложные задачи поставок, оптимизации запасов и повышения производительности активов. ИИ также решает проблемы управления парком транспортных средств (увеличение времени работы и доступности транспорта) и проблемы в сфере здравоохранения (прогнозирование риска возникновения лекарственной зависимости). Это лишь некоторые примеры. Мы подробно рассмотрим некоторые из них в следующих главах.

Машинное обучение

Под машинным обучением – очень широкой подгруппой ИИ – понимают класс алгоритмов, которые самообучаются на примере решения аналогичных задач, используя весь набор данных. Они не следуют предопределенным правилам, как в случае с традиционными алгоритмами. Алгоритм – это последовательность инструкций, которые компьютер выполняет, чтобы трансформировать входные данные в выходные. Простой пример: алгоритм для сортировки чисел по мере убывания. Входные данные – список чисел в любом порядке, выходные – точно отсортированный список. Инструкции для сортировки чисел определяются четким набором правил. Это пример традиционного алгоритма.

Специалисты в области вычислительных систем создавали алгоритмы с первых дней появления информационных технологий. Тем не менее традиционные подходы не позволяли разработать эффективные алгоритмы для решения разных проблем в сфере здравоохранения, производства, авиации, логистики, сбыта и финансов. В отличие от традиционных подходов алгоритмы машинного обучения математически анализируют любой вид данных (изображения, текст, звуки, временны*е* ряды) и их взаимосвязь и делают выводы.

Машинное обучение и глубокое обучение стимулируют возрождение ИИ

ИИ, разработанный еще в 1950-е, стремительно развивался в последние годы. Он оказывает огромное влияние посредством методов машинного и глубокого обучения.



Рисунок 3.5

Пример машинного обучения – алгоритм, который анализирует изображение (входные данные) и классифицирует его как «самолет» или «не-самолет» (выходные данные). Сфера применения такого алгоритма – контроль воздушного сообщения и авиационной безопасности. Алгоритм самообучается на основе тысяч или миллионов изображений, маркированных как «самолет» или «не-самолет», после чего может проанализировать немаркированное изображение и с высокой степенью точности сделать вывод, самолет ли это. Еще один пример из сферы здравоохранения – алгоритм, который предсказывает вероятность сердечного приступа у человека. В его основе записи медицинских карточек и другие входные данные сотен или тысяч пациентов, которые пережили сердечный приступ, и миллионов человек, которые его избежали. Эти данные включают в себя возраст, пол, род занятий, место проживания, пищевые привычки, занятия спортом, этническую принадлежность, историю семьи и предыдущие заболевания.

Появление машинного обучения в сочетании с неограниченной вычислительной мощностью породило новый класс алгоритмов, решающих проблемы, которые когда-то считались неразрешимыми. Например, оценка риска поломки самолетного двигателя. Определив все важные входные данные (летные часы, условия полета, записи о техническом обслуживании, температуру двигателя, давление масла) и выбрав достаточно большое количество случаев поломки двигателя (то есть выходные данные), алгоритм не только предупредит о поломке, но и определит ее причины. Для этого не нужно быть специалистом по

материаловедению или термодинамике. Достаточно лишь нужных данных в большом объеме.

Машинное обучение всегда требовало обширных знаний предметной области для определения необходимых составляющих модели. Развитие глубокого обучения, о котором речь пойдет ниже, снизило, а в некоторых случаях устранило это требование. Для создания модели требуется совместная работа опытных специалистов по data science и профильных экспертов. Они должны вычленить важные данные, а также виды данных или признаки (например, дифференциал температуры двигателя, летные часы), которые влияют на выходные данные (в данном случае – на поломку двигателя). Сложность связана с необходимостью выбора из сотен или тысяч потенциальных признаков. Алгоритм машинного обучения самообучается, перебирая тысячи (или миллионы) случаев в истории и определяя сравнительную важность (значимость) каждого признака. Это происходит до тех пор, пока алгоритм не выдаст самые точные выходные данные (о поломке двигателя)[102]. Результатом машинного обучения становится алгоритм, который на основании переданных входных данных на выходе дает точный результат[103]. В данном примере алгоритм автоматически определяет вес фактора, а аналитик (человек) определяет сами факторы. Подходы глубокого обучения покажут, что алгоритм способен получать необходимые факторы и рассчитывать их веса напрямую из данных.

Процесс обучения интенсивно задействует ресурсы компьютера и требует времени, тогда как выводы делаются легко и быстро. Развитие вычислительной техники помогло улучшить производительность приложений машинного обучения. Например, графические процессоры параллельно обрабатывают несколько наборов данных, а логика работы FPGAs (программируемые интегральные логические схемы) не определяется при изготовлении, а задается посредством программирования. Сегодня лидеры в сфере облачных платформ предлагают ресурсы, которые оптимально подходят для выполнения вычислений на основе ИИ и в которых задействованы технические инновации.

Существует два вида машинного обучения – контролируемое и неконтролируемое. При контролируемом обучении алгоритм учится, используя маркированные данные, как в примере с двигателем

самолета. Этот подход к обучению алгоритма требует огромных объемов исторических данных.

При ограниченном количестве произошедших событий применяется техника неконтролируемого обучения: обучающийся алгоритм ищет аномальные данные. Алгоритмы неконтролируемого обучения помогают найти важные паттерны или кластеры в большом наборе данных. Например, ретейлер может воспользоваться такими алгоритмами для группового анализа клиентских данных, чтобы определить новые сегменты потребителей в маркетинговых целях или для развития продуктов.

Глубокое обучение

Глубокое обучение – это подгруппа машинного обучения, обладающая большим потенциалом. Как уже говорилось ранее, наиболее традиционные виды машинного обучения требуют обширного определения факторов и, в свою очередь, серьезной экспертизы. Проблема заключается в том, что в этом случае в классификации и определении данных, а также в обучении модели не обойтись без специалистов по data science. Однако при глубоком обучении важные факторы определяются не людьми. Их выявляет алгоритм.

Это важное достижение, потому что определение факторов позволяет решить лишь некоторые проблемы ИИ. При решении многих задач специалисты по data science не могут определить важные факторы. Рассмотрим, например, проблему распознавания изображений. Представьте, что вам нужно создать алгоритм, распознающий машины. Это важное требование для беспилотных технологий. Вариантов изображений будет очень много с учетом всех возможных форм, размеров и цветов автомобилей, а также освещения, расстояния и перспективы. Специалисты по data science не смогли бы определить все важные признаки, необходимые для обучения алгоритма. Для таких проблем в глубоком обучении используется технология нейронных сетей, описанная ниже. За образец взяли сеть нейронов в мозге человека, хотя на самом деле у технологии мало с ней общего.

Глубокое обучение позволяет компьютерам создавать сложные концепции на основе простой иерархической структуры. Это можно представить в виде серии связанных между собой алгоритмов. На каждом уровне иерархии располагается алгоритм, который формирует промежуточную часть выходных данных, а они, в свою очередь, используют следующие уровни иерархии. В итоге последний уровень иерархии формирует полный набор выходных данных. Нейронная сеть тренируется распознавать автомобили, анализируя огромное количество изображений (с автомобилями и без них). Каждый уровень нейронной сети анализирует различные компоненты данных, определяя все больше абстрактных концепций, например граней, углов, очертаний, кругов и прямоугольников. В итоге появляется концепция машины, основанная на иерархической структуре[104]. После обучения нейронная сеть может по новой для себя фотографии определить с высокой степенью точности, изображена на ней машина или нет.

Как нейронная сеть распознает изображение автомобиля

Глубокое обучение с помощью многоуровневых нейронных сетей позволяет компьютерам создавать сложные концепции на основе простой иерархической структуры.

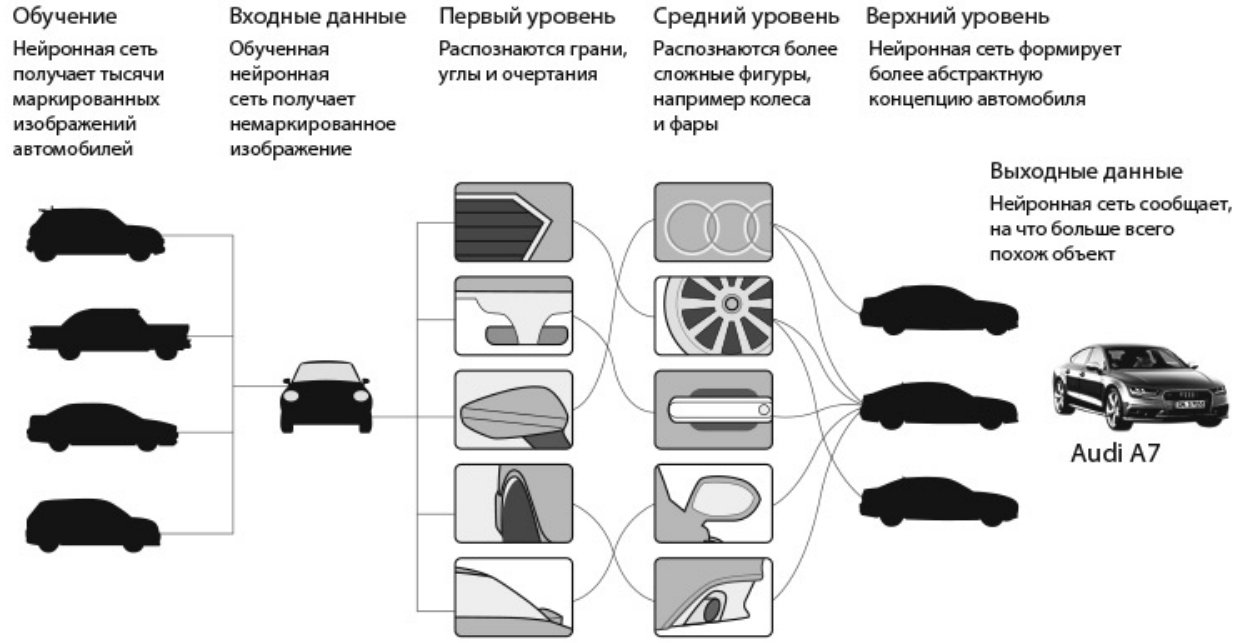

Рисунок 3.6

Как вы уже поняли, у глубокого обучения огромный потенциал. Приложения с ИИ этого уровня могут использоваться в бизнесе и государственном управлении. Нейронные сети, например, отвечают за машинное зрение, что важно для беспилотных автомобилей и производственных роботов. Сети распознают голоса на «умных» устройствах (например, Amazon Echo и Google Home), применяются для автоматизированного обслуживания клиентов, перевода на иностранные языки в режиме реального времени, в медицинской диагностике, прогнозировании и оптимизации производительности нефтяных скважин. «Изюминка» глубокого обучения в том, что оно подходит для любой задачи, начиная от прогнозирования поломки двигателя и заканчивая предотвращением мошенничества. При этом оно требует минимального вмешательства со стороны специалистов по data science в отличие от других методов машинного обучения. Это связано с низкой или вовсе отсутствующей потребностью в определении факторов.

ИИ – удивительная технология с безграничными возможностями. Она стремительно развивается. Этому способствует постоянное снижение затрат на вычисления и хранение данных, а также инновации в области аппаратного обеспечения. Процессы обработки данных становятся мощнее и дешевле. ИИ подходит для обработки объемных и разноплановых наборов данных, позволяет решать многочисленные проблемы и принимать решения в режиме реального времени.

Можно без преувеличения сказать, что ИИ заметно изменит нашу жизнь и работу. Он еще не охватил бизнес и политику, но забег уже начался. Дальновидные организации активно применяют ИИ, чтобы опередить конкурентов и добиться успеха. Цифровая трансформация выявит лидеров и безнадежно отстающих. Сегодня CEO и топ-менеджеры должны осознать, как ИИ повлияет на рынок и как извлечь пользу из новых возможностей.

IoT (интернет вещей)

Четвертая движущая сила цифровой трансформации – IoT: подключение к интернету любых устройств, способных принимать, обрабатывать и передавать данные. Это очень простая концепция, но

она способна создать огромную экономическую ценность. Но это еще не все.

Сила и потенциал IoT в том, что вычисления становятся общедоступными и взаимосвязанными, микропроцессоры стабильно дешевеют и становятся энергоэффективнее, а сети работают все быстрее. Сегодня во многие объекты: автомобили, дроны, промышленную технику и даже здания – встроены недорогие суперкомпьютеры с ИИ размером с банковскую карту. В результате облачные вычисления успешно распространяются на сетевую периферию, то есть на устройства, с помощью которых данные производятся, потребляются, а теперь и анализируются.

Пример такого суперкомпьютера с ИИ – TX2 от NVIDIA. Он обрабатывает потоковое видео в режиме реального времени и использует функцию распознавания изображения на основе ИИ для идентификации людей и неодушевленных объектов. С помощью такого компьютера, например, можно усовершенствовать машинное зрение беспилотных роботов-доставщиков при движении по проезжей части и тротуарам. Суперкомпьютер TX2 размером 50 × 76 мм состоит из высокотехнологичных компонентов, в том числе мощного 256-ядерного процессора и 32 гигабайт оперативной памяти, которых хватит на запись одного часа видео. Энергопотребление – важный параметр для дронов – не превышает 8 Вт.

Такие успехи говорят о важной эволюции форм-факторов вычислительной техники (мы подробно поговорим о ней в главе 7). Автомобили, самолеты, коммерческие здания, заводы, дома и прочая инфраструктура, например энергосети, города, мосты, порты и туннели, все чаще оснащены мощными компьютерами и умными камерами, которые отслеживают происходящее, обрабатывают информацию и реагируют на нее. Фактически это вычислительные устройства с широкими возможностями ИИ.

Техническое название IoT – киберфизические системы – отражает взаимодействие его компонентов и контроль физической инфраструктуры компьютерами. Компьютеры, встроенные в физические устройства, непрерывно контролируют их работу и сами оперативно меняют настройки устройства (например, настройки промышленного контроля), взаимодействуя с облачными центрами обработки данных.

Пример такой системы – умная сеть в сфере энергетики. При возможности она использует выработанную энергию, а при необходимости черпает энергию из сети. Такие системы могут повысить эффективность глобальной энергетической инфраструктуры на 33–50 %. Для их внедрения понадобится ИИ в периферийных компьютерах, чтобы в режиме реального времени прогнозировать (или делать выводы) спрос на энергию и удовлетворять его при помощи самых экономичных источников – солнечного, аккумуляторного, ветряного или из электросети. Идея «транзакционной» сети, в которой отдельные узлы мгновенно принимают решения о покупке и продаже энергии, вот-вот станет реальностью.

Другие примеры местной обработки в сочетании с облачными вычислениями – Amazon Echo, беспилотные автомобили, дроны с камерами, используемые для наблюдения или в других коммерческих и промышленных целях (например, для оценки страхового ущерба), а также роботы в производственных системах. Скоро даже у рядовых пользователей появятся десятки или тысячи энергоэффективных портативных устройств и имплантов. Они будут отслеживать и контролировать биохимический анализ крови, артериальное давление, пульс, температуру и другие метаболические данные. Эти устройства смогут подключаться через интернет к облачным сервисам, например к медицинским диагностическим сервисам. Но и их собственные вычислительные возможности и возможности ИИ позволят собирать и анализировать данные и принимать решения в режиме реального времени.

IoT еше только развивается, но многочисленные приложения, например для диагностики оборудования, уже сегодня приносят огромную пользу компаниям и государственным структурам. Одна крупная европейская энергетическая компания с помощью такого приложения получает телеметрические данные от датчиков и умных счетчиков, встроенных в ее распределительную сеть протяженностью 1,2 миллиона километров. С помощью приложения специалисты прогнозируют возможные поломки оборудования, после чего проводят профилактические осмотры. Потенциальная экономическая ценность для компании превышает €600 миллионов в год.

Пример государственного клиента – Военно-воздушные силы США, которые используют технологии с ИИ для диагностики и

обслуживания. Приложения прогнозируют потенциальную поломку авиационных систем и крупных узлов в разных моделях воздушных судов. Они позволяют проводить профилактическое обслуживание и сокращают объемы непредвиденного ремонта. Приложения получают данные с многочисленных датчиков на каждом самолете, анализируют оперативную информацию и предвидят поломку. Военные предполагают, что боеготовность воздушных судов благодаря приложениям вырастет на 40 %.

Это лишь некоторые примеры современных приложений IoT и ИИ. Они приносят значительную прибыль крупным компаниям, запустившим цифровую трансформацию. Мы обсудим другие примеры применения IoT в главе 7.

Для использования IoT и ИИ необходим новый стек технологий

Мы убедились, что каждая из четырех технологий, определяющих цифровую трансформацию, – эластичные облачные вычисления, big data, ИИ и IoT – открывает новые возможности.

В то же время компании сталкиваются с новыми проблемами и большими сложностями, особенно при создании единой платформы для всех технологий. Многие организации не могут внедрить приложения ИИ и IoT и потому никогда не продвинутся дальше экспериментов и изготовления прототипов.

Обычно эти организации пытаются разработать приложение, применяя многочисленные модули открытого ПО Apache Hadoop (и коммерческих дистрибутивов, например Cloudera и Hortonworks). Кроме того, они используют публичную облачную платформу (AWS, Microsoft Azure, IBM Cloud и Google Cloud). Это заведомо безуспешный путь. Компании осознают это спустя месяцы и даже годы впустую потраченного времени и усилий. Количество провальных проектов растет. Почему?

ПО Hadoop создавали 70 различных авторов, работавших по отдельности. Модули используют разные языки программирования и протоколы обмена данными с высокой сложностью перехода на другую модель разработки, отличаются абсолютно разными уровнями зрелости, стабильности и масштабируемости. Более того,

разработчикам приходится сталкиваться с большим количеством и разнообразием технологий и фреймворков, таких как инфраструктурные сервисы, корпоративные приложения и интеграция, корпоративные данные, данные от датчиков устройств, языки программирования и библиотеки, необходимые для поддержки приложений. Наконец, многие компании разрабатывают и управляют сотнями приложений, требующих другой интеграции с компонентами Hadoop. В результате даже лучшие команды разработчиков заходят в тупик.

В действительности ни платформа Hadoop, ни публичное облако не станут полноценной средой для разработки и масштабирования приложений ИИ и IoT. Количество технических требований слишком велико, чтобы можно было создать полноценную корпоративную платформу следующего поколения, объединяющую четыре технологии. Можно выделить десять основных требований.

1. Сбор данных – платформа должна получать, интегрировать и нормализовать любые данные из многочисленных разнородных источников, включая внутренние и внешние системы, а также сети датчиков.

2. Мультиоблачные вычисления – основа для недорогих и гибких вычислений, а также для хранения данных с горизонтальным масштабированием в любых частных и публичных облаках.

3. Локальные вычисления – основа для локальной обработки данных с малой задержкой и прогнозирования на основе ИИ на периферийных устройствах. Это позволяет делать выводы или реагировать на входные данные в режиме реального времени (например, остановить беспилотный автомобиль, чтобы избежать столкновения с пешеходом).

4. PaaS-платформа как сервис предоставляет всеобъемлющий комплекс услуг для непрерывной обработки всего потока данных в режиме реального времени, поддержания безопасности и сохранности данных.

5. Единая концептуальная модель данных предоставляет согласованную с бизнесом объектную модель всех данных компании, которая позволяет упростить и ускорить разработку приложения.

6. Корпоративные микросервисы – это общий каталог программных компонентов и микросервисов, позволяющих разработчикам быстро создавать приложения, используя лучшие из них.

7. Защита корпоративных данных включает в себя надежное шифрование, аутентификацию пользователей и контроль авторизации.

8. Моделирование системы с использованием ИИ и динамических алгоритмов оптимизации поддерживает полный жизненный цикл приложения, включая разработку, тестирование и развертывание.

9. Открытая платформа поддерживает многочисленные языки программирования, стандартизированные интерфейсы (API), машинное обучение с открытым исходным кодом и библиотеки глубокого обучения, а также инструменты визуализации данных из сторонних источников.

10. Общая платформа для совместной разработки позволяет разработчикам ПО, специалистам по data science, аналитикам и другим членам команды работать в единой среде с общим набором инструментов. Это ускоряет разработку, развертывание и эксплуатацию приложения.

Архитектура, управляемая моделью

Описанные выше требования решаются лишь с помощью архитектуры, управляемой моделью. Она определяет программные системы, использующие модели, которые не зависят от платформы и от инфраструктурных сервисов, предоставляемых конкретным облачным провайдером – AWS, Azure, IBM или Google. Модели автоматически имплементируются на одно или несколько облаков с учетом платформенно-зависимой реализации. Это означает, что разработчику не нужно переживать о том, какие компоненты будет использовать приложение или на какой облачной платформе оно будет работать. В итоге приложения ИИ и IoT можно настроить и запустить гораздо быстрее, чем при альтернативных подходах. Даже если этим занимаются маленькие команды из трех-пяти разработчиков и специалистов по data science.

Архитектура, управляемая моделью, упрощает и ускоряет разработку и позволяет программистам реализовать бизнес-логику

приложений ИИ и IoT при помощи довольно несложных действий, в отличие от традиционных подходов к разработке приложений.

Преимущества этого подхода впечатляют. Маленькие команды программистов и специалистов по data science могут разработать приложения ИИ и IoT всего за два с небольшим месяца. В масштабных проектах на разработку, тестирование и развертывание приложения обычно уходит 3–4 месяца. Мы вернемся к этой теме в главе 10.

Четыре движущие силы цифровой трансформации наконец слились воедино. Я думаю, вскоре мы увидим заметное ускорение проектов цифровой трансформации во многих отраслях по всему миру. Тем, кто хочет лучше разобраться в этих технологиях, будут интересны следующие главы. Если вы хотите узнать, как эти технологии используются сегодня в реальных проектах, перейдите к главе 9.

Глава 4. Эластичное облако

Эластичное облако появилось более десяти лет назад. За это время облачные вычисления стали неотъемлемой частью цифровой трансформации. Облако предоставляет на платной основе универсальный доступ к неограниченному объему вычислительных ресурсов и пространства для хранения данных. Объемные капиталовложения больше не нужны. Благодаря облаку информационные технологии стали демократичнее. Оно позволяет организациям любого размера применять ИИ к любым наборам данных.

В то время как одни компании стремительно переводят бо́льшую часть своих IT-систем на публичные облачные платформы, другие по-прежнему сопротивляются переменам. Эти компании ошибочно приписывают облаку низкий уровень безопасности, доступности и надежности. На самом деле с момента появления первого публичного облака более десяти лет назад эта технология шагнула далеко вперед благодаря масштабным инвестициям лидирующих облачных провайдеров. Облачные хранилища обогнали традиционные дата-центры практически по всем показателям.

В этой главе мы подробно рассмотрим, как появились облачные вычисления, их преимущества, риски и бизнес-ценность. Руководители компаний и политические лидеры должны понимать эту парадигму, которая радикально меняет экономику вычислений и IT-инфраструктуры. Организации, не способные или не желающие разобраться в облачных технологиях, останутся позади продвинутых конкурентов.

Эластичное облако способно быстро и динамично расширять и сокращать требуемые вычислительные ресурсы (отсюда и его название), удовлетворяя потребности в вычислении и хранении данных. Эластичность трансформировала модели развертывания ПО, затраты на IT-системы и распределение капитала. Облачные технологии трансформировали существующие отрасли и зародили новые. Например, музыкальная отрасль почти полностью переехала в облачные сервисы, такие как Spotify и Apple Music. Когда-то музыку можно было слушать лишь на компакт-дисках. Сегодня стремительно

расширяются облачные сервисы потокового видео, например Netflix и Amazon Prime Video. Они уводят зрителей от традиционного кабельного телевидения и из кинотеатров. Без облака не появились бы сервисы совместных поездок, например Uber и Lyft.

Для создания и внедрения того или иного сервиса разработчикам больше не нужно вкладывать деньги в аппаратное обеспечение. Не нужно беспокоиться из-за переизбытка резервов (over-provisioning), иными словами – неоправданного расходования доростоящих ресурсов, или недостатка резервов (under-provisioning) для приложения, которое набирает популярность, но упускает потенциальных клиентов и прибыль. Организации, чья деятельность связана с крупными вычислительными операциями, которые приходится проводить параллельно, например с обработкой потоков кредитных транзакций, могут увидеть результаты сразу после масштабирования. Работа одной тысячи серверов в течение часа стоит столько же, сколько работа одного сервера в течение одной тысячи часов.

Эластичность ресурсов, не требующая переплат за крупномасштабные вычисления, – беспрецедентный шаг в истории информационных технологий[105].

Эволюция эластичного облака: от мейнфреймов до виртуализации

В 1950-х годах появились мейнфреймы. Несколько десятилетий на них основывались корпоративные вычисления. Бронируя авиабилет или снимая наличные в банкомате, вы косвенно взаимодействовали с мейнфреймом. Поскольку эти устройства разработали для «надежности, доступности и удобства» (по определению компании IBM[106]), корпорации доверяли им выполнение важных операций.

В 1959 году Джон Маккарти, в то время сотрудник MIT, показал, как можно использовать вычислительные ресурсы в режиме разделения времени в системе противовоздушной обороны[107]. Первая демонстрация этого режима в 1961 году получила название совместимой системы раздельного времени (CTSS). Последующие два десятилетия технологию активно развивали в науке и промышленности. Появление мультиплексной информационно-вычислительной службы (Multics) и чуть позже операционных систем разделения времени Unix

побудили научные и коммерческие организации внедрить режим разделения времени. Такой подход позволил организовать совместный доступ к дорогим централизованным вычислительным ресурсам.

Виртуализация – возможность создавать частные разделы в вычислительных и сетевых ресурсах, а также хранилищах данных – сделала доступными облачные технологии. Благодаря ей AWS, Azure, Google Cloud и другие облачные провайдеры смогли предложить пользователям частный доступ к надежным ресурсам. При этом провайдеры управляют множеством серверов и хранилищ информации, расположенных в ЦОДах и связанных высокоскоростными сетями. Хотя эта концепция появилась еще в 1970-е годы, термин «виртуализация» обрел популярность лишь в 1990-х. Операционная система CP40 от IBM, выпущенная в начале 1970-х годов, первой предложила пользователям виртуальную машину[108]. Благодаря CP40 исчезла необходимость работать в режиме разделения времени – пользователи получили собственную операционную систему. Виртуализация приложений начала завоевывать популярность в начале 1990-х годов благодаря Java от Sun Microsystems. Приложения могли работать на любом компьютере, где установлена среда исполнения Java (JRE). До Java разработчикам приходилось компилировать код для каждой платформы, на которой работало их ПО. На это уходило слишком много времени и ресурсов, особенно на популярных тогда Unix-платформах. С Java можно было запускать готовые к работе приложения и не компилировать код для каждой платформы. С успеха Java началась эпоха аналогичных инструментов, которые поддерживали мультиплатформенную разработку, например Virtual PC для Macintosh от Connectix (1997)[109] и Workstation от VMware (1999)[110].

В начале 2000-х годов VMware изменила виртуализацию приложений, представив ПО под названием «гипервизор». Оно не требовало участия операционной системы хоста. Гипервизор и интерфейсы виртуального рабочего стола (VDI) упростили виртуализацию для многих компаний. Разграничение аппаратного обеспечения и операционной системы и приложений способствовало развитию корпоративных дата-центров. Эта версия общих вычислительных ресурсов и ресурсов хранения оказалась гибче, чем система мейнфреймов. Крупные игроки, такие как HP, VMware, Dell,

Oracle, IBM и другие, превратили этот рынок в то, что сегодня мы знаем как публичное облако.

На развитие публичных облаков повлиял и значительный рост возможностей сетей. Публичные и частные сети быстро развивались, начиная с первой демонстрации ARPANET в 1969 году[111]. Важными эволюционными ступенями стали протокол управления передачей данных TCP, сети X.25, протокол IP, пакетная коммутация, технологии ретрансляции кадров, многопротокольная маркерная коммутация (MPLS) и система доменных имен (DNS). Технология виртуальной частной сети (VPN) позволила компаниям использовать публичные сети как частные. Ушли в прошлое дорогие и медленные выделенные соединения между офисами. В конце 1990-х и в 2000-х годах телекоммуникационные гиганты коммерциализировали эту технологию. Компании получили возможность безопасно управлять бизнесом онлайн. Эти улучшения, а также усовершенствование и снижение стоимости сетевого оборудования заложили основу для современного публичного облака.

Расцвет публичного облака

В 2006 году Amazon Web Services представила Simple Storage Service (S3) – сервис для хранения данных любого вида и размера, Elastic Compute Cloud (EC2) – виртуальную машину для масштабируемых вычислений, а также Simple Queue Service (SQS) – сервис для обмена сообщениями любого размера между программными компонентами. Так появилось публичное облако – коммерческий сервис для компаний, которые нуждались в технологии, позволяющей легко и надежно собирать, хранить и анализировать масштабируемые данные. Сама идея об «аренде» части ресурсов для вычисления и хранения, которые доступны моментально, находятся в руках третьей стороны и позволяют обслуживать пользователей по всему миру, была революционной.

Значение публичного облака невозможно переоценить. Оно освободило компании от огромной административной нагрузки, а IT-отделы – от постоянной необходимости сопоставлять ресурсы с потребностями. Благодаря публичному облаку у сотрудников IT-

отделов высвободилось время на работу с бизнес-подразделениями и выявление их требований и задач бизнеса.

Три успешных сервиса Amazon проложили путь другим облачным провайдерам. Google вступил в облачный бизнес с Google App Engine в 2008 году[112]. В том же году Microsoft представила Azure, а в 2009-м – начале 2010 года первые облачные сервисы[113]. IBM включилась в борьбу, выкупив в 2013 году сервис SoftLayer, позже переименованный в IBM Cloud[114].

В последнее время расширился спектр возможностей публичного облака и, как следствие, варианты его применения. Масштабные инновации AWS, например, включают сеть доставки контента CloudFront (2008), виртуальное частное облако (2009), сервис Relational Database Service (2009) и сервис бессерверных вычислений Lambda (2014). Разработки AWS и других компаний создали среду, в которой новые компании изначально ориентируются на работу в облаке. Такие компании могут оперативно принимать решения и масштабироваться.

Облачные вычисления сегодня

Облачные технологии развиваются, и само это понятие обретает иное значение за счет новых характеристик, моделей развертывания и сервиса. В 2006 году руководитель Google Эрик Шмидт описал облако как бизнес-модель предоставления услуг через интернет. С тех пор новые толкования этого термина неизменно вызывают замешательство, скептическую реакцию и бум на рынке. В 2011 году Национальный институт стандартов и технологий США (NIST) признал важность облачных технологий и регламентировал этот термин. NIST определяет облачные технологии как «модель, предоставляющую повсеместный, удобный сетевой доступ по запросу к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, сетей, серверов, мест хранения, приложений и сервисов), которые могут быть быстро задействованы и освобождены при минимальных усилиях по управлению или взаимодействию с провайдером»[115].

Облачные вычисления становятся движущей силой цифровой трансформации. Простой и быстрый доступ к масштабируемым вычислительным ресурсам в эластичном публичном облаке повлек

массовое возникновение цифровых компаний. Компании отмечают значительную экономическую выгоду от использования облака и высокую гибкость этой технологии. Именно это позволяет им начать собственную цифровую трансформацию, тем более что возможности облачных вычислений растут изо дня в день.

Свойства облака

Для цифровой трансформации важны пять основных свойств облака.

1. Бесконечные возможности для расширения – ресурсы хранения и вычисления не ограничены.
2. Самостоятельное обслуживание по запросу – у пользователей есть доступ к вычислительным ресурсам, взаимодействие с облачным провайдером при этом не требуется.
3. Широкий сетевой доступ – пользователи могут работать в облаке практически с любого устройства через традиционные телекоммуникационные сервисы (Wi-Fi) и технологии мобильной передачи данных (3G, 4G, LTE). Это означает, что облачные вычисления доступны повсеместно.
4. Объединение ресурсов – облачные провайдеры предоставляют доступ множеству пользователей, используя мультитенантную модель (изолированно обслуживают разных подписчиков сервиса). Пул физических и виртуальных ресурсов постоянно перераспределяется в соответствии с потребностями каждого пользователя. Стоимость ресурсов для всех пользователей сокращается.
5. Быстрая эластичность – можно оперативно задействовать ресурсы и освобождать в автоматическом режиме в зависимости от потребностей (их роста или снижения) пользователей.

Модели развертывания облака

Помимо ключевых технических свойств облака, на работу компаний влияют два аспекта облачных вычислений – модель

развертывания (владелец архитектуры) и модель сервиса (типы услуг). В зависимости от права собственности выделяют три модели развертывания.

• Публичное облако – это доступная всем инфраструктура. Ее владелец и управляющий – частная компания (как в случае с AWS, Azure, IBM, Google Cloud) или государство. Бесконечные возможности расширения, практически мгновенная эластичность и высокая надежность делают публичное облако весьма популярным у корпораций.

• Частное облако – это инфраструктура из одного или нескольких дата-центров, которой владеет, управляет и пользуется одна организация с целью получения прибыли. У частного облака нередко ограниченные эластичность и объем, которые зависят от возможностей оборудования.

• Гибридное облако сочетает в себе инфраструктуру частного и публичного облака. Инфраструктура гибридного облака – это динамичное пространство, в котором публичные облачные провайдеры предлагают эластичную среду частного облака (например, AWS GovCloud) в публичном облаке. Таким образом, этот вариант объединяет лучшие возможности частного и публичного облака.

Модели развертывания облака

Организациям доступны разные варианты моделей развертывания облака, начиная от публичного облака (им владеет и управляет компания, предоставляя всеобщий доступ) и заканчивая гибридным облаком (смесь публичного и частного облака).



Рисунок 4.1

Руководители компаний, определяющие стратегию использования облачных вычислений, должны представлять себе преимущества и недостатки выбранной модели развертывания.

Облачные модели сервиса

Модель сервиса – это второй аспект облачных вычислений, который существенно влияет на то, как организации будут использовать облако. В облачной индустрии существует три способа.

• Инфраструктура как услуга (IaaS). Она включает в себя элементы инфраструктуры (вычислительные и сетевые ресурсы, а также ресурсы хранения данных), которые предоставляются по запросу. Ответственность за инфраструктуру несет облачный провайдер. Пользователям доступны собственные виртуальные машины и контроль операционной системы, образы диска и IP-адресов. Самые яркие примеры IaaS – AWS Elastic Compute Cloud (EC2), Azure Virtual Machines, IBM Cloud и Google Compute Engine.

• Платформа как услуга (PaaS). Это готовые платформы разработки, которые позволяют пользователям создавать, тестировать и запускать приложения в облаке. Платформа управляет инфраструктурой, операционной системой, программной средой, безопасностью, доступностью, масштабируемостью и резервным копированием. Примеры облачных платформ общего назначения – AWS Elastic Beanstalk, Azure Web Apps и Google App Engine.

• Программное обеспечение как услуга (SaaS). Оно относится к программным приложениям, развернутым в облачной инфраструктуре (публичной или частной). Доступ осуществляется через интернет. До появления SaaS компании устанавливали лицензированные приложения в своей инфраструктуре и управляли такими операциями, как доступность сервера, безопасность, аварийное восстановление, программные корректировки и обновления. В большинстве организаций отсутствовали специалисты по обслуживанию аппаратного и программного обеспечения. В SaaS всем этим управляет поставщик. Более того, организации оплачивают услугу всего раз в год в зависимости от количества пользователей. Благодаря SaaS

пользователи могут полностью сосредоточиться на управлении бизнесом, сократив затраты на сферу IT и снизив потребности в этих услугах. За последние 20 лет возникло несколько крупных SaaS-компаний, в том числе Salesforce, Workday, ServiceNow и Slack. Все крупные разработчики ПО – Microsoft, Oracle, SAP, Adobe и Autodesk – тоже предлагают SaaS-приложения.

Стремительная эволюция облачных моделей развертывания и сервиса за последнее десятилетие стала главной движущей силой цифровой трансформации для крупных компаний и стартапов из разных отраслей. В рамках проектов цифровой трансформации организации переводят свои частные или гибридные облака в публичное облако. В то же время мы видим, что новые компании изначально используют эластичное публичное облако. Новый ресурс они рассматривают как важный компонент своей цифровой «ДНК».

Инфраструктура глобального публичного облака

Amazon Web Services, Google Cloud Platform, Microsoft Azure и другие крупные облачные провайдеры яростно сражаются за корпоративных клиентов. Они вкладывают огромные суммы в современное оборудование (вычисление, хранение, сети) и ПО (гипервизоры, операционные системы и широкий круг поддерживающих микросервисов). Они стараются обеспечивать лучшее соединение, производительность, доступность и масштабирование. Благодаря этому сокращаются издержки компаний на облачные технологии. За последние десять лет стоимость хранения данных в Microsoft Azure снизилась на 98 %[116].

Повышение спроса и снижение издержек способствовали стремительному росту вычислительной мощности. В 2015 году Amazon ежедневно повышала мощность для компаний из списка Fortune 500. Темп развития облачных технологий не замедляется. В 2018 году доход глобального рынка публичных облачных услуг вырос на 21 % – до $175,8 миллиарда… В 2017 году этот показатель составлял $145,3 миллиарда. Ожидается, что в 2021 году доход превысит $278 миллиардов[117].

Тенденция очевидна. Благодаря острой конкуренции между публичными провайдерами, для которых облачные вычисления представляют стремительно растущий многомиллиардный бизнес, издержки для их клиентов будут и дальше снижаться, а перечень услуг – расширяться. Необходимость перехода в облако становится очевидной с каждым днем.

Связь с облаком

Улучшение возможностей связи в телекоммуникационной отрасли также стимулирует внедрение облачных сервисов во всем мире. Скорость сетей существенно возрастает отчасти благодаря установке оптоволоконных сетей в городах и зданиях. Средняя скорость передачи данных в сетях в США превышает 18 мегабит в секунду (Мбит/с). По данному показателю страна находится на десятом месте в мире. Возглавляет рейтинг Южная Корея, где скорость сетей достигает почти 30 Мбит/с. Во всем мире средняя скорость ненамного превышает 7 Мбит/с и растет на 15 % в год[118], [119].

В прошлом выделенные сети опережали мобильный интернет по скорости и лагам. Но постоянные инновации в сфере мобильных технологий – появление стандартов 3G (третье поколение), 4G (четвертое поколение) и LTE (буквально – «долгосрочное развитие») – резко сократили разрыв в производительности между выделенными и мобильными сетями. Глобальный спрос на планшеты и смартфоны нового поколения заставляет поставщиков инвестировать в инфраструктуру мобильных сетей. Более высокие скорости стандарта 5G (пятое поколение) еще сильнее ускорят внедрение облачных вычислений.

Сети 5G находятся на ранних стадиях разработки, и многие только гадают, какой будет их скорость. Тем не менее уже сейчас очевидно, что их скорость намного превысит скорость сетей 4G. В 2018 году на технологической выставке Consumer Electronics Show в Лас-Вегасе компания Qualcomm смоделировала скорость сетей 5G в Сан-Франциско и Франкфурте. Демоверсия во Франкфурте показала скорость загрузки данных для обычного пользователя 490 Мбит/с, а демоверсия в Сан-Франциско разогналась до 1,4 гигабит в секунду

(Гбит/с). Сегодня средняя скорость сетей 4G и LTE составляет от 20 до 35 Мбит/с.

Вывод для лидеров бизнеса и государственных чиновников таков: технологии и инфраструктура облачных вычислений стремительно развиваются. Производительность и масштабируемость вычислений постоянно увеличиваются, и это еще одна причина немедленно перейти в облако.

Конвертация CapEx в OpEx

На протяжении последних 30 лет инфраструктура публичного облака расширяется на 30–35 % в год[120]. Это говорит о том, что компании, особенно осуществляющие цифровую трансформацию, переходят в облако по ряду технических и финансовых причин. Приверженцы эластичных публичных облаков быстро осознают экономическую привлекательность облачных вычислений. Ее нередко называют конвертацией капитальных услуг (CapEx) в операционные услуги (OpEx). Это происходит благодаря оплатам за ресурсы облака по моделям SaaS, PaaS и IaaS[121]. Вместо капитальных вложений в покупку или лицензирование обесценивающихся активов вроде серверов и систем хранения организации мгновенно получают доступ к необходимым ресурсам в любом облаке. За эти услуги они платят раз в год, и сумма счета зависит от объема услуг.

Такое ценообразование позволяет организациям приобретать неравномерно распределенные часы вычисления. Например, 100 вычислительных часов, потребленных в течение 8 часов, и 100 вычислительных часов, потребленных в течение 2 часов с использованием ресурсов с четырехкратной мощностью, стоят одинаково. Долгое время компании применяли ценообразование, основанное на пропускной способности, но новый подход произвел революцию в области вычислительных ресурсов.

Отличительная особенность этой концепции – отсутствие авансовых капитальных затрат, а также экономия расходов на персонал (управление и поддержку различных аппаратных платформ). Высвобожденные средства можно направить в проекты по цифровой трансформации. Например, добавить устройства IoT для контроля

цепочки поставок или улучшить бизнес-аналитику за счет внедрения предиктивной аналитики.

Дополнительные преимущества эластичного публичного облака

Гибкость, экономия затрат и времени – главные причины, по которым стоит перейти в эластичное публичное облако. Но есть и другие.

• Практически нулевые затраты на обслуживание. С публичным облаком компаниям не приходится тратить огромные ресурсы на поддержание программного и аппаратного обеспечения, например на обновление операционной системы и индексацию базы данных. Этим занимаются облачные провайдеры.

• Гарантированный доступ. В 2017 году в работе крупной международной авиакомпании произошел сбой, потому что ее сотрудник случайно отключил питание в дата-центре[122]. Подобные незапланированные простои – из-за несовместимости новой версии операционной системы, сетевых проблем или перебоев с питанием на серверах – практически полностью исключены в публичном облаке. Лидирующие провайдеры публичных облачных сервисов обеспечивают гарантированный доступ. Обычный показатель для этого рынка – 99,99 % времени безотказной работы. В пересчете получается менее одного часа вынужденного простоя в год[123]. Штатное IT-подразделение глобальной корпорации не сможет обеспечить такой уровень доступности.

• Физическая и кибербезопасность. Облачные провайдеры делают крупные инвестиции в физическую и кибербезопасность публичных облаков. Провайдеры защищают информационные ресурсы круглосуточно и без выходных. Они тестируют системы для выявления слабых мест и устанавливают специализированное ПО для устранения тысяч уязвимостей, которые появляются каждый год. Поставщики услуг также предоставляют сертификаты соответствия, выполняя требования местного и национального законодательства в области безопасности и конфиденциальности.

• Сокращение периода ожидания – временного лага между действием пользователя и ответом системы – позволяет совершать операции в режиме реального времени и улучшает customer experiences. Ключевой фактор – время отклика между приложением конечного пользователя (например, веб-браузером) и инфраструктурой. Крупнейшие облачные провайдеры предоставляют многочисленные зоны доступности, то есть физически разделенные центры обработки данных, расположенные в одном географическом регионе. Связь между этими зонами характеризуется коротким периодом ожидания, высокой пропускной способностью и большим количеством дублирующих сетей. К примеру, AWS создала 53 зоны доступности в 18 регионах по всему миру. Благодаря публичному облаку разработчик игр из Скандинавии может запустить мобильное приложение и обеспечить кратчайший период ожидания в каждом регионе мира. При этом ему не придется управлять удаленными центрами обработки данных.

• Надежное аварийное восстановление. Глобальные облачные провайдеры обеспечивают межрегиональную репликацию и возможность восстановить состояние базы данных на определенный момент времени. Благодаря этому обеспечивается надежное аварийное восстановление. Например, на деятельность американской компании может повлиять политическая нестабильность в странах Восточной Азии, поскольку она затрагивает расположенные там дата-центры. Однако компания может работать безо всяких помех на основе реплики, восстановленной из Австралии. Схожим образом при случайном удалении файлов облачные сервисы позволяют компаниям вернуть их к состоянию, записанному в определенный момент времени. Технически компания может самостоятельно разрабатывать и использовать реплики и сервисы по восстановлению, но для многих организаций это связано с большими расходами.

• Более простая и быстрая разработка (DevOps). Переход в облако позволяет компаниям взять на вооружение новую и все более популярную методику разработки DevOps. Раньше разработчики ПО создавали приложения на своих рабочих станциях, но теперь они переходят в облако. DevOps теснее, чем раньше, связывает разработку программного обеспечения (Development – Dev) и IT-операции (Operations – Ops). Облако предоставляет разработчикам множество языков и фреймворков, современную среду разработок, техническую

поддержку и возможности для коллективной работы. С помощью облачных контейнеров разработчики могут создавать код в привычной среде, и он будет надежно исполняться в другом окружении. Это повышает скорость разработки и развертывания программного обеспечения.

• Цена подписки. Ценообразование облачных вычислений, основанное на принципе полезности, привело к тому, что за программное обеспечение клиенты теперь платят по подписке, то есть лишь за то, что они используют. В последние годы становятся популярными подписки для SaaS, PaaS и IaaS. Цены обычно зависят от количества пользователей и потребления вычислительных ресурсов. В большинстве случаев на цену также влияет набор ПО. Компании выбирают то, что им нужно, на необходимый период и для определенного числа пользователей. Доступ к лучшему программному обеспечению есть даже у малого и среднего бизнеса.

• Технические перспективы. SaaS позволяет разработчикам ПО быстро и часто обновлять продукты и предоставлять клиентам последнюю версию приложения. Раньше, чтобы получить доступ к обновлениям и улучшениям, компаниям приходилось ждать по полгода или больше до следующего релиза. Выпуск новых версий был медленным, в них было много ошибок. Сегодня ситуация изменилась благодаря облачным сервисам SaaS.

• Акцент на компаниях, а не на информационных технологиях. В эпоху лицензированного ПО компаниям приходилось нанимать целые команды, которые отвечали за локальный хостинг, обновления программного и аппаратного обеспечения, вопросы безопасности, настройку производительности и аварийное восстановление. Предложения SaaS освободили сотрудников от этих задач. Компании стали гибче и могут сосредоточиться на управлении, работе с клиентами и дифференциации своих продуктов.

Вычисления без границ

Эластичное облако полностью сняло ограничения доступности и мощности вычислительных ресурсов. Это главное условие для

создания нового класса приложений ИИ и IoT, определяющих цифровую трансформацию.

Такие приложения обычно оперируют терабайтами и петабайтами данных. Работа с подобными массивами информации, включающими как структурированные, так и неструктурированные данные из многочисленных источников, сопряжена с определенными трудностями. Но это еще одна важная составляющая цифровой трансформации. В следующей главе мы подробно остановимся на этой проблеме.

Глава 5. Big data

Увеличение вычислительной мощности компьютеров и пространства для хранения информации повлекло за собой возможность обрабатывать и хранить большие объемы данных. Сегодня многие компании уделяют внимание лишь этому аспекту big data. Но это еще не всё.

Big data в контексте современной цифровой трансформации означает, что мы можем хранить и анализировать *все* данные. Их источник, формат, частота обновления, структурированность больше не имеют значения. Кроме того, мы можем сочетать разные наборы данных, создавая объемные массивы информации, которые мы можем «скормить» сложным алгоритмам ИИ.

Впервые количественную оценку информации дал в 1948 году сотрудник компании Bell Labs Клод Шеннон, отец теории информации. В качестве единицы измерения информации Шеннон предложил двоичное число, позже получившее название «бит». Бит имеет значение «0» или «1». Изобретение Шеннона послужило предпосылкой для цифровой вычислительной машины – устройства, которое умеет лишь складывать последовательности двоичных чисел с высокой скоростью. Для совершения операции вычитания цифровая вычислительная машина прибавляет отрицательные числа. Чтобы перемножить числа, она раз за разом повторяет операции сложения. Каким бы сложным ни казался компьютер, это всего лишь арифмометр.

Любое число можно перевести в двоичную систему исчисления. Система кодирования ASCII, разработанная на основе телеграфного кода в 1960-х годах, позволяет представить любой символ или слово в виде последовательности нулей и единиц.

По мере развития теории информации и возникновения все более объемных массивов данных для описания этого феномена был разработан специальный язык. Главной единицей информации в этой системе стал бит. Совокупность восьми битов получила название «байт». В байтах стали измерять емкость памяти компьютера.

1 байт = 8 битов.
1 килобайт (КБ) = 1024 байта.

1 мегабайт (МБ) = 1024 килобайта.
1 гигабайт (ГБ) = 1024 мегабайта.
1 терабайт (ТБ) = 1024 гигабайта.
1 петабайт (ПБ) = 1024 терабайта.
1 эксабайт (ЭБ) = 1024 петабайта.
1 зеттабайт (ЗБ) = 1024 эксабайта.
1 йоттабайт (ЙБ) = 1024 зеттабайта.

Для сравнения: объем всей информации в Библиотеке Конгресса США составляет около 15 терабайт[124]. Сегодня многие крупные корпорации хранят петабайты данных. Google, Facebook, Amazon и Microsoft – в совокупности около эксабайта данных[125]. Обсуждая big data в современном компьютерном мире, мы говорим об объемах информации, которые измеряются в петабайтах и эксабайтах.

Вычислительную мощность и сложность проблем, которые под силу решить компьютеру, сдерживают три главных фактора:

1) объем пространства для хранения данных;
2) размер двоичных чисел, которое может складывать центральный процессор (CPU);
3) скорость, с которой CPU производит сложение.

За последние 70 лет эти показатели значительно выросли.

По мере развития технологий хранения – от популярных в 1970-е годы перфокарт до современных твердотельных энергонезависимых накопителей (SSD) – стоимость хранения резко упала, а емкость увеличилась. На компьютерной перфокарте можно хранить 960 бит информации, на SSD – эксабайты данных.

Восьмибитный процессор Intel 8008, представленный в 1972 году, – это сравнительно новое изобретение. Он умел складывать числа до восьми бит за раз. Тактовая частота его CPU достигала 800 килогерц. Это означает, что он мог складывать восьмибитные двоичные числа со скоростью до 800 тысяч раз в секунду.

Более современный процессор, например графический процессор NVIDIA Tesla V100, может складывать 64 бита за раз, обрабатывая их со скоростью до 15,7 триллиона операций в секунду. Ошеломляюще быстро!

Таким образом, благодаря достижениям в области обработки и хранения данных, усиленным при помощи эластичных облачных технологий AWS, Azure, IBM и других компаний, нам доступны бесконечные вычислительные мощности и емкость хранения данных по все более доступной цене. Это позволяет решать неразрешимые ранее проблемы.

Как это относится к big data? Из-за ограничений, описанных выше, мы полагались на статистически значимые выборки данных из полного объема информации, с помощью которых проводили расчеты. Обработать весь объем невозможно. Статистика помогала сделать выводы из этой выборки. В свою очередь, выборка была ограничена погрешностью и границами достоверности. Наверняка, вы проходили это на занятиях по статистике в университете.

Суть феномена big data заключается не в объеме данных, а в его полноте и отсутствии погрешности. Сегодня мы можем хранить и обрабатывать все данные, связанные с конкретной темой. Например, истории болезни и геномные последовательности населения целой страны с целью изучения и решения проблем.

При относительно полном объеме и составе данных и возможности их обработки парадигма компьютерных вычислений меняется. Исчезает множество когда-то неразрешимых проблем. Точные прогностические механизмы обеспечат нас достоверными аналитическими сведениями, что, в свою очередь, подстегнет развитие ИИ. В этом и заключается потенциал big data.

Правила игры в корне меняются. Однако управлять big data, а также разрабатывать и развертывать масштабируемые приложения ИИ и IoT на их основе очень сложно. В этой главе мы рассмотрим влияние big data на реально существующие приложения, примеры ускорения цифровой трансформации и главные проблемы, связанные с big data. Чтобы извлечь из них экономическую ценность, организации должны внедрять новые процессы и технологии, в том числе платформы, предназначенные специально для обработки big data.

С точки зрения big data устоявшиеся компании имеют огромное преимущество над стартапами и новыми игроками из других отраслей. «Старожилы» уже накопили большой объем исторических сведений, а их огромные клиентские базы и масштаб операций становятся постоянным источником новых данных. Конечно, серьезные проблемы,

связанные с доступом, объединением и извлечением ценности из этих данных, не исчезают. Но у «старожилов» есть стартовое преимущество.

Понять значение big data поможет история технологии сбора и обработки данных.

Технологии хранения: краткая история

Первое дошедшее до нас устройство хранения информации в истории человечества, вероятно, глиняная табличка 3300 года до нашей эры из шумерского города Урук. Она хранится в коллекции Британского музея[126]. Табличка содержит сведения о выплатах работникам в пивном эквиваленте. Это не только первый образец клинописи, но и первый пример записанной и сохраненной единицы данных за конкретную операцию. Ее можно было копировать и использовать для устранения разногласий и для разрешения юридических споров.

Возможно, вы представили огромный склад в Месопотамии, где хранятся всевозможные записи, гарантирующие выполнение соглашений. Такой склад действительно существовал. Это Королевская библиотека Ашшурбанипала в Ниневии (на территории современного Ирака). В ее коллекции 30 тысяч табличек, в том числе знаменитая поэма «Эпос о Гильгамеше»[127]. Библиотека была разрушена в 612 году до нашей эры, но многие таблички уцелели. Сегодня это бесценный источник информации о шумерской литературе, религии и государственном устройстве.

С годами потребность человечества в хранении, использовании и управлении данными продолжала расти. В Александрийской библиотеке, построенной в III веке до нашей эры (возможно, по образцу Королевской библиотеки Ашшурбанипала), в период ее расцвета хранилось от 400 тысяч до 1 миллиона папирусных свитков и пергаментов. Сбору рукописей по математике, астрономии, физике и другим естественным наукам придавалось такое значение, что солдаты обыскивали все прибывающие в город суда в поисках новых свитков. Копирование информации стоило очень дорого: за сто строчек хорошему писарю платили 25 динаров (в переводе на современные деньги – $3125)[128], [129].

Среди предшественников big data можно выделить еще несколько более поздних проектов. Средневековые ученые вели астрономические наблюдения, и когда в начале XVI века Коперник выдвинул свою гелиоцентрическую теорию, он мог опираться на открытия предыдущих столетий.

Спустя век жители Лондона Джон Грант и Уильям Петти использовали архивные записи об умерших от бубонной чумы для создания «таблицы жизни» – диаграммы вероятностей человеческого выживания. Она считается первой статистической моделью методов переписи населения и предшественником современной демографии. Некоторые ученые – основоположники микробиологии, например Антони ван Левенгук, описывали микроскопических существ.

В начале XIX века офицер Военно-морских сил США Мэтью Мори, сотрудник Департамента карт и приборов, воспользовался служебным положением, изучив записи в капитанских дневниках за несколько десятков лет. Это позволило ему создать карту ветров и течений в северной части Атлантического океана. Она стала революционным изобретением: тем самым Мори изменил фундаментальные основы трансатлантического мореплавания.

В том же столетии Бюро переписи населения США столкнулось с серьезной проблемой: на сбор и проверку данных переписи 1890 года потребовалось бы целое десятилетие. Власти обратились за помощью к Герману Холлериту, молодому изобретателю из Массачусетского технологического института. Он разработал электрический табулятор (счетно-аналитическую машину), который записывал информацию на перфокарты. Десятилетний проект завершили всего за три месяца. Подобные машины использовались до 1950-х, когда им на смену пришли компьютеры. Созданная в 1911 году компания Computing-Tabulating-Recording Compan предлагала табулятор Холлерита в числе своих продуктов. Позже компания стала называться International Business Machines Company (IBM).

Эволюция технологий хранения начиная с 1940 года

На протяжении тысяч лет письменное и печатное слово оставалось главным средством хранения данных, гипотез и идей о мире. Все

изменилось – сначала медленно, затем стремительно – с появлением современного компьютера.

Первые вычислительные машины занимали целую комнату. Таковы, например, машины «Бомба» и «Колосс», которые помогли союзникам расшифровать немецкие депеши в годы Второй мировой войны, и компьютеры: Атанасова – Берри, разработанный в Университете штата Айова в 1942 году, «Марк I» – в Гарвардском университете в 1944 году – и ЭНИАК – в Пенсильванском университете в 1946 году. В этих компьютерах применялись электромеханические вычислительные устройства на основе реле. Они обладали ограниченной способностью к хранению данных и результатов[130].

Первыми компьютерами с запоминающим устройством стали SSEM (Манчестерская малая экспериментальная машина) и EDSAC (первый в мире действующий компьютер с программой, которая хранилась в его памяти), разработанный в Кембриджском университете. Оба устройства появились в 1949 году. Запоминающее устройство EDSAC использовало технологию линии задержки – техники, которая изначально применялась в радарах. Она позволяла хранить единицу информации в ртутных трубках до тех пор, пока ее не нужно было считывать. В памяти EDSAC могло храниться до 18 432 бит информации, организованных в 512 36-битных слов[131]. Время доступа в EDSAC занимало более 200 миллисекунд.

В 1950 году американская компьютерная фирма Engineering Research Associates разработала компьютер Atlas, в котором для хранения информации использовали свойства магнетизма. Запоминающее устройство на магнитном барабане хранило почти 400 килобит информации, а время доступа к данным занимало около 30 микросекунд. Годом позже накопители на магнитной ленте UNISERVO – каждая шириной чуть больше сантиметра и длиной 365 метров, состоявшие из никелированной фосфористой бронзы, – могли хранить уже 1,84 миллиона бит, а время доступа к данным составляла 10–20 микросекунд. К другим важным этапам эволюции технологий хранения данных можно отнести разработку специалистами MIT оперативного запоминающего устройства Whirlwind в 1953 году, появление дискового накопителя RAMAC от IBM (первый магнитный накопитель) в 1956 году и восьмибитного RAM от Signetics в 1966 году (одно из первых полупроводниковых запоминающих устройств)[132].

В 1982 году, спустя 30 лет после появления EDSAC, на рынке появился компьютер Commodore 64. Он стоил $595 и мог хранить 64 килобайта данных – в 30 раз больше, чем изначальная емкость памяти EDSAC[133]. IBM 3380 с аналогичными характеристиками обладал вспомогательным запоминающим устройством объемом 2,52 гигабайта. Это в 54 тысячи раз больше, чем объем памяти компьютера Atlas, появившегося всего тридцатью годами ранее[134]. В течение этого времени стоимость байта информации неуклонно снижалась, а скорость доступа росла в геометрической прогрессии.

В 1984 году корпорация Toshiba представила флеш-память, которую вскоре стали устанавливать в мультимедийные карты, карты памяти, мобильные телефоны и другие устройства. В 2017 году Western Digital представила карту памяти microSD объемом 400 гигабайт. Емкость этой карты размером с ноготь вдвое превышала емкость памяти ее предшественника. Цена составила $250 – менее $1 за гигабайт[135]. Всего через год емкость снова выросла. Integral Memory представила карту microSDXC объемом 512 гигабайт стоимостью менее $1 за гигабайт.

Системы хранения данных

Системы хранения данных значительно продвинулись вперед. Первые дата-центры представляли собой обычные системы хранения данных с прямым подключением (DAS) или с подключением к сети (NAS). Они работали лишь для конкретных приложений на конкретных серверах. Позже модель дата-центра превратилась в сетевую модель (SAN). Она связывала место хранения с группой серверов с помощью высокоскоростной сети и обеспечивала бо́льшую гибкость и масштабируемость приложений. Это заложило основу для виртуализации, отделения места хранения от вычислительных и сетевых ресурсов и создания фреймворка для масштабируемых ресурсов. На первых порах из-за этого произошел бум коммерческого программного обеспечения: ERP- и CRM-систем, онлайн-торговли, видео- и стриминговых платформ. Благодаря возросшей производительности и надежности архитектура таких дата-центров позволила создавать облачные сервисы и приложения, работающие в

режиме реального времени. Сегодня они лежат в основе аналитических возможностей big data.

Центральный процессор

Еще один важный элемент анализа big data – увеличение размеров внутренней памяти центрального процессора, которая обеспечивает практически моментальный доступ к данным для скоростной обработки. Технологии хранения в центральном процессоре – кэш-память, регистры, статическая и динамическая оперативная память – сегодня играют важную роль в работе с данными. Обработка внутри процессора отличается высокой скоростью, но такой способ хранения данных дорог и малоэффективен. Так что вместо этого различные компании активно создают малозатратные и высокопроизводительные технологии, такие как Intel Optane, память на основе фазового перехода (PCRAM) и резистивная память с произвольным доступом (ReRam). Они изменят общую картину, обеспечив более быстрые расчеты на еще бо́льших объемах данных.

Хранение данных переходит в облако

Из главы 4 мы знаем, что в 2002 году с помпой запустили платформу Amazon Web Services. Изначально она предназначалась для внутренней службы доставки, чтобы облегчить работу различным командам онлайн-торговли внутри Amazon. Однако вскоре руководители компании во время одного из совещаний осознали возможности этой технологии. В последующие 15 лет AWS принесла более $17 миллиардов годовой выручки. Сегодня ее облачные сервисы хранения и вычисления доступны по всему миру.

Основная идея проста: если разделить ресурсы для вычисления и хранения данных между множеством пользователей, стоимость этих ресурсов будет ниже стоимости приобретения соответствующей инфраструктуры для нужд одной компании. AWS представила более тысячи различных сервисов и привлекла более миллиона активных

пользователей. Сегодня это лидер в области эластичных облачных вычислений и услуг по хранению данных.

Amazon предлагает следующие сервисы для хранения данных:

• Amazon S3 – простой сервис файлового хранилища;

• Amazon RDS – сервис для управления реляционными базами данных;

• Amazon Glacier – служба для архивации и резервного копирования;

• Amazon RedShift – высокоскоростное хранилище петабайтов данных с возможностью выборки и анализа;

• Amazon Dynamo DB – NoSQL база данных с высоким быстродействием;

• Amazon Aurora – реляционная база данных, совместимая с MySQL и PostgreSQL.

Сегодня стоимость использования хранилища Amazon S3 немногим превышает 2 цента за гигабайт в месяц. Цены продолжают падать. Данные передаются на запредельной скорости 10 Гбит/с. Конкурентные предложения Microsoft, Google и других компаний стимулируют рост инноваций и снижение цен. Рыночная конкуренция привела к широкому выбору услуг, лежащих в основе цифровой трансформации, и в то же время приблизила стоимость хранения к нулю.

История хранения данных – от древних глиняных табличек и перфокарт до почти бесплатного хранения в облаке – подтверждает, что люди всегда производили данные и использовали столько, сколько могли получить и хранить. В прошлом технические барьеры ограничивали доступный объем хранения данных. Но облачные сервисы и развитие технологий хранения данных полностью сняли эти ограничения, позволив компаниям извлекать больше ценности из растущих объемов данных.

Эволюция big data

Задолго до того, как big data стали популярной темой в деловом мире (примерно в 2005 году), специалисты считали их исключительно технической проблемой. Как отмечалось в главе 3, понятие big data возникло 20 лет назад в астрономии и геномике, большие массивы данных в которых не поддавались обработке с помощью традиционных вычислительных ресурсов. Эти традиционные системы, которые часто называют вертикально масштабируемой архитектурой, состояли из пары контроллеров и многочисленных блоков устройств хранения. Для масштабирования приходилось добавлять новые устройства хранения. После исчерпания мощности контроллеров нужно добавлять новую систему хранения данных. Такой подход требует огромных затрат и не подходит для хранения и обработки больших объемов данных.

В отличие от вертикально масштабируемой архитектуры горизонтально масштабируемая архитектура использует тысячи или десятки тысяч процессоров, которые позволяют обрабатывать данные параллельно. Для увеличения емкости нужно поставить больше центральных процессоров, памяти и контроллеров доступа в сеть. Это гарантия того, что при масштабировании производительность не упадет. Это более гибкий и менее затратный подход, чем вертикально масштабируемая архитектура. Он идеально подходит для управления большими данными. Сейчас уже существуют технологии программного обеспечения, разработанного для горизонтально масштабируемой архитектуры и обработки big data, например MapReduce и Hadoop.

Термин «большие данные» первый раз появился в октябре 1997 года в статье исследователей NASA Майкла Кокса и Дэвида Эллсворта. Статья вышла в сборнике материалов VIII конференции по визуализации Института инженеров электротехники и электроники. Авторы писали: «Визуализация бросает компьютерным системам интересный вызов. Его суть состоит в том, что объемы данных слишком велики, на них тратятся все ресурсы оперативной памяти, локального диска и даже удаленного диска. Мы называем это проблемой больших данных»[136]. К 2013 году термин стал настолько популярным и так прочно укоренился в культуре, что Оксфордский словарь английского языка включил его в свое ежегодное издание.

В 2001 году аналитик компании META Group Даг Лейни назвал три главные характеристики big data: размер (объем данных, измеряемый в байтах, гигабайтах, эксабайтах и так далее), скорость

(скорость получения или изменения данных, измеряемая в байтах в секунду, сообщениях в секунду или новых полях данных, создаваемых в день) и разнообразие (в том числе форма, способ хранения и механизмы интерпретации)[137].

Размер, скорость и вид

Big data продолжают развиваться и расти по трем измерениям – размеру, скорости и виду. Не только технические специалисты, но и топ-менеджеры должны понимать, как именно каждое из этих измерений добавляет ценности бизнес-активам.

Размер. За последние 25 лет объем данных, создаваемых в мире, заметно вырос – с 2,5 терабайта ($2{,}5 \times 10^{12}$ байт) в день в 1997 году до 2,5 эксабайта ($2{,}5 \times 10^{18}$ байт) в день в 2018 году. Этот показатель продолжит расти в ближайшем будущем. Такой же быстрый рост отмечается и на уровне корпораций. По информации Международного центра данных, в 2016 году компании в среднем хранили по 350 терабайт данных. Ожидалось, что эта цифра увеличится на 52 % в 2017 году. Теперь организации могут использовать растущие объемы как внешних данных, так и тех, что создаются внутри компании. Они служат источником информации для работы приложения с ИИ, что позволяет компаниям выявлять новые тенденции и получать более точные прогнозы.

Скорость. По мере распространения IoT данные стали генерироваться с огромной скоростью. Чем больше объем данных, тем лучше работают алгоритмы ИИ; чем выше частота обновления и генерации данных, тем больше производительность ИИ. Например, телеметрические данные временны*х* рядов, производимые двигателем с интервалом в одну секунду, содержат в 60 раз больше информационной ценности, чем данные, производимые с интервалом в одну минуту. Это позволяет прогнозирующему приложению с ИИ делать более точные выводы.

Вид. Современные данные состоят из множества различных типов: изображения, видео, телеметрия, человеческий голос, рукописный текст, сетевые графики, электронные письма, текстовые сообщения, твиты, комментарии в интернете, звонки в кол-центр и обратная связь

на сайте. Данные делятся на две основные категории – структурированные и неструктурированные. Структурированными данными – наборами, списками или записями – можно эффективно управлять с помощью традиционных инструментов, например реляционных баз данных и электронных таблиц. Неструктурированные данные, в которых отсутствует схема данных, включают все остальное: тексты, книги, записи, речь, электронные письма, аудиозаписи, изображения, записи в социальных сетях и видео. В мире преобладают неструктурированные данные. Они составляют от 70 до 90 % общего объема данных[138]. Сегодня организации могут объединить разобщенные форматы и источники данных – как структурированных, так и неструктурированных, – и извлечь из них экономическую ценность при помощи приложений с ИИ.

Например, нефтегазовая компания создала единое интегрированное хранилище данных, получаемых из своих скважин. Оно состоит из разноформатных данных, получаемых из многочисленных источников: телеметрия из архива исторических данных (транзакции из производственных систем); файлы в формате Excel, в которых содержится история геологического анализа; записи, оставленные оборудованием из предыдущей производственной системы; сведения о широте и долготе из системы геолокации и так далее. Этот общий массив информации дополняется производственными данными из каждой скважины, архивными и актуальными фотоизображениями скважин и другими сведениями. Основная цель – применить алгоритмы ИИ ко всем данным для различных видов использования, в том числе для предиктивного обслуживания оборудования и оптимизации добычи.

Потенциал big data для современного предприятия

Big data, то есть способность собирать, хранить, обрабатывать и анализировать данные любого типа и размера на любой скорости, закладывают основу для широкого внедрения ИИ. Теперь организации могут использовать неограниченный ряд источников данных. Ценными могут оказаться данные, созданные в любом отделе компании: каждый разговор с клиентом, каждая поставка, каждый звонок потенциальному

покупателю, каждое резюме будущего сотрудника, каждая заявка на поддержку и т. д.

Компании собирают и хранят данные при помощи разнообразных техник, позволяющих усовершенствовать существующие системы управления. Например, страховые компании обеспечивают сотрудников горнодобывающих компаний и отелей специальными датчиками. Они отслеживают аномальную физическую активность, что позволяет предупредить травмы и избежать исков.

Новые источники данных создаются или добавляются к уже существующим внутри компаний. Например, для запуска нового приложения по обнаружению мошенничества в итальянской энергетической компании Enel машинное обучение учитывало обратную связь по каждому проведенному расследованию. В компании исходили из того, что машинные прогнозы, подкрепленные человеческим интеллектом, будут со временем улучшаться. В поиске информации о производительности оборудования и поломках BBC США ориентировались на данные из журналов учета ремонтных работ за последние семь лет. Они хранились отдельно от остальных систем. Сегодня архивные данные в сочетании с данными из бортовых журналов помогают разрабатывать алгоритмы предиктивного обслуживания.

Внешние данные, то есть созданные за пределами компании, подкрепляют внутренние и выявляют интересные взаимосвязи. В качестве примеров можно назвать отзывы клиентов на сайтах вроде Yelp, глобальные метеорологические данные, судовые журналы, информацию о морских течениях и температуре и ежедневные отчеты о дорожных заторах. Для ретейлеров полезными могут оказаться данные о жилищном строительстве. Они помогают смоделировать потенциальный спрос на товары в новом районе. Для энергетической компании ценными окажутся данные о частоте попадания молний в линии электропередачи. Специалисты по data science часто творчески подходят к использованию данных. Например, на основе отзывов о ресторанах и информации о времени их работы на сайтах OpenTable и Yelp и в других открытых источниках одна энергетическая компания сумела оптимизировать свои модели машинного обучения, научив их выявлять заведения, потреблявшие много энергии после окончания рабочего дня. Это признак возможного хищения электроэнергии.

Возможности big data позволили компаниям активно исследовать новые источники внутренних и внешних данных и извлекать выгоду, применяя ИИ к объединенной информации. Тем не менее управление big data создает определенные проблемы для компаний. Давайте остановимся на них поподробнее.

Проблемы big data в современной компании

Компании работают с множеством систем, источников и форматов данных, а также с различными потенциальными моделями их использования. Чтобы извлечь выгоду из big data, сотрудники должны разбираться в данных и в поддерживающей IT-инфраструктуре и уметь использовать информацию в бизнес-кейсах. Это действительно непросто.

Эту проблему можно решить, подобрав верную комбинацию инструментов, вычислительных техник и организационных процессов. Для запуска собственных проектов ИИ и big data многие организации на первом этапе обращаются за помощью к технологическим партнерам.

Давайте рассмотрим пять основных проблем, с которыми компании сталкиваются в эпоху big data.

1. Многообразие источников данных внутри предприятия.

Среднестатистическая компания из списка Fortune 500 использует по меньшей мере несколько сотен корпоративных IT-систем. Они охватывают работу с персоналом, расчет заработной платы, бухгалтерский учет, выставление счетов, системы управления контентом, управление взаимоотношениями с клиентами, планирование корпоративных ресурсов, управление активами, цепочками поставок и управление идентификацией. Это лишь несколько примеров. IT-служба одной глобальной промышленной компании, лидера рынка, управляет и поддерживает более 2000 уникальных корпоративных приложений.

Рассмотрим еще один пример – электросеть. Типичная энергетическая компания в США владеет и управляет генерирующими мощностями, передающей инфраструктурой, подстанциями,

распределительной инфраструктурой и приборами учета. Все это позволяет обслуживать тысячи или миллионы потребителей. Корпоративные IT-системы обычно поставляются лидирующими IT-корпорациями. Системы SCADA обычно предоставляют такие компании, как Schneider или Siemens; системы управления персоналом – IBM; системы управления активами – SAP; системы мониторинга турбин – Westinghouse. Список можно продолжать бесконечно. Эти разнообразные приложения создавались не для взаимодействия между собой. Интеграция данных из двух и более систем – например, данных распределения (полное потребление на одной стороне трансформатора в квартале) и данных потребления (полное потребление всех жителей квартала) – требует больших усилий.

Решение этой проблемы усложняется из-за разных форматов, различных источников данных и дублирования информации. Компании нередко могут составить логическое описание того, как должны быть связаны внутренние и внешние данные. Это описание возможно в формате ER-модели или ORM-модели. Но на практике интеграция для создания общей и точной структуры данных, доступных через одну и ту же модель объектных отношений, – нелегкая задача. Для того чтобы разработать структуру хранилища и реализовать все связи между разобщенными объектами, а также произвести необходимые действия над данными, разработчикам понадобятся недели упорного труда.

2. Объединение и сопоставление данных, поступающих с высокой частотой, с контекстом.

Управление данными из многочисленных систем само по себе сложная задача. Проблема значительно осложняется при оснащении датчиками оборудования по всей производственной цепи и возникновении необходимости последующей обработки потока данных в режиме реального времени. Это явление, о котором мы поговорим подробнее в главе 7, получило широкое распространение и привело к появлению огромного потока данных, поступающих в режиме реального времени с большой частотой. Такие данные редко полезны сами по себе. Чтобы извлечь из них пользу, их нужно объединить с другими данными. Например, показатели температуры выхода газа в прибрежном низконапорном компрессоре никак не соотносятся с

состоянием оборудования. Но они станут гораздо полезнее, если объединить их с температурой воздуха, скоростью ветра, скоростью работы компрессора, историей обслуживания, журналами учета ремонтных работ и другими данными. Кроме того, можно отследить аномальные состояния температуры выхода газа в тысяче других компрессоров, чтобы отправить сигнал тревоги оператору на соответствующей морской вышке. Для этого нужно разбираться в показаниях датчиков, принимать во внимание погодные условия и другие внешние данные, связь между исходной информацией и данными оборудования, а также журналы учета работников, в которых отмечено, кто и когда работает на каждой вышке.

Для разработки приложения, способного справиться с подобной задачей, нужно быстро извлекать периодические данные (с помощью распределенного хранилища данных типа «ключ – значение» – специализированный тип баз данных), искать и сортировать журналы учета работников и инвентарные номера (с помощью реляционной базы данных, которая нередко располагается в отдельных системах) и оповещать сотрудников (обычно через приложения корпоративного программного обеспечения или доступные инструменты коммуникации).

3. Работа с «озером» (или «болотом») данных.

В начале 2000-х годов разработчики Yahoo! создали распределенную систему для хранения и вычисления с возможностью параллельного масштабирования. В последующие 10–15 лет компании начали внедрять распределенную файловую систему Hadoop (HDFS) и фреймворк MapReduce от Hadoop. В основном этим занимались компании, которые пытались вывести на рынок подобные технологии, в частности Hortonworks, Cloudera и MapR. Apache Software Foundation также поддерживала схожие проекты, например Apache Pig, Apache Hive и Apache Sqoop. Все эти проекты разработаны независимо друг от друга с целью обеспечить развертывание и совместимость HDFS. HDFS – масштабируемая архитектура, в которой хранятся почти все корпоративные данные, независимо от формы или структуры. Так появился надежный способ анализа этих данных с помощью запросов и аналитических систем.

Тем не менее корпорации не спешили внедрять технологии Hadoop[139]. Более 50 % руководителей IT-подразделений не уделяли им приоритетного внимания. В 70 % компаний, заинтересовавшихся этими технологиями, работало менее 20 человек. Технологические проблемы, а также сложности с реализацией и развертыванием ограничили повсеместное внедрение Hadoop. На самом деле хранение больших объемов несопоставимых данных, объединенных в одну инфраструктуру, не решает проблему сложности данных. Это все равно что хранить данные в разрозненных корпоративных системах. Чтобы приложения с ИИ могли извлечь ценность из разрозненных наборов данных, необходимы трудоемкие процессы, такие как нормализация и дедупликация данных. У Hadoop не было таких возможностей.

4. Обеспечение консистентности данных, ссылочной целостности и непрерывного последующего использования.

Четвертая сложность big data – представить все имеющиеся данные в виде единого представления. Еще сложнее – постоянно обновлять его и всю последующую аналитику, для которой нужны эти данные. Интенсивность поступления данных зависит от системы. Форматы данных из исходных систем могут меняться. Из-за сетевых задержек данные поступают не по порядку. Еще сложнее понять, какую аналитику и когда обновлять для поддержания рабочих процессов.

Возьмем для примера телекоммуникационного провайдера, который хочет предупредить отток клиентов. Общий образ этого клиента и частота обновления данных могли бы выглядеть так.

Набор данных	Частота получения данных
Звонки, текстовые сообщения, объемы данных и метаданные	Каждую секунду
Устойчивость сети для каждого звонка	Каждые несколько минут
Количество случаев отрицательного опыта общения за все время	Каждые несколько минут
Количество случаев низкой пропускной способности при передаче данных за все время	Каждые несколько минут
Плотность передачи данных и перегрузка на вышках сотовой связи, используемых клиентом	Каждые несколько минут
Регулярное выставление счетов	Не реже раза в день
Время, прошедшее с момента последнего обновления телефона	Каждый день
Использование и запросы через телекоммуникационное приложение	Каждые несколько дней
Выписка счетов	Каждый месяц
Звонки в кол-центр и их расположение	Варьируется
Посещение салонов и их расположение	Варьируется
Посещение сайта сервисного центра	Варьируется
Посещение страницы «Как отказаться от обслуживания?» на веб-сайте или в приложении	Варьируется
Звонки в сервисный центр конкурента	Варьируется
Качество и доля внутрисетевых звонков и сообщений	Каждый месяц
Приобретенные продукты и услуги	Каждые несколько месяцев
Подробности работы с клиентами	Каждые несколько месяцев
Демографические данные о клиенте, получаемые от третьей стороны	Каждые несколько месяцев

Большое значение имеет разница в частоте поступления данных. Работу усложняют ошибки. Например, если система кол-центра, в которую внесли жалобу недовольного клиента, случайно упустит его

имя, данные окажутся непригодными. Но самое главное: если модель прогнозирования оттока клиентов позже использует совокупность этих данных (например, общее количество звонков в кол-центр за последние полгода в течение суток, во время которых наблюдалась низкая пропускная способность, сброшенный звонок или звонок, вызвавший негативные эмоции), обновление этих агрегированных данных приведет к огромной вычислительной нагрузке или появлению устаревших аналитических данных.

Компании должны понимать и решать эти проблемы в процессе цифровой трансформации и внедрения ИИ в свою работу. Им нужны правильные инструменты, чтобы интегрировать данные с разной частотой, обеспечивать ссылочную целостность данных и автоматически обновлять аналитику, которая зависит от часто меняющихся наборов данных.

5. Новые инструменты и навыки для удовлетворения новых потребностей.

Чем выше доступность данных в компаниях, тем острее вопрос навыков персонала. К примеру, бизнес-аналитики привыкли использовать такой инструмент, как Tableau. Это популярная система визуализации данных, позволяющая создавать отчеты с графиками и диаграммами. Аналитикам придется разработать модели машинного обучения, чтобы спрогнозировать ключевые показатели эффективности (KPI), а не просто докладывать о них. В свою очередь, их руководителям, годами работающим с электронными таблицами, понадобятся новые навыки и инструменты для проверки прогнозов.

Сотрудникам с разным уровнем знаний в области анализа данных предстоит работать с big data и разрабатывать прогнозы с помощью предиктивной аналитики, используя общее представление данных. Команды аналитиков и IT-специалистов должны предоставить инструменты для этого – с поддержкой drag-and-drop для начинающих пользователей и руководителей; с возможностью легкого программирования для подготовленных бизнес-аналитиков; интегрированную среду разработки для опытных специалистов по анализу данных и разработчиков приложений и инструменты интеграции и поддержки данных для инженеров данных и

архитекторов интеграции, которые незаметно для остальных сотрудников обновляют представление данных.

Big data и новый комплекс технологий

Успех цифровой трансформации во многом зависит от способности организации извлечь выгоду из big data. К управлению big data предъявляются сложные требования, но у организаций есть все необходимые инструменты. В главе 10 я подробно опишу, как новый комплекс технологий учитывает потенциал управления big data. Благодаря новым технологиям организации смогут раскрыть все способности ИИ. Об этом мы поговорим дальше.

Глава 6. Ренессанс искусственного интеллекта

Технологии облачных вычислений и big data, которые мы рассмотрели в предыдущих главах, представляют собой инфраструктуру и исходные материалы для проведения цифровой трансформации. В следующих главах мы обратимся к двум основным технологиям, которые с помощью облачных вычислений и big data меняют компании и отрасли. Речь пойдет об ИИ и интернете вещей. С помощью ИИ и IoT предприятия открывают для себя огромный экономический потенциал, меняют методы работы, а также создают новые бизнес-модели и источники прибыли.

В последние годы прогресс в области ИИ резко ускорился. Фактически технологии продвинулись настолько, что сегодня сложно переоценить их способность быстро улучшить практически любой бизнес-процесс.

Несмотря на потенциальную выгоду, которую способен принести ИИ, следует признать, что это сложный и глубокий предмет. В начале своего цифрового пути многие организации обращаются за помощью к технологическим партнерам. С хорошей технологической базой и экспертной поддержкой, организации, инвестирующие в ИИ, обретут краткосрочное и долгосрочное конкурентное преимущество. И наоборот: компании, упустившие эту возможность, останутся позади.

В этой главе мы рассмотрим технологии ИИ. Вы узнаете, чем они отличаются от традиционной информатики, на которую компании полагались многие десятилетия. Кроме того, мы поговорим о том, как применять их в разных направлениях и добиваться впечатляющих результатов. Чтобы лучше понять, почему сегодня ИИ уделяется все больше внимания и почему в него инвестирует все больше компаний, нужно узнать историю его развития. Мы рассмотрим лишь самые важные этапы: с момента его появления в 1950-х годах до прогресса в последние годы. Именно они делают искусственный интеллект обязательным требованием для каждой компании. Я также опишу основные проблемы, связанные с внедрением ИИ, и поясню, как их решить.

Новая парадигма теории вычислительных систем

В основе традиционной информатики лежат логические алгоритмы. На протяжении десятилетий специалистов в этой области учили относиться к алгоритмам как к логически выстроенной серии шагов или процессов, которые можно перевести в инструкции, понятные для компьютера, и эффективно применять к различным задачам. Традиционное алгоритмическое мышление помогает успешно решать проблемы, связанные с информационными технологиями, во многих областях, в том числе в управлении данными, создании сетей и поиске.

За последние 50 лет логические алгоритмы принесли огромную пользу многим аспектам бизнеса – от планирования корпоративных ресурсов до цепочек поставки, производства, продаж, маркетинга, клиентского сервиса и торговли. Они изменили принципы общения, работы, покупок и доступа к информации и развлечениям. Например, приложение, с помощью которого вы покупаете товары в интернете, использует множество алгоритмов для выполнения различных задач. При вводе названия конкретного товара работает алгоритм для поиска товаров, связанных с этим названием. Алгоритмы помогают рассчитать налог, предлагают варианты доставки, обрабатывают платеж и отправляют чек.

Традиционные логические алгоритмы успешно решают целый ряд проблем и задач. Но они не помогут решить проблемы, которые зачастую не представляют сложности для человека. Рассмотрим простую задачу – распознать изображение кошки. Чтобы написать традиционную компьютерную программу, которая справится с этой задачей, нужно разработать целую методику, позволяющую закодировать и добавить параметры всех видов кошек – все размеры, породы, окрасы, а также все варианты расположения на картинке. Подобная программа была бы очень сложной. В то же время изображение кошки легко распознает даже двухлетний ребенок. Он узнаёт множество объектов, а не только кошек.

Аналогичным образом многие простые для человека задачи, например общение, написание сообщений, распознавание человека на фотографии или понимание речи, чрезвычайно сложны для традиционных логических алгоритмов. Годами эти проблемы

возникали в таких сферах, как робототехника, беспилотные транспортные средства и медицина.

Алгоритмы ИИ используют другой подход. В их основе лежит следующая идея: создается программа не для выполнения задачи, а программа, которая учится на основе данных. Таким образом, компьютерная программа не определяет изображения кошек напрямую, а учится распознавать их с помощью алгоритма ИИ. Алгоритм анализирует множество разных изображений кошек и, исходя из этого, фактически самостоятельно делает вывод, как выглядит кошка. Так же учится и человек.

Как говорилось в предыдущих главах, сегодня у нас есть техники и вычислительные мощности для обработки всех данных в очень больших объемах. Мы можем обучать алгоритмы ИИ анализу этих данных. Собрав большие массивы данных, организации изменят бизнес-процессы и клиентский опыт с помощью ИИ. Наступит эпоха цифровой трансформации на основе ИИ.

Повсеместное использование ИИ трансформирует компании в ближайшие десятилетия, подобному тому, как это сделала коммерциализация интернета в 1990–2000-х годах. Искусственный интеллект уже влияет на нашу жизнь во многих сферах, но эпоха перемен только началась. Google, одна из первых компаний, использовавших ИИ, применяет его во всех направлениях своего бизнеса[140]. Эта технология лежит в основе ключевого сервиса Google – поисковой системы. Страница поисковой выдачи формируется на основе сложного алгоритма ИИ, который поддерживает и дорабатывает большая команда инженеров и специалистов по data science[141]. Реклама, основной источник дохода Google, также работает за счет сложных алгоритмов ИИ. С их помощью происходит размещение рекламных объявлений, формируется цена и настраивается таргетинг.

ИИ и технология обработки естественного языка (NLP) помогают Google Assistant успешно взаимодействовать с пользователями на основе речевых команд. В Alphabet, материнской компании Google, есть подразделение беспилотных автомобилей – Waymo. Такие машины уже можно встретить на улицах. Основная технология Waymo – алгоритмы беспилотного вождения – работает на основе ИИ.

Схожие идеи и у других компаний, напрямую взаимодействующих с потребителями. Netflix на основе ИИ составляет рекомендации фильмов. Amazon делает рекомендации продуктов на своей онлайн-платформе, управляет ценообразованием и предлагает таргетированную рекламу[142]. Многие компании, от Bank of America до Domino’s Pizza, используют чат-боты с ИИ в различных целях, включая службу поддержки и онлайн-торговлю.

Google, Netflix и Amazon первыми начали внедрять ИИ в пользовательские приложения. Организации любого типа (B2C, B2B, государственные ведомства) вскоре также начнут использовать его в своей работе. Экономическая выгода будет огромна. По оценкам McKinsey, искусственный интеллект повысит мировой ВВП до $13 триллионов к 2030 году. Исследование PwC, проведенное в 2017 году, показало, что этот показатель достигнет $15,7 триллиона. Таким образом, глобальный ВВП вырастет на 14 %.

Идея искусственного интеллекта не нова

История развития ИИ поможет понять, почему эта тема так популярна. В эволюции ИИ, самой по себе крайне увлекательной, содержится важный урок. Она показывает, как несколько крупных инноваций могут выдвинуть технологию на лидирующие позиции.

Область ИИ не нова. Первые проекты «думающих машин» появились в 1950-х годах. Самый яркий пример – статья британского математика и изобретателя Алана Тьюринга о возможности создания мыслящих машин. Ученый разработал тест, впоследствии названный его именем, чтобы определить понятие мышления[143]. Чтобы пройти тест Тьюринга, компьютер должен был продемонстрировать поведение, не отличимое от поведения человека.

В 1955 году молодой профессор математики из Дартмутского колледжа Джон Маккарти придумал термин «искусственный интеллект» в качестве нейтрального описания зарождающейся области знаний[144]. В 1956 году Маккарти и другие ученые решили обсудить эту тему на летнем семинаре:

> *Мы предлагаем провести двухмесячное исследование искусственного интеллекта, в котором примут участие десять человек, летом 1956 года в Дартмутском колледже в Хановере (штат Нью-Гэмпшир).*
>
> *В основе исследования лежит гипотеза о том, что каждый аспект обучения или особенность интеллекта можно описать настолько точно, что их сможет сымитировать машина.*
>
> *Мы постараемся понять, как заставить машины использовать язык, формировать абстракции и концепции, решать проблемы, которые решают лишь люди, и самосовершенствоваться. Мы считаем, что в работе над этими проблемами можно достичь успеха, если этим займется тщательно отобранная группа ученых*[145].

Многие считают, что ИИ как новая область исследования возник именно летом 1956 года. Появилось множество проектов в рамках учебных заведений. В 1963 году MIT запустил проект MAC (математика и вычисления), получив финансирование от DARPA[146]. Калифорнийский университет в Беркли разработал проект Genie в 1964 году[147]. Стэнфордский университет открыл Лабораторию искусственного интеллекта в 1963 году[148]. В Южно-Калифорнийском университете в 1972 году появился Институт информационных наук[149].

Интерес к теме вырос после публикации статьи ученого из MIT Марвина Минского. Он основал Лабораторию компьютерных наук и искусственного интеллекта MIT[150]. Марвин Минский и Джон Маккарти из MIT, Фрэнк Розенблатт из Корнеллского университета, Алан Ньюэлл и Герберт Саймон из Университета Карнеги – Меллона и Роджер Шанк из Йельского университета стали первыми специалистами-практиками в сфере ИИ.

После публикации первых работ об ИИ в 1960–1970-х годах вокруг этой темы поднялся ажиотаж[151]. Массово стали появляться драматические предсказания о том, что скоро машины будут такими же умными, как люди, или даже умнее. Они будут выполнять задачи, которые сейчас подвластны только людям. Они даже превзойдут

интеллект человека. Разумеется, эти пугающие предсказания не сбылись.

Первые попытки обернулись неудачей. В отличие от людей, машины не могли выполнить простейшие задачи. Главным препятствием для специалистов стала нехватка вычислительной мощности. Стремительное развитие вычислительных технологий в 1960–1980-е годы не помогло: машины по-прежнему не научились решать многие реальные проблемы. За это время вычислительная мощность выросла, а размеры машин уменьшились. Если раньше они занимали целые здания, то теперь их заменили универсальные ЭВМ, мини- и персональные компьютеры.

В 1954 году один из первых доступных на рынке компьютеров IBM – IBM 650 – стоил $500 тысяч, обладал памятью объемом 2000 десятизначных слов и весил более 900 килограммов[152]. Для сравнения: iPhone X, выпущенный в 2017 году, стоил $999, обладал 64-битным процессором A11 и 3 гигабайтами оперативной памяти, а еще легко помещался в карман[153], [154]. Такой рост производительности демонстрирует действие закона Мура. Сегодня обычные серийные компьютеры в тысячи раз мощнее машин, доступных Минскому и его коллегам.

Другая проблема заключалась в плохой проработке основных математических концепций и техник. Некоторые из ранних работ в области ИИ в 1960-х годах нацеливались на разработку таких передовых алгоритмических методов, как нейронные сети.

Но эти идеи ни к чему не привели. В 1969 году Марвин Минский и Сеймур Пейперт написали книгу «Персептроны»[155]. Сегодня некоторые специалисты считают ее основным трудом в сфере искусственных нейронных сетей – очень популярного сейчас алгоритмического метода. В то же время другие специалисты посчитали, что в этой книге изложены главные недостатки этого метода. В 1970-х годах акцент исследователей ИИ сместился на разработку алгоритмов принятия решения путем манипулирования с символами. Однако и эти идеи не принесли компаниям прибыль.

Зима искусственного интеллекта

К середине 1970-х фонды один за другим начали терять интерес к исследованиям в области ИИ. Эксперименты ученых, длившиеся целое десятилетие, дали несколько важных теоретических результатов, включая метод обратного распространения ошибки[156], [157] – алгоритм обучения нейронных сетей. Но эти ненадежные разработки было практически невозможно применить на практике. Сферы, в которых исследователи ИИ обещали добиться успеха, например распознавание речи или беспилотное вождение, не продвигались вперед. В отчете Майкла Джеймса Лайтхилла, заказанном британским правительством, и других документах содержалась критика ИИ[158].

После первой волны исследований ИИ в 1960-х – начале 1970-х годов интерес к этой теме начал слабеть[159]. Специалисты в области информационных технологий сосредоточились на других, более прибыльных направлениях работы. Развитие ИИ остановилось, и тот период часто называют его первой зимой.

В 1980-е годы специалисты снова заинтересовались ИИ. Ученые надеялись, что машины станут умнее при разработке достаточного количества правил и смогут выполнять специфические полезные задачи, проявляя задатки зарождающегося интеллекта. Концепция экспертных систем, которая при этом использовалась и такие языки как LISP, позволяли добиться более эффективной логики шифрования[160]. Суть идеи экспертной системы была в том, чтобы знания и представления ведущих экспертов в разных областях могли быть зашифрованы компьютерной программой на основе набора эвристических правил.

Концепт предполагал, что компьютеры могли бы учиться у профильных экспертов (лучших докторов, пожарных, юристов и так далее), шифруя их знания в логике экспертной системы и затем делая доступными более широкому кругу практиков, чтобы те могли извлекать пользу от понимания лучших наработок своих коллег.

Впоследствии такие системы появились в промышленном исполнении и даже имели определенный коммерческий успех. Но ни одна из них не продемонстрировала своей эффективности, а обещания возможностей выходили за рамки технических реалий того времени. В основе экспертных систем лежал набор четко определенных правил или логически сконструированных блоков. При этом они не были истинно обучающимися системами, которые бы адаптировались к

изменяющимся данным. Затраты на интеллектуальные права на базу знаний также были высоки, поскольку такие системы были построены на получении информации от ведущих экспертов в своих областях. Затраты повышало и то, что со временем правила приходилось менять. Машины не могли быстро учиться и адаптироваться к изменяющимся условиям. Именно поэтому в конце 1980-х годов наступила вторая зима ИИ.

Ренессанс искусственного интеллекта

Тема искусственного интеллекта оживилась в 2000-х годах благодаря трем главным факторам. Первый – стремительное увеличение вычислительной мощности, происходившее в соответствии с законом Мура. К началу 2000-х годов IT-специалисты начали извлекать выгоду из роста вычислительной мощности, разнообразия форм компьютеров (ЭВМ, мини-компьютеры, персональные компьютеры, ноутбуки, мобильные устройства) и устойчивого снижения затрат на вычислительные мощности.

Второй фактор – развитие интернета, что привело к росту объема данных, доступных для анализа. Интернет-компании Google, Netflix и Amazon получили доступ к данным миллионов и даже миллиардов пользователей – их поисковым запросам, CTR, покупкам и предпочтениям. Эти компании нуждались в передовых методах, которые позволили бы обрабатывать и интерпретировать весь этот массив, а также улучшать продукты и услуги. Искусственный интеллект был напрямую связан с бизнес-интересами компаний. Интернет открыл компаниям доступ к недорогим вычислительным ресурсам в публичном облаке – эластичном и горизонтально масштабируемом (мы уже говорили об этом в главе 4). Таким образом, компании могли пользоваться необходимыми вычислительными мощностями в любой момент.

Третий фактор – в 1990-х годах исследователи продвинулись в области математической теории ИИ. Математические методы развивались и в 2000-х годах параллельно с внедрением их в жизнь. Главным достижением стало появление подобласти ИИ – машинного, или статистического, обучения. Важный вклад в этот аспект внесли Тин

Кам Хо, Коринна Кортес и Владимир Вапник, исследователи из AT&T Bell Labs. Они разработали новые методы математической статистики, позволяющие создавать и обучать сложные алгоритмы.

Методы преобразовывали сложные нелинейные задачи в линейные формулы с числовыми решениями. Для решения этих задач применялась возросшая вычислительная мощность эластичного облака. С появлением новых задач и продвинутых алгоритмических методов развивалось и машинное обучение.

Среди первых примеров машинного обучения – приложения компаний Google, Amazon, LinkedIn, Facebook и Yahoo! напрямую взаимодействующие с пользователями. Идеологи машинного обучения в этих компаниях улучшали результаты поиска, размещали таргетированную рекламу и переходы по ссылкам, а также развивали систему рекомендаций продуктов и услуг.

Программное обеспечение с открытым исходным кодом на основе ИИ

Многие специалисты в сфере машинного обучения опирались на модель программного обеспечения с открытым исходным кодом. Иными словами, разработчики делали свой исходный код (который обеспечивал ключевые технические возможности) доступным для коллег и ученых. Таким образом, новшествами могли пользоваться все желающие. Самый известный репозитарий для хранения открытого исходного кода – Apache Software Foundation.

В то же время начал развиваться Python, впоследствии главный язык программирования для машинного обучения. Появились другие источники систем с открытым кодом, в том числе библиотеки и инструменты Python. Многие популярные сегодня библиотеки уже тогда стали стандартом.

К середине 2000-х годов машинное обучение проникло в другие сферы, в первую очередь финансовую и ретейл. Стимулом для финансовых компаний стал большой масштаб данных при обработке платежей и электронной торговле. С помощью машинного обучения они планировали выявлять случаи мошенничества с кредитными картами. Компаниям розничной торговли технологии машинного

обучения помогали реагировать на стремительный рост онлайн-торговли и не отставать от Amazon.

Наличие открытого исходного кода было и остается важным фактором коммерческой целесообразности и повсеместного распространения ИИ. Организации, внедряющие технологии ИИ, используют разобщенные компоненты с открытым исходным кодом в корпоративных приложениях, которые можно масштабировать. И в этом заключается сложность. Многие компании пытаются разработать приложения с ИИ, объединив многочисленные компоненты с открытым исходным кодом. Этот подход вряд ли применим для масштабируемых приложений. Я опишу его сложности и альтернативные подходы в главе 10.

Глубокое обучение набирает обороты

В середине 2000-х годов начала стремительно развиваться другая технология ИИ – нейронные сети, или глубокое обучение. В основе этой технологии лежат сложные математические методы, позволяющие делать выводы на основе примеров. Широкое применение нейронных сетей стало возможным благодаря работе таких ученых, как Ян Лекун из Нью-Йоркского университета, Джоффри Хинтон из Университета Торонто и Йошуа Бенжио из Монреальского университета. Это самые известные исследователи и новаторы в области машинного зрения и распознавания речи.

Направление глубокого обучения начало стремительно развиваться в 2009 году, когда появилось качественное аппаратное обеспечение и возможность обрабатывать большие объемы данных. Для глубокого обучения нейронных сетей исследователи задействовали мощные процессоры, и темпы увеличились примерно в сто раз. Благодаря этому прорыву применение нейронных сетей стало гораздо более выгодным коммерчески.

Искусственный интеллект прошел путь развития от символической логики и экспертных систем (в 1970-х – 1980-х годах) до систем машинного обучения в 2000-х, нейронных сетей и систем глубокого обучения – в 2010-х.

Сегодня нейронные сети и методы глубокого обучения меняют область ИИ и находят применение во многих отраслях. Это финансовые услуги (выявление мошенничества, кредитный скоринг, оценка и обработка заявок на кредит, оптимизация трейдинга), медицина и здравоохранение (рентгенография, автоматизированный поиск лекарств, прогнозирование заболеваний, клинические протоколы, превентивная медицина), производство (оптимизация запасов, предиктивная диагностика и ремонт, обеспечение качества), нефтегазовая отрасль (прогноз добычи и производительности скважин, оптимизация производительности скважин, предиктивная диагностика и ремонт) и энергетика (интеллектуальная оптимизация электросетей, защита доходов), общественная безопасность (обнаружение угроз). Это лишь несколько возможностей из сотен имеющихся и потенциальных вариантов применения.

Сфера искусственного интеллекта сегодня

Искусственный интеллект – это очень широкое понятие с несколькими ключевыми направлениями, и их таксономия может сбить с толку. Одно из важных отличий – разница между полноценным искусственным интеллектом (ПИИ) и искусственным интеллектом.

Эволюция от систем, основанных на правилах, до глубокого обучения

Искусственный интеллект претерпел значительные изменения – от экспертных систем, основанных на предопределенных правилах, до современных методов глубокого обучения, которые задействуют сложные нейронные сети и мощное оборудование.

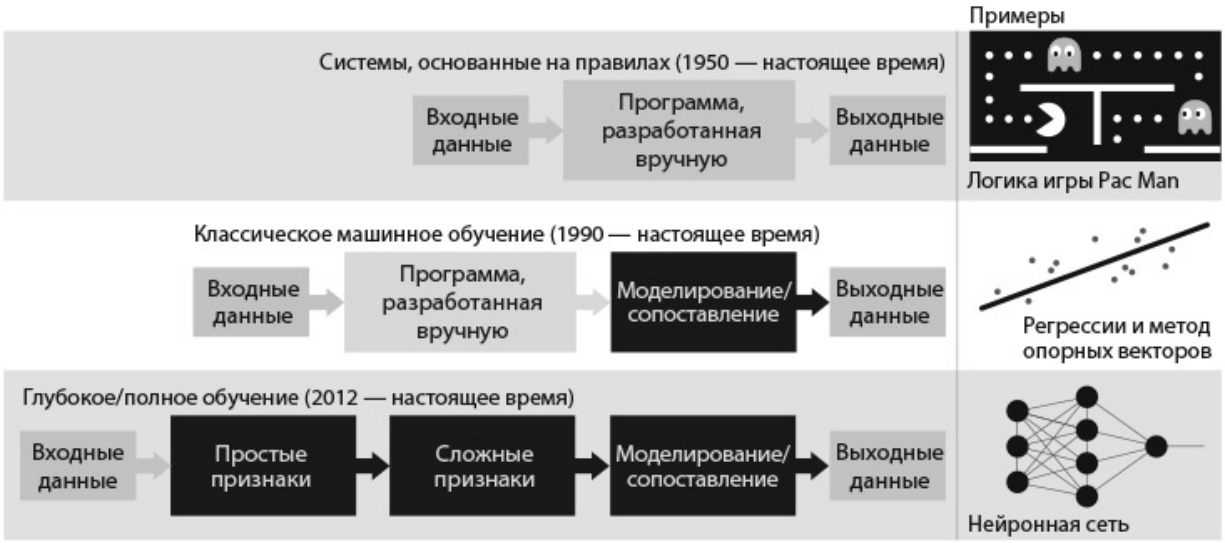

Рисунок 6.1

На мой взгляд, ПИИ в первую очередь вызывает интерес у любителей научной фантастики, поскольку его идея в том, что компьютерные программы, как и люди, обладают интеллектом и логическим мышлением во всех областях. Но не стоит ожидать его появления в ближайшем будущем, как и реальных приложений с ним. Разумеется, существуют приложения с ИИ, способные превзойти людей в решении конкретных задач. В 1996 году компьютер IBM обыграл Гарри Каспарова в шахматы. Google DeepMind может победить чемпиона по настольной игре Го. Методы ИИ могут анализировать рентгеновские снимки с большей точностью, чем люди. Однако, на мой взгляд, в ближайшее время вряд ли появится программа, которая умеет одновременно играть в шахматы и Го, управлять машиной, выявлять рак и писать стихи.

ИИ в том значении, в котором я употребляю этот термин в настоящей книге, – это технология, актуальная для коммерческих и государственных структур. Она связана с практическим использованием приложений на основе ИИ. Компьютерные программы можно обучить логическому мышлению и решению конкретных задач. Например, алгоритмы ИИ помогают оптимизировать уровни запасов, прогнозировать отток клиентов, диагностировать потенциальную поломку оборудования или выявлять мошенничество. Как мы уже говорили, эта область ИИ стремительно развивалась в последние десятилетия.

Различные варианты применения ИИ объединяются в три широкие категории – машинное обучение, оптимизация и логика. При этом самые поразительные и результативные изменения происходят в области машинного обучения.

Машинное обучение

Машинное обучение – это раздел ИИ, в основе которого лежит идея о том, что компьютеры могут самообучаться при помощи данных без специального программирования. Алгоритмы машинного обучения применяют различные статистические методы к данным и строят гипотезы на основании этих данных. Точность алгоритма повышается по мере увеличения объема данных, а также подтверждения или отклонения (иногда людьми, иногда машинами) построенных гипотез. Например, алгоритм машинного обучения для выявления мошенничества в операциях покупки станет более точным, если «скормить» ему больше данных о платежах и если его прогнозы (мошенничество – не мошенничество) оценят как корректные или некорректные.

Машинное обучение стало движущей силой ИИ. Оно доказало, что приносит выгоду, решая реальные проблемы. Машинное обучение дает возможность интеллектуального поиска, предлагает персонализированные рекомендации, фильтрует спам, прогнозирует поломку и выявляет мошенничество[161]. Это лишь некоторые примеры.

Машинное обучение – широкое направление, включающее в себя ряд методов, описанных в следующем разделе.

Контролируемое и неконтролируемое обучение

Методы машинного обучения делятся на две категории: контролируемое и неконтролируемое обучение.

Методы контролируемого обучения требуют обучающих данных в форме промаркированных входных и выходных данных. Такой алгоритм с помощью сложных статистических методов анализирует промаркированный набор данных и выводит функцию, которая превращает входные данные в выходные. При достаточном уровне обучения алгоритму можно «скормить» новые неизвестные для него

входные данные, и он сделает достоверный логический вывод (то есть создаст выходные данные) на основе выведенной на предыдущем шаге функции.

Например, алгоритм, который прогнозирует поломку двигателя, может обучаться на основе набора промаркированных входящих данных (накопленной технологической информации – температуры, скорости, часов работы и так далее) и промаркированных выходных данных (поломка – не поломка), исходя из большого количества фактов поломок / не поломок двигателя. На основе обучающих данных алгоритм формирует логическую функцию и предсказывает поломку двигателя при вводе новых входных данных. Задача алгоритма – спрогнозировать поломку двигателя с приемлемой точностью. Алгоритм может со временем улучшиться, автоматически скорректировав логику функции на основе обратной связи о точности своих прогнозов. В данном случае обратная связь генерируется автоматически, если произошла поломка двигателя. В остальных случаях обратную связь могут дать люди, как и в алгоритме классификации изображений, где результаты оценивают люди.

Существует два вида методов контролируемого обучения. Первый – метод классификации. Он предсказывает результат в виде определенных категорий, например сломается ли двигатель или нет, мошенничество ли конкретная операция и изображена ли на конкретной фотографии машина. Ко второму виду относятся методы регрессии. Они формируют прогнозные значения показателей, например продажи на следующей неделе. Пытаясь спрогнозировать продажи, нефтегазовая компания может использовать алгоритм, обученный с помощью исторических данных о продажах и других релевантных данных (например, о погоде, рыночных ценах, объеме производства, росте ВВП).

В отличие от контролируемых методов обучения, неконтролируемые методы применяются без маркировки данных. Это означает, что с их помощью нельзя спрогнозировать результаты. Они пытаются определить паттерны в наборах данных. Примеры неконтролируемых методов включают в себя алгоритмы, которые пытаются сгруппировать данные особым образом (например, выявить похожих клиентов банка, которые могут представлять новую сегментацию клиентской базы для маркетинговых целей). Или

алгоритмы, которые определяют нормальное поведение в наборе данных и выявляют аномальные паттерны, например поведение, связанное с отмыванием денег.

Нейронные сети

Нейронные сети и особенно глубокие нейронные сети – это новая, стремительно развивающаяся категория алгоритмов машинного обучения. В общем случае у нейронной сети есть входной слой, который получает информацию, n скрытых слоев, которые ее обрабатывают, и выходной слой, который выводит результат. Скрытые «активационные» слои выполняют преобразования данных, чтобы сделать выводы об их различных свойствах. Как правило, у нейронных сетей несколько (более двух-трех) скрытых слоев. Необходимое число слоев обычно (но не всегда) растет по мере усложнения варианта использования сети. Так, у нейронной сети, определяющей машину на фотографии, меньше слоев, чем у нейронной сети, выявляющей все объекты на изображении (например, система машинного зрения в беспилотном автомобиле, которая распознает и различает дорожные знаки, светофоры, полосы движения, велосипедистов и пешеходов).

В 2012 году нейронная сеть AlexNet победила в конкурсе ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge. Перед участниками поставили задачу классифицировать набор из нескольких миллионов изображений, которые люди предварительно разбили на тысячу категорий (включая 90 пород собак). AlexNet распознала изображения с точностью 84,7 % и долей ошибок 15,3 %. Она сделала это на 10 % лучше, чем система, занявшая второе место. Это поразительный результат. Методы глубокого обучения для распознавания изображений продолжали развиваться и после появления AlexNet. Их уровень точности превысил 95 % – это больше, чем у человека[162].

Организации из различных отраслей применяют методы глубокого обучения, используя нейронные сети для успешного решения ряда задач. В коммунальном секторе нейронные сети помогают минимизировать нетехнические потери. Ежегодно во всем мире энергокомпании теряют миллиарды долларов из-за ошибок измерения и записи, краж электроэнергии путем повреждения или блокировки

счетчиков, неоплаченных счетов и других причин. Сокращая нетехнические потери, приложения с ИИ делают энергосистему более надежной и способствуют лучшему ценообразованию для клиентов.

Одно из основных преимуществ нейронных сетей – сокращение времени или полный отказ от разработки логических функций, на что уходит много времени с традиционными алгоритмами машинного обучения. Нейронные сети способны обучаться, используя исходные релевантные характеристики данных и самостоятельно определяя показатели и вес. Тем не менее сети обычно требуют очень больших объемов данных для обучения, а также большого объема вычислений. Вот почему для успеха нейронных сетей необходимы графические процессоры.

Преодоление сложностей машинного обучения

Для многих вариантов использования ИИ организации могут развертывать существующие доступные SaaS-приложения. Им не нужно разрабатывать приложения самостоятельно. Это приложения прогнозирования необходимости ремонтов, оптимизации запасов, обнаружения мошенничества, противодействия отмыванию денег, управления клиентскими отношениями и регулирования потребления электроэнергии. В то же время, помимо развертывания существующих SaaS-приложений, многим большим компаниям приходится разрабатывать свои персонализированные приложения с ИИ.

Успешная разработка приложений с машинным обучением требует навыков и опыта, правильных инструментов и технологий. Лишь немногие компании в мире обладают необходимым опытом и компетенциями для разработки и запуска сложных приложений с ИИ, которые сумеют принести им значимую выгоду. Большинству организаций понадобится помощь партнеров, которые предоставят нужный опыт и технологии для разработки, тестирования, развертывания и управления приложениями.

Машинное обучение: процесс разработки и внедрения

Поняв, как избежать возможных трудностей, связанных с проектами ИИ, вы увеличите прибыль, получите преимущества для бизнеса и обеспечите быстрый возврат инвестиций. Чтобы разобраться в проблемах разработки и развертывания приложений ИИ и понять, почему так важны правильный опыт, партнеры и платформа разработки, следует разобрать процесс внедрения машинного обучения. В этом разделе я опишу последовательный процесс разработки и развертывания приложений этого типа. В нем отлично разбираются эксперты в области машинного обучения.

1. Сбор и подготовка данных.

В первую очередь вы должны определить необходимые наборы данных, а затем объединить их в общее представление, пригодное для машинного обучения. Поскольку данные поступают из разобщенных источников и систем ПО, нередко возникают проблемы с их качеством. Это дублирование, пробелы, недоступность и непоследовательное поступление данных. Платформа разработки должна предоставлять инструменты для решения этих проблем, включая возможности автоматизировать процессы сбора, интеграции, нормализации и объединения данных в общее представление, подходящее для машинного обучения.

2. Создание показателей.

Следующий шаг – создание показателей. Он включает в себя изучение данных и создание индивидуальных показателей, которые, по мнению специалистов по data science и экспертов в предметной области, имеют отношение к решаемой задаче. В случае с прогнозированием ремонтов на основе ИИ показатели могут включать в себя подсчет аварийных сигналов за последние 7, 14 и 21 день; сумму аварийных сигналов за те же периоды и максимальные значения неаварийных «правильных» сигналов с датчиков оборудования.

Процесс разработки и развертывания приложения машинного обучения

Типичный процесс машинного обучения состоит из нескольких этапов: от загрузки и маркировки данных до конструирования признаков, обучения алгоритма и тестирования. Некоторые подходы

глубокого обучения устраняют потребность в трудоемком конструировании признаков.

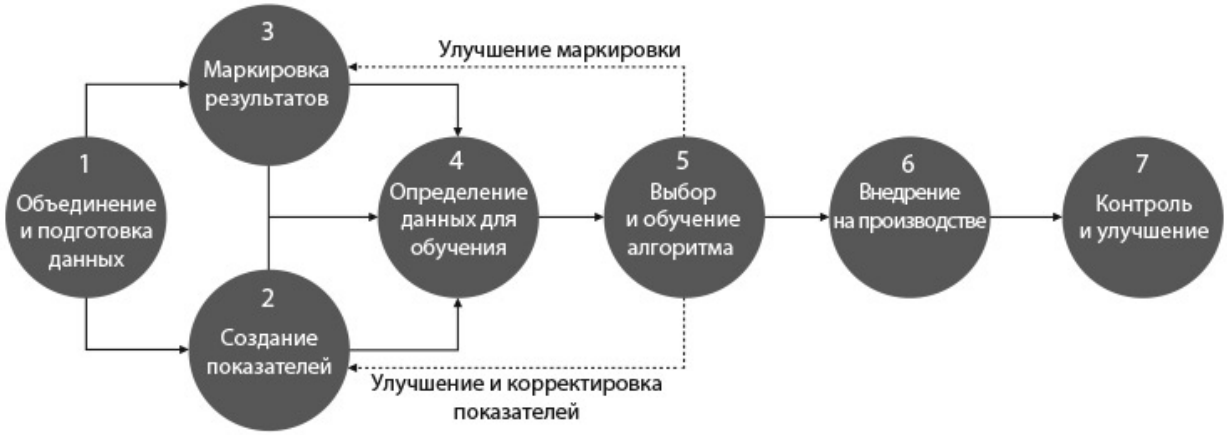

Рисунок 6.2

3. Определение результатов.

Этот шаг предполагает идентификацию результата прогнозирования (например, поломка двигателя). Зачастую конкретные результаты определены нечетко, поскольку изначальные наборы данных и бизнес-процессы разрабатывались без учета возможностей ИИ. Например, в приложениях прогноза обслуживания и ремонтов на платформе ИИ источники данных редко определяют показатель, который четко прогнозирует поломку оборудования. Специалистам приходится выявлять вероятность поломки на основе комбинаций различных факторов, таких как коды ошибок и задания на обслуживание.

4. Подготовка данных для обучения алгоритма.

На этом этапе необходимо определить набор данных для обучения алгоритма. В этом процессе множество нюансов, из-за чего может понадобиться помощь сторонних экспертов. Для выполнения задач по классификации специалисты по data science должны убедиться, что данные правильно промаркированы и сопоставлены с положительными и отрицательными примерами, что дает алгоритму достаточно сбалансированных данных. Специалисты по data science также должны убедиться, что алгоритм классификации не искажает результаты из-за искусственных паттернов в данных. Например, при недавнем внедрении ИИ для выявления мошенничества в энергетической

компании алгоритм, обученный на исторических случаях из большого набора данных по всей стране, неправильно определил число случаев предполагаемого мошенничества на отдаленном острове. Дальнейшая проверка показала, что из-за отдаленности острова следователи отправлялись туда, только если были уверены в мошенничестве. Таким образом, все исторические случаи расследования на острове были положительными. Алгоритм всегда связывал местоположение острова с высокой вероятностью мошенничества, поэтому его пришлось скорректировать.

5. Выбор и обучение алгоритма.

Следующий шаг – выбор необходимого алгоритма и затем его обучение на основе обучающего набора данных. Сегодня специалистам по data science доступны многочисленные библиотеки алгоритмов, созданные компаниями, университетами, исследовательскими организациями, правительственными учреждениями и отдельными разработчиками. Многие из них доступны в виде программного обеспечения с открытым исходным кодом из таких репозиториев, как GitHub, Apache Software Foundation и других. Специалисты в области ИИ обычно определяют нужный алгоритм через специализированный поиск по этим библиотекам и на его базе разрабатывают модель, наиболее подходящую и хорошо обученную для решения поставленной задачи. Опытные специалисты по ИИ знают, как сузить поиск, сосредоточиться на правильных классах алгоритмов и проверить, подходят ли они для конкретного варианта применения.

6. Развертывание алгоритма в промышленной среде.

Алгоритм машинного обучения необходимо развернуть в промышленной среде. Он должен получать новые данные, генерировать результаты, выполнять управляющие воздействия или предлагать решения на основе этих результатов. Иногда это означает внедрение алгоритма в корпоративное приложение, которое используется людьми для принятия решений, например приложение для прогнозирования обслуживания и ремонтов, которое определяет, какое оборудование требует ремонта в первую очередь. Это приложение окажется полезным для группы техобслуживания. Именно здесь создается реальная ценность: сокращение времени простоя оборудования и расходов на

обслуживание благодаря более точному прогнозированию позволит избежать возможной поломки. Для работы алгоритма машинного обучения в промышленной среде необходима вычислительная инфраструктура. Она включает в себя возможности эластичного горизонтального масштабирования и управления большими данными (например, прием, интеграция и так далее), необходимые для больших массивов данных.

7. Непрерывный цикл улучшений точности алгоритма.

На практике корректность работы ИИ-алгоритма зависит от их управляемости и контроля. Как правило, команды специалистов по data science достаточно часто переобучают алгоритмы ИИ. Меняются рыночные условия, бизнес-цели и процессы компании, появляются новые источники данных. Организации должны поддерживать техническую гибкость, чтобы быстро разрабатывать, переобучать и развертывать новые модели в новых условиях.

Наука об ИИ развивалась на протяжении последних десятилетий. Сегодня мы находимся на этапе, когда организациям доступны не только необходимые технологии, но и услуги экспертов в предметных областях, специалистов по data science и сервис-провайдеров. Они помогут компаниям овладеть технологиями ИИ и получить конкурентное преимущество.

Бизнес-преимущества искусственного интеллекта

Сегодня технологии ИИ приносят компаниям реальную пользу. Google, LinkedIn, Netflix, Amazon и другие технологические компании широко применяют ИИ. По оценкам McKinsey Global Institute, в 2016 году технологические компании потратили от $20 миллиардов до $30 миллиардов на развитие ИИ[163]. Наибольшую выгоду создает применение ИИ в онлайн-поиске, рекламе и персонализированных рекомендациях по выбору продуктов и услуг.

Помимо специализированных компаний, эти технологии используются в прогрессивных с точки зрения цифровизации отраслях, например финансовых и телекоммуникационных компаниях. Банки выявляют и предотвращают мошенничество, сокращают отток

клиентов, предсказав момент, в который клиенты захотят отказаться от услуг, и оптимизируют привлечение новых клиентов.

Здравоохранение только начинает извлекать пользу из технологий ИИ. Перед компаниями открываются большие возможности. Машинное обучение поможет повысить результативность лечения, диагностировать хронические заболевания, предотвратить привыкание к опиоидам и другим лекарствам, а также повысить точность определения болезней.

Промышленные компании используют новые технологии для прогнозирования обслуживания и ремонтов, оптимизации всех цепочек поставки.

Энергетические компании тоже трансформировали свои процессы с помощью ИИ. Коммунальные службы используют современные приложения для выявления и сокращения случаев мошенничества, прогноза потребления электроэнергии и обслуживания распределительного оборудования.

В военной сфере также появляются приложения этого типа. Армия США уже использует приложения ИИ для прогнозирования обслуживания и ремонтов, что позволяет повысить боеготовность и эффективность военных операций. В качестве примеров можно привести оптимизацию логистики и запасов, а также управление процессом рекрутинга (например, подбор новых сотрудников на работу).

Мы рассмотрим некоторые примеры в главах 8 и 9.

Искусственный интеллект в действии: возможность удержания клиентов на $1 миллиард

Чтобы понять, как ИИ может решать сложные проблемы практически каждой компании, давайте рассмотрим, как с его помощью удерживают клиентов в сфере финансовых услуг. Кредитные организации тратят огромные средства, чтобы их клиенты оставались довольными, успешными и лояльными. Однако определить финансовую устойчивость клиента бывает непросто, особенно в сфере B2B. Как правило, для этого менеджеры по работе с клиентами совершают обзвоны и вручную отслеживают поведение клиентов.

Зачастую финансовая организация не знает, что клиент собирается воспользоваться услугами другого банка до тех пор, пока это не произойдет.

На корпоративном рынке банки сражаются за клиентов разными способами, используя для этого специальные предложения, выгодные кредитные ставки и комиссии за операции. Банки получают прибыль от комиссий за операции клиента и от процентных поступлений за использование средств на клиентских счетах. Менеджеры по работе с юридическими лицами внимательно следят за активностью клиентов и остатками на счетах, поскольку это основной источник прибыли банка. В основном это ручной процесс, осуществляемый с помощью электронных таблиц на основе данных, получаемых из CRM и других систем банка. Но поскольку на объем операций и баланс в конкретный период могут повлиять многие внутренние и внешние факторы – инвестиционная деятельность, слияния и изъятие капиталовложений, конкуренция, – эти показатели нельзя считать точными.

Таким образом, менеджеры по работе с юридическими лицами не могут выявить на ранней стадии признаки того, что клиент постепенно сокращает или прекращает свою работу с банком по причинам, которые можно устранить. Если менеджеры успеют заметить, что клиент оказался в зоне риска, они смогут принять меры. Например, клиент мог сократить сотрудничество с банком по причине закредитованности. В таком случае менеджер может предложить реструктуризацию долга или консультационные услуги по оптимизации кредитов. Если конкурент пообещал клиенту лучшую процентную ставку, менеджер может подготовить еще более конкурентное контрпредложение.

Столкнувшись с этими проблемами, компания – один из лидеров финансового сектора – разработала приложение на базе алгоритмов и методов ИИ. Оно помогает менеджерам по работе с юридическими лицами успешно выявлять клиентов в зоне риска и взаимодействовать с ними. В банке работают сотни менеджеров по работе с юридическими лицами, которые обслуживают десятки тысяч корпоративных клиентов, чей совокупный денежный остаток может составлять несколько сотен миллиардов долларов. Любая оптимизация процесса удержания клиентов в таком высокоприбыльном бизнесе означает значительную выгоду для банка.

Приложение ИИ получает и агрегирует данные из множества внутренних и внешних источников. К ним относятся исторические данные за прошлые годы о клиентских транзакциях и состоянии счетов, об изменениях в процентных ставках на остаток средств, о кредитных рисках, о росте ВВП, о краткосрочных процентных ставках, об обороте по счетам и конкретных данных о действиях клиента, полученных из отчетов Комиссии по ценным бумагам и биржам. Применяя многочисленные алгоритмы ИИ к этим данным в режиме реального времени, приложение может определить клиентов, находящихся в зоне риска, предсказать, кто сократит остаток средств по причинам, которые можно устранить, и направить предупреждение корпоративным менеджерам, чтобы они успели принять меры.

В отличие от традиционного подхода, приложения ИИ гарантируют более точные прогнозы и более оперативное выявление клиентов в зоне риска. По оценкам банков, выгода составляет около $1 миллиарда в год.

Экономическое и социальное влияние искусственного интеллекта

Искусственный интеллект окажет серьезное влияние на бизнес и общество. В 2017 году исследование PwC показывало, что мировой ВВП вырастет на $15,7 триллиона к 2030 году благодаря ИИ. Половину общей выгоды обеспечит повышение производительности труда, вторую половину – рост потребительского спроса. По оценкам PwC, потенциальная выгода может составить $1,8 триллиона в сфере профессиональных услуг, $1,2 триллиона – в сфере финансовых услуг, $2,2 триллиона – в отрасли оптово-розничной торговли и $3,8 триллиона – в производстве.

По оценкам того же исследования, глобальное влияние ИИ не будет равномерным. Сегодня в этой сфере лидирует Северная Америка, за ней следуют Европа и развитые азиатские экономики. Но в итоге их всех обойдет Китай. Эта страна поставила цель стать мировым лидером по ИИ к 2030 году. Организации (особенно конкурирующие с китайскими компаниями) должны задуматься о цифровой трансформации и инвестировании в технологии ИИ.

Вызванный применением ИИ экономический рост помог показателю производительности труда в развитых странах выйти из многолетней спячки. Но развитие ИИ будет резким и болезненным для тех, кто не изменит принципов своей работы. Некоторые компании рискуют исчезнуть с рынка.

Известный экономист, профессор Гарвардской школы бизнеса Майкл Портер, чья книга о конкурентной стратегии стала своего рода классикой, говорит о возможном появлении «нового мира умных и взаимосвязанных изделий» благодаря ИИ и big data. Эти технологии полностью изменят динамику конкуренции[164]. По мнению Портера, это не просто вопрос конкурентного преимущества – это вопрос жизни или смерти. Начиная с 2000 года 52 % компаний из списка Fortune 500 подверглись слиянию либо поглощению другими компаниями или объявили о банкротстве. Угроза вымирания вполне реальна[165].

Отдельные ученые и исследователи рынка уже давно бьют тревогу по поводу ИИ. Но технологические и научные сообщества приглушили и во многом ограничили обсуждение этих проблем. Лишь изредка негативное влияние ИИ обсуждалось в СМИ, известных своим скептическим отношением к этой технологии. Например, эта тема поднималась в статье, опубликованной в 2017 году в журнале Vanity Fair, о «крестовом походе Илона Маска для предотвращения апокалипсиса, вызванного искусственным интеллектом»[166]. В начале 2018 года эта тема стала главной на Всемирном экономическом форуме в Давосе и в последовавших за этим публикациях в прессе. Оценки и прогнозы неожиданно приобрели дополнительное значение, поскольку средства массовой информации и эксперты соединили воедино точки зрения на эту тему. Страшные сценарии, такие как восстание машин, исчезновение почти всех рабочих мест и крах цивилизации, поразили СМИ[167].

Но сегодня даже те, кто слабо разбирается в ИИ, считают эти пророчества притянутыми за уши[168]. Как мы знаем из истории, сначала распространение ИИ вызвало страх и скептицизм. Впоследствии эти технологии начали массово внедряться и стали обычным делом. Однако не стоит недооценивать негативное влияние в культурном и социальном планах. Для некоторых видов деятельности последствия будут неутешительными. Кроме того, есть вероятность, что человеческий фактор исказит возможности развития ИИ.

Многие профессии исчезнут. Переобучение сотрудников станет огромной социальной проблемой. Чем скорее чиновники и руководители компаний отреагируют на это и примут соответствующие меры, тем проще и стабильнее пройдет внедрение новых технологий. В то же время самые полезные варианты применения ИИ по-прежнему требуют участия людей. А это значит, что в ближайшем будущем менеджеры среднего звена и белые воротнички будут работать рука об руку с ИИ.

С точки зрения технологического прогресса ИИ создаст больше профессий, чем разрушит. Появление интернета и развитие автоматизации уничтожили ряд специальностей, но эти же процессы привели к возникновению новых профессий. Появились вакансии для веб-дизайнеров, администраторов баз данных, менеджеров социальных сетей, интернет-маркетологов. Ожидается, что в 2020 году ИИ создаст 2,3 миллиона рабочих мест, уничтожив 1,8 миллиона[169]. Новые вакансии будут связаны с информатикой, анализом данных и инженерией данных. Число вспомогательных рабочих мест в консалтинговых фирмах продолжит расти как в традиционных компаниях, например McKinsey и BCG, так и в фирмах, работающих в сфере принятия решений, например Mu Sigma.

Впрочем, в реальности влияние на общество будет более глубоким. Пока что мы не можем предсказать, какие профессии появятся благодаря повсеместному внедрению ИИ. В 2017 году, рассказывая о проекте электронного правительства, премьер-министр Индии Нарендра Моди сообщил: «Искусственный интеллект будет способствовать развитию человеческой расы. Эксперты говорят о том, что ИИ предоставляет большие возможности для создания новых рабочих мест. Технологии являются энергией развития нашего экономического потенциала»[170].

Позитивных мнений на этот счет очень много. К 2050 году население планеты вырастет до 9,7 миллиарда человек. Сельское хозяйство на основе ИИ позволит фермерам собирать на 50 % больше урожая с постоянно сокращающихся площадей[171]. Специалисты в области точной медицины будут успешнее выявлять и лечить рак. Улучшения в сфере кибербезопасности позволят эффективно предотвращать угрозы и обеспечат лучшую защиту. Роботы с ИИ будут помогать пожилым людям, наделяя их большей независимостью и

повышая качество их жизни. Искусственный интеллект поможет сканировать миллиарды интернет-публикаций и веб-страниц для выявления подозрительного контента, что позволит защитить детей и других людей от киберпреступности и жестокого обращения. Изменение климата, преступность, терроризм, болезни, голод – со всеми этими и другими глобальными проблемами поможет справиться ИИ.

Я знаю несколько приложений ИИ, разработанных не только для коммерческого применения, но и для общественной пользы. Одно, например, прогнозирует вероятность опиоидной зависимости, что помогает врачам более точно назначать лекарственные препараты и спасать миллионы людей от наркозависимости. Другое выявляет угрозы в сфере общественной безопасности и помогает защищать жизнь людей. Третье выявляет случаи отмывания денег и позволяет финансовым организациям эффективнее бороться с экономической преступностью, оборот которой составляет $2 триллиона в год.

Опытные бизнесмены и политические лидеры заинтересованы в том, чтобы использовать ИИ для социального, экономического и экологического блага. Я вижу это каждый раз во время встреч с представителями различных организаций по всему миру. Мы только начали узнавать, как улучшить жизнь человека и состояние планеты с помощью этой технологии.

Борьба за таланты в сфере искусственного интеллекта

Поскольку сегодня ИИ важен для каждой организации, желающей извлечь выгоду из анализа big data, конкуренция за опытных специалистов по data science достигла небывалой остроты. Вот почему сегодня в мире так не хватает талантов в сфере ИИ. Лучшие специалисты работают в Google, Facebook, Amazon, Microsoft и ряде других технологических компаний. По некоторым оценкам, одни только Facebook и Google нанимают 80 % входящих на рынок труда специалистов в области машинного обучения, обладающих ученой степенью PhD[172].

Несмотря на то что деятельность многих сотрудников связана с анализом и обработкой данных, большинство из них не имеют опыта

работы с машинным обучением и ИИ. Компании по-прежнему считают, что специалисты по data science – это аналитики, которые собирают коммерческую информацию с помощью панелей управления, или в лучшем случае статистики, которые делают выборку из набора данных и получают статистические выводы. Многие организации лишь вступили на путь внедрения ИИ и пока не наняли опытных специалистов.

Начиная с 2000 года количество стартапов, работающих с ИИ, выросло в 14 раз, в то время как венчурное инвестирование – в 6 раз. С 2013 года доля профессий, требующих знаний в области ИИ, увеличилась примерно в 4,5 раза[173]. Глобальный спрос на специалистов по data science и менеджеров с навыками аналитика привлек внимание политиков, государственных структур, корпораций и университетов всего мира[174].

Разумеется, процесс подготовки специалистов по data science начинается с обучения в университете. Рост высокооплачиваемых профессий в сфере исследования данных привел к увеличению числа студентов по этим программам. В период с 2010 по 2015 год число обладателей магистерской степени в сфере данных и аналитики выросло на 7,5 %. При этом число обладателей магистерской степени в других сферах выросло всего на 2,4 %[175]. Сегодня только в США предлагается более 120 магистерских программ и 100 программ по бизнес-аналитике. Выросло число образовательных программ и массовых открытых дистанционных курсов, с помощью которых сотрудники компаний проходят переквалификацию.

В 2018 году социальная сеть LinkedIn сообщила о том, что по сравнению с 2014 годом число вакансий для специалистов по data science в США выросло на 500 %. При этом количество вакансий для инженеров по разработке алгоритмов машинного обучения выросло на 1200 %[176]. Другое исследование, проведенное в 2017 году, показало, что к 2020 году общее число рабочих мест в сфере исследования данных и аналитики вырастет до 2,72 миллиона, что окажет влияние на многие отрасли[177]. На сайтах по поиску работы, например Glassdoor и LinkedIn, вакансии инженеров по разработке алгоритмов машинного обучения, специалистов по data science и разработчиков в сфере big data самые популярные. В таких сотрудниках заинтересованы компании из многих отраслей.

Растущий спрос на специалистов в области ИИ

Число профессий, требующих навыков в сфере ИИ, растет с огромной скоростью, но многие рабочие места остаются вакантными. Нехватка сотрудников привела к глобальной конкуренции за разработчиков и специалистов по data science в области ИИ.



Рисунок 6.3

В результате компании платят высокую цену за специалистов по data science. Например, в 2014 году Google приобрел стартап в сфере ИИ DeepMind Technologies за $500 миллионов. В этой компании работало всего 75 человек, то есть корпорация заплатила более $6 миллионов за каждого сотрудника[178]. Сделка привела к двум важным результатам. Появилась AlphaGo, первая программа с ИИ, победившая лучшего профессионального игрока в древнюю настольную игру Го. Это событие стало моментом истины для Китая. Развитие ИИ он сделал своим приоритетом[179]. В 2018 году алгоритм AlphaFold от DeepMind победил в конкурсе Critical Assessment of Structure Prediction – виртуальной олимпиаде по созданию структуры белка, целью которой было предсказание 3D-структуры белка на основе данных о его генетической последовательности[180]. Это важная область биомолекулярных исследований, которая поможет ученым лучше разобраться в болезнях и найти новые лекарства.

Руководители государств также заметили проблему общего спроса на специалистов в области исследования big data. Британский институт открытых данных и Институт Алана Тьюринга, Стратегия big data

Европейской комиссии от 2014 года и План исследования big data и стратегического развития федерального правительства США от 2016 года – вот примеры координированных усилий для решения проблемы нехватки опытных специалистов по data science. Китай, положивший ИИ в основу своего тринадцатого Пятилетнего плана и Плана создания нового поколения ИИ, вкладывает большие средства в исследования ИИ, в том числе в университетские программы[181]. Однако, по внутренним оценкам, Китай столкнется с нехваткой специалистов по data science: в 2016 году министерство информационных технологий сообщило, что стране понадобится еще пять миллионов сотрудников в сфере ИИ, чтобы удовлетворить имеющуюся потребность.

Многие традиционные университеты по всему миру занимаются исследованиями в этой области и публикуют огромное количество научных работ. К числу главных учебных заведений относятся MIT, Университет Карнеги – Меллона, Стэнфордский университет и Южно-Калифорнийский университет в США. В Азии это Технологический университет Наньян, Национальный университет Сингапура, Гонконгский политехнический университет, Китайский университет Гонконга, Институт автоматизации Университета Цинхуа и Китайская академия наук. В Европе – Гранадский университет и Мюнхенский технический университет. Кроме того, в число лидирующих учебных заведений входят университеты и институты в Канаде, Швейцарии, Италии, Нидерландах, Австралии и Бельгии.

Американских программ в сфере обработки и исследования big data становится все больше. В 2014 году Калифорнийский университет в Беркли запустил онлайн-программу магистратуры в области исследования данных и теперь предлагает образовательную программу для руководителей в сфере данных и аналитики. Более 30 калифорнийских школ проводят занятия по анализу и обработке big data для старшеклассников[182]. В будущем для восполнения нехватки навыков в сфере ИИ придется уделить внимание обучению детей среднего школьного возраста математике и информатике.

Растет число курсов и образовательных программ для будущих специалистов по data science. Их ведут профессионалы с техническим и научным опытом: математики, физики и другие эксперты. Они обучают и готовят людей к карьере в области ИИ. Некоторые курсы доступны

онлайн. Например, Coursera предлагает онлайн-программу по машинному и глубокому обучению[183]. Другие курсы, например программа Insight Data Science в Сан-Франциско, проходят в традиционной форме[184].

Кроме специалистов в сфере обработки и исследования данных, компании все больше заинтересованы в сотрудниках, которых McKinsey называет трансляторами (переводчиками)[185]. Они помогут преодолеть разрыв между специалистами в области ИИ и бизнесом. Они владеют навыками управления, которые позволят им успешно привлекать таланты, и хорошо разбираются в технологиях, чтобы проверить, в какой степени алгоритмы ИИ внедрены в практику компании.

Безусловно, сегодня мы находимся на переходном этапе. Организации переобучают своих сотрудников, нанимают выпускников университетов со степенью в области ИИ и адаптируются к переменам, вызванным внедрением инноваций. Перед компаниями, которые понимают, что ИИ определяет будущее и что настало время воспользоваться его возможностями, горит зеленый свет. Сегодня компании могут положиться на опыт консультантов в сфере ИИ и надежных технологических партнеров, попутно улучшая собственные навыки в этой сфере.

Успех компании, управляемой с участием ИИ

Мы убедились в том, что для успешного применения ИИ компаниям необходимы новые технологические и бизнес-возможности для управления большими данными, а также новые навыки в области исследования данных и машинного обучения.

Последнее испытание для компаний заключается в изменении бизнес-процессов, которого потребует внедрение ИИ. Подобно тому, как в 1990-х – начале 2000-х годов интернет заставил компании изменить бизнес-процессы, так и сегодня ИИ ведет к подобным, если не более серьезным переменам. Некоторым компаниям приходится переобучать своих сотрудников в соответствии с рекомендациями систем ИИ и предоставлять этим системам обратную связь.

Это непросто. Например, технические специалисты с многолетним опытом нередко сопротивляются новым требованиям и практикам алгоритмов ИИ. Таким образом, для извлечения ценности из этой технологии потребуется уверенное лидерство и гибкое мышление как со стороны менеджеров, так и со стороны сотрудников, работающих с клиентами[186].

По этим причинам компании, вступившие на путь цифровой трансформации, все чаще обращаются к опытным технологическим партнерам. Они помогают справиться с проблемами разработки, развертывания и управления приложениями ИИ и позволяют изменить бизнес-процессы ради получения прибыли. Сегодня компании инвестируют в новый комплекс технологий (я опишу его в главе 10). Он поможет справиться с этими требованиями более эффективно, чем это позволяют сделать традиционные подходы.

Новое поколение технологий приобретает все бо́льшую роль по мере того, как приложения с ИИ усложняются, и особенно по мере того, как компании оснащают свои производства и сбыт датчиками и сенсорами (контроллерами). Этот феномен получил название IoT. Он существенно повышает объем данных, доступных для организации, а также точность и качество информации.

Организациям предстоит обрабатывать большие объемы данных, которые создает IoT, и исходя из них своевременно принимать решения и управляющие воздействия. Оба процесса нуждаются в ИИ, который, в свою очередь, сыграет большую роль в получении выгоды от IoT. В следующей главе я опишу феномен IoT и его последствия для бизнеса.

В то время как упущенные возможности цифровой трансформации ведут к фатальным последствиям, выгоды от всеобъемлющей стратегической трансформации компании меняют расклад сил. Как показывают исследования PwC, McKinsey, Всемирного экономического форума и других организаций, цифровая трансформация принесет триллионы долларов прибыли в течение следующего десятилетия. Компании, действующие уже сегодня, получат огромную долю этой выгоды.

Глава 7. IoT

В предыдущих трех главах мы обсудили, как технологии эластичных облачных вычислений, big data и ИИ способствуют цифровой трансформации. Четвертый тренд, IoT (интернет вещей), означает повсеместное оснащение датчиками и сенсорами оборудования по всем производственным цепям, чтобы обеспечить доступ в режиме реального времени ко всем устройствам в этих цепях.

Я впервые услышал термин IoT в 2007 году во время командировки в Китай. Сначала я думал, что технология связана лишь с оснащением оборудования и устройств датчиками. Но с тех пор я много размышлял и обнаружил, что в этой сфере происходит нечто более значимое и революционное.

Благодаря дешевым процессорам и скоростному соединению вычисления становятся все более распространенными и взаимосвязанными. Недорогие компьютеры размером с банковскую карту используются в автомобилях, дронах, камерах наблюдения и других устройствах. IoT не ограничен датчиками в производственной цепи. Это фундаментальное изменение параметров вычислений, дающее любому устройству беспрецедентную вычислительную мощность – и возможность использовать ИИ в режиме реального времени.

Происхождение IoT

Наряду с искусственным интеллектом IoT спровоцировал волну революционных изменений в бизнесе и IT-сфере. IoT позволяет объединить дешевые быстрые микросхемы и встроенные датчики через скоростные сети. В его основе умные взаимосвязанные устройства и стремительное развитие интернета.

Тридцать лет назад само понятие «умных» вещей было новшеством. Концепцию портативных вычислительных устройств предложили исследователи Мик Лэмминг и Майк Флинн из компании Rank Xerox. В 1994 году Флинн создал Forget-Me-Not, портативное устройство с беспроводными передатчиками. Оно было «создано для

повседневного напоминания: помогало найти потерянный документ, вспомнить, как зовут человека и как управлять тем или иным элементом оборудования»[187]. В 1995 году Стив Манн из MIT создал портативную беспроводную камеру. В тот же год Siemens разработала первую беспроводную технологию для коммуникации между машинами (machine-to-machine, M2M). Она применялась в торговых автоматах, а также для удаленной телематики оборудования и устройств.

В 1999 году основатель и исполнительный директор Auto-ID Center Кевин Эштон впервые употребил понятие IoT – в названии презентации, подготовленной для привлечения внимания руководства компании Procter & Gamble. В нем он связал новую идею радиочастотной идентификации (RFID) в цепочках поставок со стремительно растущим интересом к интернету[188]. RFID метки для отслеживания объектов в логистике – первый известный пример IoT. Сегодня с помощью этой технологии отслеживают посылки, уровень запасов и предотвращают потери.

Фактически IoT применяли в промышленных целях, а не для бытовых нужд. В конце 1990-х – начале 2000-х годов поднялась волна промышленного применения недавно появившейся M2M-коммуникации. Siemens, GM, Hughes Electronics и другие компании начали разрабатывать собственные протоколы, чтобы соединить между собой промышленное оборудование. Первыми M2M-приложениями, как правило, управлял человек. Беспроводные сети на основе IP-протокола начали набирать обороты. Офисные работники с ноутбуков и мобильных телефонов контролировали оборудование и устройства. К 2010 году альтернатив переносу проприетарных сетей на протоколы Ethernet на основе IP попросту не осталось. Приложения, получившие название «Промышленный Ethernet», позволяли удаленно обслуживать оборудование и отслеживать работу промышленных площадок, зачастую в удаленном режиме.

В сфере потребительских товаров IoT развивался не так быстро. В начале 2000-х годов компании предпринимали регулярные попытки создать (чаще всего безуспешно) подключенные к интернету изделия, например стиральные машины, лампы и другие бытовые приборы. Так, в 2000 году LG представила первый умный холодильник, подключенный к интернету (и стоивший $20 тысяч). Но в то время

мало кому был нужен холодильник, сообщавший, что пора купить молоко. Носимые устройства, такие как Fitbit и Garmin (оба вышли на рынок в 2008 году), больше заинтересовали потребителей. Эти устройства использовали датчики движения и GPS-навигацию. Они подходили для занятий спортом и определения своего местоположения.

Потребительский IoT начал завоевывать популярность в 2011–2012 годах, когда появились товары, оказавшиеся успешными, например удаленный термостат Nest и умная лампочка Philips Hue. В 2014 году IoT получил массовое распространение после того, как Google приобрела Nest за $3,2 миллиарда, IoT продемонстрировали на выставке потребительской электроники, а Apple представила свои первые умные часы. Наиболее характерный пример потребительского IoT – это стремительно набирающие популярность умные часы, умные колонки и другие портативные устройства, например Amazon Echo, Google Home и Apple HomePod. Рынок этих товаров в США растет почти на 48 % в год[189].

Сегодня можно отметить еще больше изменений в форм-факторах вычислительной техники. На мой взгляд, в последующие несколько лет практически все превратится в компьютеры – от очков, флаконов с таблетками и кардиомониторов до холодильников, топливных насосов и автомобилей. IoT вместе с ИИ создаст мощную конструкцию, немыслимую еще в начале XXI века. Она позволит нам решать проблемы, которые раньше считались неразрешимыми.

Технологические решения IoT

Чтобы извлечь выгоду из IoT, компании и государственные структуры нуждаются в новом комплексе технологий, связывающем периферию, платформу IoT и оборудование предприятий.

Периферия состоит из множества устройств, включая приборы, датчики и шлюзы, которые могут связываться между собой и подключаться к сети. Как минимум периферийные устройства могут осуществлять мониторинг, позволяющий получить представление о местонахождении, производительности и состоянии оборудования.

Например, умный счетчик электричества отправляет показания состояния и потребления электроэнергии в операционный центр

коммунальной компании в течение суток. Поскольку форм-фактор вычислительных устройств продолжает уменьшаться, ожидается, что все больше периферийных устройств получат возможность двунаправленного контроля. Оконечные устройства, которые можно отслеживать и контролировать, позволяют решать новые бизнес-задачи. Используя возможности мониторинга и управления устройства, можно оптимизировать его производительность и работу.

Например, алгоритмы подходят для прогнозирования поломок оборудования. На основе этой информации технический персонал сможет провести обслуживание или замену устройства до поломки.

Технологии IoT: связь периферии с оборудованием компании

Чтобы извлечь выгоду из IoT, необходимо новое технологическое решение, которое объединит периферийные устройства, платформу IoT и оборудование компании.



Рисунок 7.1

Платформа IoT связывает центральное оборудование предприятия с периферией. Она должна собирать, объединять и упорядочивать большие объемы разобщенных операционных данных, поступающих в режиме реального времени. Способность анализировать петабайты данных – собирать все необходимые исторические и операционные данные из новой и старой информационных систем в общее представление данных в облаке – важное требование.

Современные платформы IoT выступают сегодня в качестве среды разработки приложений для компаний. Массовое появление приложений, которые отслеживают, контролируют и оптимизируют

оборудование и работу компании в целом, существенно повышает производительность.

В некоторых отраслях IoT становится ключевым элементом трансформации компаний, и тому есть немало примеров. Та же умная электросеть. В конце XX века электросети практически не отличались от сетей, придуманных более ста лет назад Томасом Эдисоном и Джорджем Вестингаузом. Они производили электроэнергию, передавали ее на дальние расстояния с высоким напряжением (115 киловольт и больше), распределяли энергию на средние расстояния с более низким напряжением (обычно от 2 до 35 киловольт) и конечным потребителям доставляли уже с низким напряжением (обычно 440 вольт для коммерческого или домашнего потребления).

Электросеть состоит из миллиардов счетчиков, трансформаторов, конденсаторов, измерительных устройств, линий электропередач и т. д. Вот почему это один из самых больших и сложных механизмов из всех когда-либо изобретенных. Национальная инженерная академия считает ее самым важным техническим достижением XX века.

Умная сеть – это фактически та же энергосеть, усовершенствованная при помощи IoT. По некоторым оценкам, на оснащение датчиками этих сетей в нынешнем десятилетии будет потрачено $2 триллиона. Множество устройств в инфраструктуре сети модернизируют или заменят, чтобы они могли посылать телеметрические данные и чтобы к ним имелся удаленный доступ[190]. Самый очевидный пример такой трансформации – умный счетчик. Данные с обычного электромеханического счетчика нужно считывать вручную – как правило, раз в месяц. Умные счетчики можно отслеживать дистанционно, получая показания с 15-минутным интервалом.

Когда энергосистема будет полностью оснащена датчиками, мы сможем агрегировать, оценивать и коррелировать и выявлять взаимодействия всех данных с этих устройств, а также информацию о погоде, потреблении энергии и генерирующей мощности практически в режиме реального времени. Мы сможем применять алгоритмы машинного обучения к этим данным, чтобы оптимизировать работу энергосистемы, снижать расходы на эксплуатацию, повышать устойчивость и надежность сети. Кроме того, мы повысим кибербезопасность, обеспечим оптимизацию энергопотоков и сократим

выбросы парниковых газов. Все четыре технологии в совокупности произведут цифровую трансформацию в энергетической отрасли.

Умная энергосеть – наглядный пример того, как IoT может объединить производственные цепи в других отраслях, вызвать революционные перемены и создать дополнительную выгоду. По мере развития технологий беспилотного вождения транспортные средства будут взаимодействовать друг с другом, оптимизируя потоки. Это приведет к уменьшению дорожных заторов, сокращению времени в пути для пассажиров и снижению уровня стресса.

IoT: потенциал и влияние

IoT существенно изменит работу компаний. Сегодня это не настолько спорное утверждение, каким было в 2007 году, когда я впервые узнал о нем, но оно ставит три вопроса: почему, как и насколько?

Есть три основные причины, по которым IoT изменит способ ведения бизнеса. Во-первых, системы IoT могут производить беспрецедентные объемы данных. К 2020 году IoT предположительно будет генерировать 600 зеттабайт, то есть 600 миллионов петабайт данных ежегодно[191]. Возможно, цифра покажется вам невероятной, но вспомните пример с умной электросетью. Электростанции, подстанции, трансформаторы и умные счетчики постоянно генерируют данные. При высокой оснащенности датчиками они способны производить множество показателей ежесекундно. Если учесть, что лишь американская энергосистема насчитывает более 9 миллионов километров сетей передачи и распределения, 600 зеттабайт не выглядят заоблачной цифрой[192].

Цифровая трансформация энергосети

В течение нынешнего десятилетия на оснащение электросетей датчиками будет потрачено $2 триллиона.



Рисунок 7.2

Во-вторых, полученные данные являются достаточно ценными. Если компании контролируют свою операционную деятельность с помощью датчиков, их показания помогут принять лучшие решения для извлечения прибыли. Данные, генерируемые интернетом вещей и анализируемые при помощи ИИ, помогут организациям лучше управлять ключевыми бизнес-процессами. Это справедливо не только для энергетики, но и для нефтегазовой, промышленной, аэрокосмической, оборонной, финансовой отраслей, а также для сфер государственного управления, здравоохранения, логистики и транспорта, торговли и всех остальных областей, которые я знаю[193].

Третья причина, по которой IoT трансформирует бизнес, заключается в законе Меткалфа. Он гласит, что ценность сети пропорциональна половине квадрата численности ее участников[194]. В таком случае сеть представляет собой общий образ корпоративных данных, а участники – элементы данных. С ростом числа датчиков в

производственной цепи компании растет объем и разнообразие данных. Больше данных – больше ценности.

Представим, что аэрокосмическая компания хочет внедрить приложение по прогнозированию обслуживания и ремонтов на основе ИИ в своем парке реактивных самолетов. Неожиданные поломки самолета означают сокращение его летного времени. Разумеется, это проблема для любого предприятия этой отрасли. Большинство самолетов уже оснащены бортовыми датчиками, но многие показания датчиков не используются для прогнозирования профилактических работ. В результате сегодня авиакомпаниям приходится проводить запланированное техническое обслуживание, то есть заниматься этим в заранее определенное время или с определенным интервалом. Это ведет к избыточному обслуживанию и не помогает точно определить момент, когда требуется срочно проверить оборудование. Ресурсы тратятся впустую.

Но есть альтернативный подход, который задействует все данные, генерируемые бортовыми системами. Рассмотрим один источник данных – вибродатчик двигателя самолета. Его данных недостаточно для разработки приложения для прогнозирования техобслуживания всего самолета. Вибродатчик даже не предоставит достаточно данных для точного прогнозирования поломки двигателя. Но представьте, что мы используем данные двадцати датчиков на двигателях каждого из тысячи самолетов. Применяя алгоритмы машинного обучения для этого объемного и информативного массива данных, мы сможем спрогнозировать вероятность поломки с гораздо большей точностью. Благодаря этому сократится время простоя, а ресурсы техобслуживания будут использоваться эффективнее. Все это гарантирует дополнительную выгоду.

Теперь давайте представим, что мы получаем и анализируем данные от датчиков, установленных не только на двигателях, но и на всех системах и деталях самолета. В таком случае мы сможем прогнозировать поломки в любой части самолета – двигателях, вентиляционной системе, шасси – до того, как они произойдут, ведь у нас будут данные для всех подсистем. Но это еще не все. Поскольку самолет – единая система, ее части и данные взаимосвязаны. Это означает, что данные, сгенерированные датчиками двигателей, могут предсказать количество поломок в вентиляционной системе и наоборот.

Это справедливо для любой пары подсистем. В таком случае ценность резко возрастает вместе с объемом и разнообразием данных.

Принимая больше данных от большего числа устройств, увеличивая насыщенность и объем набора данных, мы повышаем точность работы приложения прогнозирования обслуживания и ремонтов. Она становится выше, чем у традиционных методов, а само приложение становится более эффективным и экономичным. Прогнозирование обслуживания подготавливает основу для более эффективного управления запасами и бизнес-процессами, связанными с цепочками поставок. Это огромное преимущество. Устаревшие методы планового обслуживания теряют смысл. Примерно так же и по тем же причинам (объем данных, ценность и закон Меткалфа) IoT трансформирует бизнес-процессы в других отраслях.

Еще один пример – сельское хозяйство. В Нидерландах находится одна из самых современных картофельных ферм в мире благодаря IoT[195]. Многочисленные виды датчиков отслеживают состав удобрений в почве, влажность, освещение, температуру и другие факторы. Они передают очень важные данные и позволяют хозяину использовать свою землю эффективнее, чем другие фермеры. Контролируя все стадии сельскохозяйственного процесса с помощью IoT, фермер понимает, какие участки земли нуждаются в удобрениях, где листья страдают от насекомых и каким растениям недостает солнечного света. Вооружившись этими знаниями, он сможет оптимизировать производительность своего агропредприятия.

Компании только начали извлекать ценность, которую может дать IoT в сочетании с облачными вычислениями, big data и ИИ. Кембрийский взрыв IoT еще впереди. Но одно уже очевидно: IoT существенно изменит бизнес. Остается лишь понять – как. На мой взгляд, он изменит три главных аспекта бизнеса: как принимаются решения, как исполняются бизнес-процессы и как дифференцируется продукция.

Во-первых, процесс принятия решений на основе данных обретет абсолютно новый смысл[196]. Алгоритмы станут неотъемлемой частью большинства, если не всех процессов принятия решений. Это особенно справедливо для повседневных решений, которые поддерживают компанию на плаву. Представьте производственный цех, склад или кредитный отдел банка. Благодаря информации об использовании

продукта, данным о состоянии оборудования и параметрах окружающей среды сотрудники смогут решать проблемы в режиме реального времени. Под этим подразумевается, что компания будут реже обращаться к простым, но неоптимальным практикам, считавшимся надежными. Это также означает, что организации будут меньше полагаться на опыт профессионалов. Человеческий опыт необходим, лишь когда результаты работы ИИ кажутся неправильными. Если они действительно неверны, система может самообучиться благодаря вмешательству человека, чтобы лучше справляться с похожими случаями в будущем. Это означает меньше сотрудников, меньше участия человека и лучшие результаты. Производственные цепочки, оснащенные датчиками, позволяют принимать решения, опираясь на факты и данные ИИ.

Во-вторых, IoT изменит бизнес-процессы. Это приведет к более точному и менее затратному принятию решений. Вместо того чтобы опираться на свою интуицию и опыт и делать то, что кажется правильным, сотрудники будут руководствоваться рекомендациями алгоритма, который четко объяснит, почему предлагает конкретный ход действий. Ответственность за игнорирование рекомендаций будет лежать на сотрудниках, но это будет происходить лишь в редких случаях. Сотрудники смогут уделять больше внимания добавлению стратегической и конкурентной ценности и меньше – операционным мелочам.

В-третьих, IoT изменит способ дифференциации продуктов. Кастомизация продуктов выйдет на новый уровень. Смартфоны уже различают речь или манеру письма их владельцев. Умные термостаты запоминают температурные предпочтения жителей дома и автоматически следуют им. В сфере здравоохранения умные глюкометры, оснащенные алгоритмами, автоматически корректируют подачу инсулина через помпу.

Это только начало – IoT изменит наши отношения с физическими объектами. Он наделит производителей невероятными знаниями о том, как клиенты используют их продукты.

Это не только позволяет компаниям лучше узнать своих клиентов и, следовательно, производить более качественные продукты, но также задействовать новые модели гарантии и аренды оборудования. Например, гарантия на продукт с определенными ограничениями в

использовании или прекращение аренды услуги, если клиент перестает платить абонентскую плату[197].

На первый взгляд, такие модели кажутся непривлекательными для конечных пользователей, но они могут радикально изменить экономику владения или аренды определенных продуктов. Потребителям понравится новая модель ценообразования. IoT меняет процесс принятия решений, операционной деятельности компании и дифференциации продуктов. Скоро мы шагнем в другие сферы, о которых пока еще даже не догадываемся.

Как эти перемены, вызванные интернетом вещей, повлияют на экономику? Сегодня общее число подключенных устройств составляет 20 миллиардов единиц. По некоторым оценкам, этот показатель вырастет до 75 миллиардов к 2025 году[198]. Аналитики ожидают, что IoT к тому же сроку будет приносить $11,1 триллиона глобальной экономической ценности в год[199]. Это огромная сумма, равная примерно 11 % глобальной экономики. По прогнозам Всемирного банка, глобальный ВВП к 2025 году достигнет $99,5 триллиона в год.

Экспоненциальный рост связанных устройств

К 2025 году общее количество подключенных устройств составит 75 миллиардов единиц.

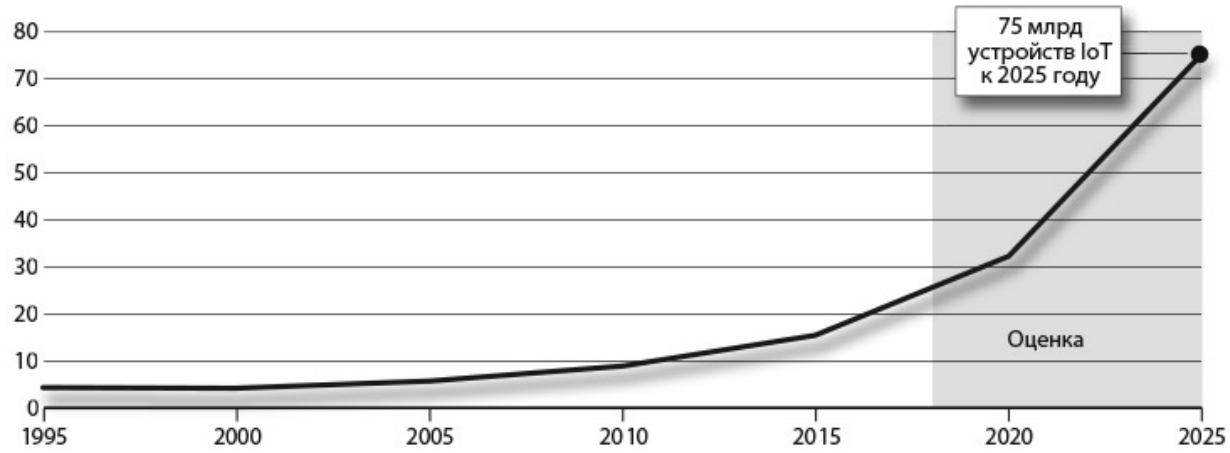

Рисунок 7.3

Значительное сокращение рабочей силы – одно из последствий внедрения IoT и связанной с ним автоматизации. На мой взгляд, уровень и темпы сокращения будут различаться в зависимости от отрасли, но общая тенденция неоспорима.

Почти половина рабочих мест в США (по данным The Economist, эта доля составляет 47 %) находятся в зоне риска из-за автоматизации. Большая доля этой автоматизации связана с интернетом вещей. В Великобритании и Японии показатели похожи: 35 % и 49 % рабочих мест соответственно[200].

Отдельные компании тоже испытают на себе воздействие автоматизации. Руководитель UBS Серджио Эрмотти считает, что автоматизация, вызванная распространением новых технологий, вынудит компанию уволить 30 % сотрудников из общей численности в 30 тысяч человек[201]. Бывший руководитель Deutsche Bank Джон Крайан утверждал, что автоматизация приведет к сокращению половины из 97 тысяч сотрудников[202]. Goldman Sachs ожидала, что беспилотные автомобили будут ежемесячно уничтожать в США 25 тысяч рабочих мест, связанных с вождением[203].

Тем не менее сокращение рабочих мест не означает, что люди больше не будут работать. После исчезновения традиционных профессий появятся новые. Как я отмечал в главе 6, продвинутые технологии создадут больше профессий, чем устранят, и эти перемены произойдут очень быстро.

Экономическая ценность, созданная интернетом вещей, по отраслям к 2025 году

По прогнозам, IoT создаст $11 триллионов экономической ценности к 2025 году.

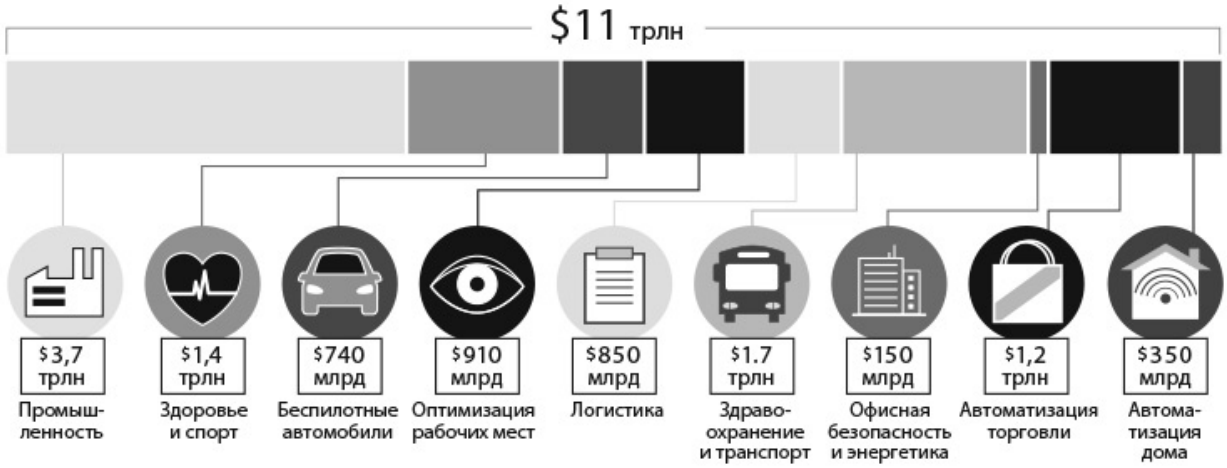

Рисунок 7.4

Перед теми, у кого уже есть необходимые навыки, откроются новые возможности. Появятся вакансии, о которых мы пока что даже не догадываемся. В 2018 году семь из десяти должностей, быстрее всего набиравших популярность на LinkedIn, были связаны с исследованием данных и проектированием[204]. Рост числа рабочих мест в сфере обработки и исследования данных продолжится в ближайшем будущем. Ожидается, что к 2026 году в США появятся 11,5 миллионов рабочих мест для специалистов по data science и экспертов из смежных отраслей[205]. Аналогичным образом вырастет число операционных должностей в области управления устройствами IoT. Появятся новые типы должностей в сфере информационных технологий, компьютерных сетей и телекоммуникаций. Эти востребованные профессии нередко будут находиться на стыке двух дисциплин – бизнеса и технологий. У нас есть все основания для оптимизма. Но, как мы уже говорили, работодатели, органы государственной власти и университеты должны обучить и переобучить новым профессиям миллионы людей. Миллионам сотрудников придется найти новую работу. Я считаю, что представители коммерческого сектора несут ответственность за продвижение обучения в новых сферах. IoT в сочетании с ИИ радикально меняет сферу занятости. IoT и связанные с ним технологии изменят наш мир настолько, что эти перемены будет сложно переоценить.

Как IoT создает экономическую ценность

Широкий спектр вариантов использования IoT повышает и без того огромное влияние этой технологии. Все эти возможности связаны с разными частями технологий: от аппаратного обеспечения подключенных устройств до сервисов, аналитики и приложений. С точки зрения потребителя или конечного пользователя, реальная ценность IoT заключается в возможностях сервисов, приложений и аналитики IoT, а все остальное выполняет вспомогательную роль и обладает низкой ценностью и потенциалом роста[206]. В конечном счете организации, применяющие технологии IoT (владельцы и управляющие производством, промышленники), со временем извлекут максимум потенциальной прибыли.

Прежде чем внедрять IoT, топ-менеджеры и собственники должны понимать, как это повысит ценность компаний, как решит важные проблемы, в том числе сокращение издержек на обслуживание зданий и оборудования, оптимизацию запасов, повышение прибыли за счет улучшения прогнозирования спроса, повышение степени удовлетворенности клиентов и качества продуктов.

Возможности IoT, направленные на решение этих проблем, быстро распространяются в разных сферах бизнеса. В следующем разделе мы рассмотрим самые успешные примеры и узнаем, как они повышают ценность компаний.

IoT на практике

Умная электросеть

Мы уже говорили, что энергетический сектор одним из первых начал широко применять IoT. Используя миллионы умных счетчиков, энергетические компании создали то, что сегодня мы называем умной электросетью.

Enel, крупное предприятие с главным офисом в Риме, управляет более чем 40 миллионами умных счетчиков в Европе. Они генерируют невероятный объем данных – более 5 миллиардов показаний в день. Измерительные устройства на линиях электропередачи подают сигналы о качестве электроэнергии с частотой 60 Гц (то есть 60 раз в секунду). Каждое устройство выдает 2 миллиарда сигналов в год.

В основе умной электросети лежат показатели генерации, потребления и нагрузки электроэнергии каждого потребителя в режиме реального времени. Эта информация обрабатывается с помощью облачных вычислений и ИИ. Кроме того, стоит учесть сетевой эффект взаимосвязанных потребителей, местную выработку и нагрузку. Чем больше связанных датчиков и данных доступно для анализа, тем точнее алгоритмы глубокого обучения. Благодаря этому умная электросеть работает очень эффективно. Вспомним закон Меткалфа: рост числа взаимосвязанных датчиков ведет к экспоненциальному росту ценности сети. Все показатели датчиков практически в режиме реального времени предоставляют информацию о состоянии сети – ее статусе, проблемах оборудования, уровнях генерации. Это позволяет

алгоритмам почти моментально корректировать свои прогнозы и рекомендации. По оценкам Enel, применение алгоритмов ИИ ко всем данным умной электросети приносит более €600 миллионов выгоды в год.

Прогнозирование обслуживания и ремонтов

Чтобы прогнозировать возможные поломки оборудования, компании применяют ИИ для обработки данных, собранных с помощью технологий IoT, например датчиков и встроенных компьютеров и т. д. Это сокращает внеплановое время простоя оборудования и позволяет создавать гибкий график работ по обслуживанию и ремонтам. Благодаря этому увеличивается время эксплуатации и сокращаются издержки на ремонт и замену деталей. Многие отрасли – от дискретного производства, энергетики и авиакосмической области до логистики, транспорта и здравоохранения – воспользуются этими выгодами.

Рассмотрим Royal Dutch Shell, одну из крупнейших энергетических компаний в мире. В ней работает более 86 тысяч сотрудников, она представлена более чем в 70 странах, а ее годовая выручка превышает $300 миллиардов. Shell разрабатывает приложения ИИ, которые использует в своей работе. Компания управляет 20 нефтеперерабатывающими заводами, 25 тысячами нефтяных и газовых скважин и более чем 40 тысячами автозаправок. Некоторые приложения ИИ уже используются в процессе добычи.

Shell разработала и внедрила приложение, предсказывающее поломку силовых гидравлических установок на пяти тысячах газовых скважин в своем австралийском подразделении QGC. Эти установки помогают предотвратить выбросы газа. Приложение ИИ получает данные в режиме реального времени от многочисленных датчиков с удаленных скважин, чтобы предсказать, когда установка выйдет из строя и почему это может произойти. Благодаря этим технологиям персонал компании оперативно решает проблемы еще до того, как произойдет поломка. Приложение дает следующие преимущества: увеличение межремонтного периода, эффективное использование ресурсов, сокращение операционных расходов и миллионы долларов дополнительной годовой выручки.

Shell также разработала и запустила приложение, которое прогнозирует деградацию производительности более чем 500 тысяч клапанов на нефтеперерабатывающих заводах по всему миру. Эти предприятия производят бензин, дизельное и авиационное топливо, смазочные материалы и другие вещества. Клапаны – важный технологический элемент, контролирующий поток жидкостей на заводах. Производительность клапана со временем ухудшается. На это влияют различные факторы, в том числе тип клапана, его использование, тепловое воздействие, давление, скорость потока жидкости. Многочисленные датчики постоянно записывают различные параметры работы и состояния клапана.

Для этого варианта Shell автоматизировала обучение, развертывание и управление более чем 500 тысячами моделей ИИ – по одному на каждый клапан. Приложение улавливает более 10 миллионов сигналов датчиков, получаемых с очень высокой частотой. Затем оно применяет особые модели ИИ, чтобы спрогнозировать ухудшение работы, и выделяет наиболее критичные клапаны, на которые сотрудники компании должны обратить внимание. Если раньше работу Shell можно было назвать реагирующей на события и основанной на правилах, то теперь приложение сделало ее предиктивной (прогнозной) и рекомендующей. Эти изменения сократили расходы на техническое обслуживание и повысили операционную эффективность. Внедрение этого приложения оценивается в несколько сотен миллионов долларов выгоды в год.

Оптимизация запасов

Компании, работающие в сфере товаров народного потребления, промышленности и других отраслях, уделяют массу времени планированию запасов. Но многие крупные организации со сложными цепочками поставок и операциями с товарно-материальными запасами лишь в половине случаев доставляют товары в срок, используя традиционные системы планирования ресурсов предприятия (ERP). Решения IoT, совмещенные с анализом big data и ИИ, помогают компаниям значительно оптимизировать срок доставки. Новые технологии повышают скорость доставки, сокращают время обработки, помогают решить проблему дефицита и затоваривания складов.

Так, американское дискретное производство стоимостью $40 миллиардов, выпускающее крупногабаритные станки, использует решения по оптимизации запасов на основе ИИ. Оно помогает сбалансировать оптимальный уровень запасов и сократить издержки хранения. Станки имеют десятки тысяч различных вариантов исполнения и состоят более чем из 21 тысячи деталей. В отличие от традиционных ERP-систем по управлению запасами, приложение ИИ проводит продвинутую оптимизацию, используя большой массив данных компании, полученный благодаря интернету вещей. В результате этот производитель на 52 % снизил затраты на хранение запасов стоимостью $6 миллиардов. Это позволило высвободить капитал в размере $3 миллиардов, которые теперь можно инвестировать в другое направление.

Уход за больными

IoT обладает огромным потенциалом в сфере здравоохранения. Эта технология позволяет врачам удаленно отслеживать состояние пациентов, что позволяет укрепить их здоровье и сократить затраты на медицинское обслуживание. Используя все данные, IoT позволяет врачам спрогнозировать факторы риска для своих пациентов.

Например, кардиостимуляторы выступают в роли датчиков IoT. Их показатели можно отслеживать удаленно, и они отправляют врачу сигнал тревоги, если пульс резко меняется. Индустрия портативных гаджетов дала людям возможность легко измерять любые показатели, связанные со здоровьем: количество пройденных шагов и ступеней, пульс, качество сна, питание и так далее.

В других случаях большие массивы данных, сгенерированные интернетом вещей, позволяют проводить диагностику. Организации в сфере здравоохранения используют диагностический анализ на основе ИИ, чтобы выявить потенциальные противопоказания при медикаментозном лечении. Врачи могут более эффективно поддерживать пациентов, улучшать результаты лечения, сокращать рецидивы и повышать качество жизни. Представьте себе флаконы с таблетками, которые отслеживают, как пациенты следуют назначениям, и предупреждают врача и самого пациента о том, что он забыл принять лекарство. Сегодня разрабатываются умные таблетки, которые могут

передавать информацию о важных физиологических показателях организма после того, как пациент проглотил их.

Слияние клиентских систем IoT с B2B-системами имеет большую ценность. Например, данные гаджетов для фитнеса Fitbit или Apple Watch в сочетании с клиническими данными создают общий обзор состояния пациента и позволяют врачам усовершенствовать методику лечения.

Эффективность и ценность IoT заключается в широком спектре вариантов использования – от оптимизации производства и управления спросом до координации парка транспортных средств и логистики. Основная доля его экономического потенциала кроется в сфере B2B, а не в сфере широкого потребления. Тем не менее простые варианты применения IoT, например для оформления багажа в аэропорту, чтобы путешественники точно знали, где находятся их вещи, удовлетворят потребности клиентов в самых разных отраслях. Мы обязательно увидим это в будущем.

Отрасли, на которые IoT повлияет больше всего

Самое большое влияние IoT окажет на компании из индустрий, где необходимо использовать большое количество основных средств. Около 50 % расходов на IoT придется на три отрасли: дискретное производство, транспорт и логистику и коммунальный сектор[207], [208]. Многие представители этих отраслей все чаще сталкиваются с конкуренцией со стороны успешных технологических компаний. Например, FedEx должна активно инвестировать в IoT, чтобы сдержать конкуренцию Amazon, которая нарастила свои возможности в сфере доставок. Компания создала такие сервисы, как Amazon Air (парк грузовых самолетов), Amazon Delivery Services Partners (брендированные грузовики, которыми управляют лицензированные партнеры) и Amazon Flex (частные водители, доставляющие посылки на своих транспортных средствах). Ежегодная стоимость доставки Amazon превышает $20 миллиардов. У компании есть стимул вкладываться в свою транспортную инфраструктуру, что, в свою очередь, заставляет FedEx, UPS и другие компании внедрять инновации[209].

Интеграция цифровых возможностей компаний и IoT серьезно повлияет на компании в этих отраслях, особенно с точки зрения сокращения расходов и роста эффективности. Всего два варианта – прогнозирование обслуживания и оптимизация запасов – способны принести огромную прибыль. В коммунальном секторе постоянные инвестиции в умные электросети также создадут значительную выгоду, как показали примеры ENGIE и Enel.

Расходы на IoT по отраслям

В 2020 году самые большие расходы придутся на отрасли дискретного производства, транспорта и логистики, а также на коммунальный сектор.

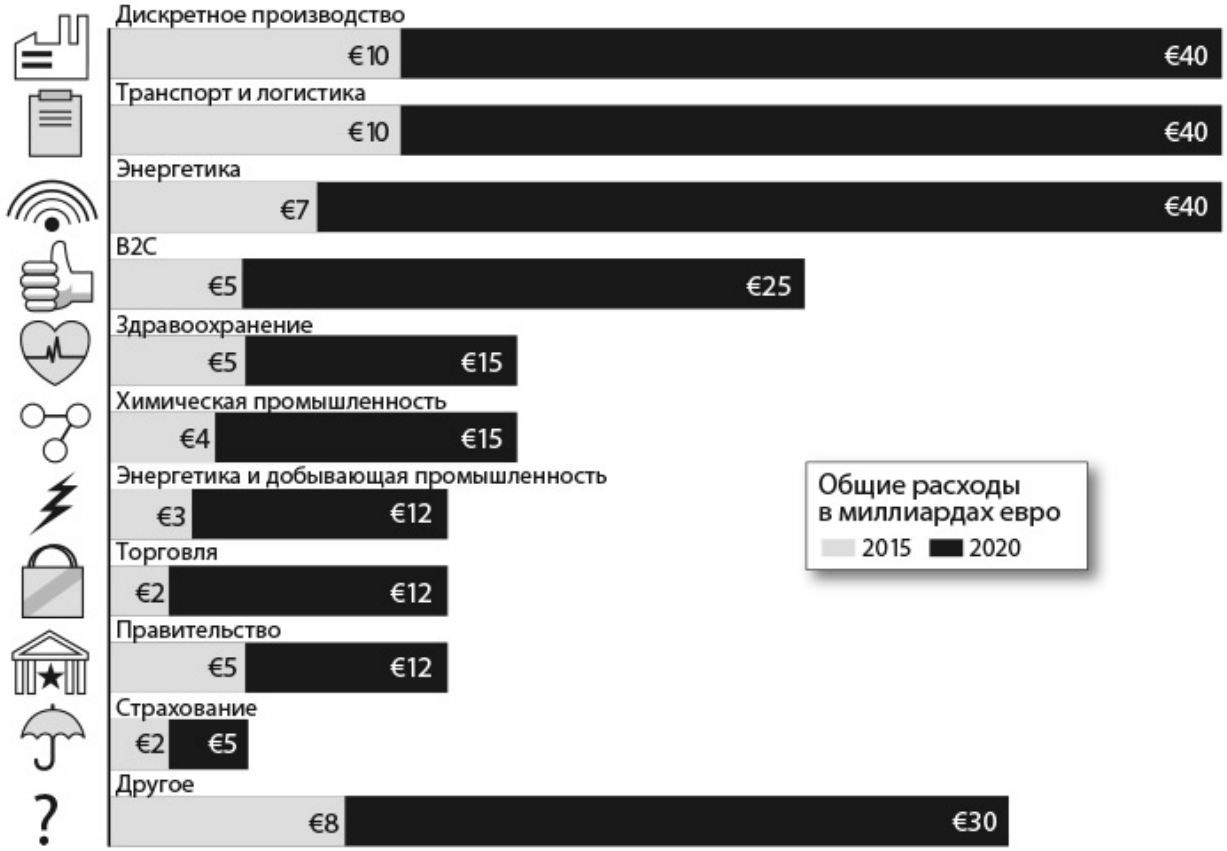

Рисунок 7.5

Внимательно изучив эти отрасли, мы увидим большое влияние на B2C-компании, а также на отрасли здравоохранения, энергетики, химической и добывающей промышленности. В сфере здравоохранения IoT принесет большую пользу с точки зрения

экономической эффективности и повышения человеческого благосостояния. Для этого будут применяться новые возможности для мониторинга и лечения болезней в режиме реального времени, например автоматизированные инсулиновые помпы для пациентов с диабетом. Схожим образом в добывающих отраслях, к примеру в лесозаготовке и горной промышленности, IoT для мониторинга состояния ресурсов и повышения безопасности принесет экономическую выгоду, сохранит жизнь сотрудникам и спасет окружающую среду. Мир IoT сулит нам благосостояние, безопасность и здоровье.

Рынок IoT

Поставщики решений IoT

Многие игроки на рынке IoT способны предложить ценные решения:

• Промышленные компании (например, Siemens, John Deere и Caterpillar) могут расширить свои цифровые возможности, чтобы создать новые решения IoT и усовершенствовать существующие продукты – от двигателей самолетов, моторов и транспортных средств до оборудования для сельского хозяйства и горнодобывающей отрасли. Это принесет большую ценность клиентам.

• Телекоммуникационные компании (например, AT&T, Verizon и Vodafone) могут использовать обширные сети связи, чтобы объединить устройства и предложить полезные сервисы, например защиту дома на основе IoT.

• Лидеры из отрасли корпоративного ПО (например, SAP, Microsoft и Oracle) уже пытаются внедрить в свои платформы новые возможности, обеспечивающие конечным пользователям доступ к устройствам IoT.

• Ведущие компании в сфере интернета и технологий (например, Google, Amazon и Apple) уже заняли свое место на рынке потребительского IoT благодаря таким продуктам, как Google Home, Amazon Echo и Apple HomePod. Они продолжат улучшать и повсеместно внедрять свои решения. Вскоре мы узнаем, предложат ли

этим компаниям решения в сфере B2B и будут ли эти решения успешными.

• В остальных областях – энергетике, горнодобывающей и нефтегазовой отраслях, здравоохранении, автомобильной и аэрокосмической промышленности – IoT также предоставит компаниям возможность не только повышать эффективность, но и внедрять эту технологию в свои продукты и услуги.

• Наконец, самые потрясающие решения IoT предложат существующие и будущие стартапы.

Условия для развития и препятствия

Организациям, которые хотят применять технологии IoT для внутреннего использования или для разработки продуктов и сервисов, следует учитывать факторы, ускоряющие либо ограничивающие внедрение IoT и развитие рынка.

Безопасность, защита информации и конфиденциальность приобретут огромное значение. Люди доверяют компаниям свои данные и в обмен требуют выгодные предложения. Они также хотят понять, какие именно данные собираются и как компании обеспечат их защиту. Невыполнение этих обещаний создаст серьезные препятствия для внедрения IoT. Более того, когда эта технология используется для контроля физического оборудования, пробелы в защите могут иметь тяжкие последствия.

Для принятия решений в режиме реального времени с использованием технологии IoT требуется развитие инфраструктуры беспроводных сетей поколения 5G. Телекоммуникационные компании по всему миру вкладывают миллиарды долларов в эту технологию. Первые 5G-сети запустили в 2019 году. В этом случае инфраструктура дала огромный толчок для распространения IoT. Она позволила передавать данные в беспроводном формате на достаточно высокой скорости, чтобы решения можно было принимать в режиме реального времени.

Массовое внедрение продуктов IoT нуждается в постоянном снижении стоимости датчиков, передающих устройств и аккумуляторов. Тарифы на вычисление и хранение тоже должны

снижаться, так как растущий объем данных, порождаемых интернетом вещей, заставит поставщиков продуктов IoT потреблять все больше указанных ресурсов.

Развитие рынка IoT также может быть ускорено или замедлено регулированием государственной политики. Например, законодатели могут установить рыночные правила и практики, которые защитят пользователей и таким образом расширят внедрение IoT. Наличие подходящих стимулов тоже посодействует этому. Некоторые технологии и варианты использования IoT, например в беспилотных автомобилях, требуют содействия органов государственной власти. В противном случае эти продукты появятся нескоро.

Наконец, организациям придется изменить корпоративную культуру, чтобы полностью задействовать потенциал IoT. Во многих случаях новые технологии IoT сократят потребность в одних профессиях и создадут другие. Сотрудникам придется переобучаться и развиваться.

Влияние на бизнес

Трансформация производственной цепочки

Каждый аспект производственной цепочки, от разработки продукта до послепродажного обслуживания, меняется по мере того, как компании перенимают мышление IoT.

В прошлом продукт зачастую разрабатывался скачкообразно, периодами. В будущем разработка продуктов IoT станет циклической. Особенно это коснется продуктов со встроенным программным обеспечением, которое требует частых обновлений через облако. Группе разработки продуктов понадобятся новые навыки. Компании ощутят нехватку не только инженеров-механиков, но и инженеров программного обеспечения и специалистов по data science.

Когда компании собирают данные через устройства IoT, они делают новые выводы о потребителях и могут лучше скорректировать продукты под их потребности. IoT сформирует новую основу для постоянного диалога с потребителями. Появятся новые бизнес-модели, с помощью которых продукт можно будет предлагать как услугу. Командам по продажам и маркетингу понадобятся более глубокие

знания, чтобы успешно позиционировать предложения как часть этих объединенных систем.

Во многих компаниях IoT также окажет значительное влияние на послепродажные услуги, поскольку он делает возможным удаленное обслуживание. Показатели датчиков помогут определить, какие детали вскоре сломаются. Компании смогут прогнозировать необходимость обслуживания, и ценность их предложений значительно возрастет.

IoT создает трудности в сфере безопасности, так как эти устройства становятся потенциальной мишенью для кибератак. Отныне компаниям придется уделять внимание защите тысяч или миллионов продуктов. Безопасность должна стать главным приоритетом при разработке продукта и производственных цепочек.

Переосмысление границ отрасли

Крупномасштабное внедрение IoT повлияет на стратегии компаний и на то, как они позиционируют себя, создают экономическую ценность и конкурируют друг с другом. IoT изменит структуру целых отраслей, размыв их границы и сменив расклад сил.

IoT повлияет на основополагающие принципы разработки продукта. Они станут частью системы, и их можно будет постоянно обслуживать и обновлять. Настоящая трансформация произойдет, когда IoT объединит «умные продукты с выходом в интернет» (по словам профессора Гарвардской школы бизнеса Майкла Портера) в оптимизированную «продуктовую систему». В качестве примера Портер называет компанию John Deere. Эта фирма создает «систему сельскохозяйственного оборудования», объединяя свои продукты (например, тракторы, культиваторы, комбайны) с целью оптимизации общей производительности оборудования в интересах потребителя[210]. Другой пример – Apple. Эта компания закладывает фундамент продуктовой системы умного дома, используя свой продукт Apple HomeKit. Apple позволяет сторонним производителям разрабатывать свои продукты, например лампочки, системы полива, замки и вентиляторы, которые можно контролировать с помощью приложения Apple Home. Конкуренция перейдет в плоскость системы, а не продукта.

Это отражает фундаментальные перемены в корпоративной бизнес-модели – от создания и продажи продукта к созданию целых

продуктовых систем или платформ. Доступные сегодня возможности вынуждают компании искать ответы на главные стратегические вопросы – например, в какой отрасли они на самом деле работают. Хотят ли становиться системными интеграторами, предоставляющими целую платформу, или же будут предлагать один дискретный продукт.

Влияние на бизнес-модели

Внедрение IoT заставляет компании искать новые стратегические возможности. Какие способности им следует развивать и какой функционал внедрять? Какую систему разрабатывать – открытую или внутреннюю? Какие данные собирать и как ими управлять? Какую бизнес-модель выбрать? Каков масштаб предложений? Это лишь некоторые вопросы, на которые компания должна ответить.

Организационные перемены, которые я уже описывал, будут носить эволюционный характер. При этом старыми и новыми структурами нередко придется управлять одновременно. Многие компании будут вынуждены внедрять гибридные или переходные структуры, которые позволят им привлечь талантливых сотрудников и накопить опыт. Некоторым фирмам придется сотрудничать со специализированными компаниями, разрабатывающими ПО, и опытными консультантами, чтобы найти новых сотрудников и определиться с собственными перспективами. На корпоративном уровне многопрофильные компании внедряют дублирующие друг друга структуры, чтобы популяризировать возможности IoT и ИИ.

• Обособленное бизнес-подразделение, которое несет ответственность за прибыли и убытки. Оно следует корпоративной стратегии при разработке, запуске, выводе на рынок, продаже и обслуживании продуктов и услуг IoT. Бизнес-подразделение собирает талантливых сотрудников и использует технологии и активы, необходимые для вывода новых решений на рынок. Оно не сталкивается с ограничениями традиционных бизнес-процессов и организационных структур.

• Центр инноваций. Это отдельное корпоративное подразделение, объединившее ключевых экспертов по умным продуктам с выходом в интернет. Оно не отвечает за прибыли и убытки, но остается центром затрат. Центр инноваций объединяет многофункциональный опыт в

цифровых технологиях (ИИ, интернете вещей) и стратегию преобразований. Он помогает следовать стратегии IoT и предоставляет экспертные ресурсы другим бизнес-подразделениям.

• Координационный комитет для всех бизнес-подразделений. Этот подход включает в себя создание комитета из числа авторитетных руководителей разных подразделений компании. Они получают возможность обмениваться опытом и поддерживать сотрудничество. Комитет играет ключевую роль в формулировании общей стратегии цифровой трансформации[211].

Продукты IoT изменят не только конкуренцию, но и саму природу компании-производителя, ее работу и структуру. Они создадут первый эволюционный разрыв в структуре предприятий в современной истории бизнеса.

Важно, чтобы организации воспринимали продукты IoT как возможность получить экономическую выгоду и помочь обществу. Продукты IoT повысят качество жизни человека. Планета станет чище благодаря более эффективному потреблению энергии и ресурсов, люди станут более здоровыми благодаря отслеживанию их самочувствия. Продукты позволят нам изменить общую траекторию потребления. Растущие возможности для развития, которые предоставляют продукты IoT, вместе со стремительным ростом объема данных, который они порождают, станут источником экономического роста.

IoT полностью изменит процесс создания, поддержки и использования продуктов, ведь все на свете превратится в вычислительные устройства. Лидеры многих компаний, с которыми я знаком, считают IoT наиглавнейшим бизнес-требованием для их организаций. Многие последуют по этому пути. IoT в сочетании со способностью анализировать большие массивы данных, хранящиеся в облаке, и применять сложные алгоритмы ИИ в конкретных случаях значительно изменит функционирование компаний и процесс создания экономической ценности.

Основная вычислительная платформа искусственного интеллекта и IoT

Устройства IoT – это датчики, которые могут отслеживать состояние изделий, оборудования, систем и организмов в режиме реального времени. Датчиков становится все больше в различных цепочках добавленной стоимости: в путешествиях, в транспорте, в энергетике, авиакосмической отрасли, здравоохранении, финансовых услугах, оборонных системах и органах власти. Их можно встретить повсюду – в умных часах, в умных счетчиках, в домашних камерах наблюдения. Все современное авиационное, транспортное и строительное оборудование оснащено датчиками, позволяющими оператору или производителю отслеживать его состояние. Сегодня люди носят фитнес-браслеты Fitbit. Завтра у каждого появится кардиомонитор с датчиками. Врачи смогут отслеживать волны электромагнитного излучения человеческого мозга. Люди будут пить таблетки с датчиками, которые сообщат врачам о состоянии желудка, аритмии сердца, уровне кортизола и смогут провести химический анализ крови, – и все это в удаленном режиме.

Как уже говорилось выше, в XXI веке датчики IoT распространяются с молниеносной скоростью. В скором времени на промышленных, государственных и потребительских цепочках добавленной стоимости будет установлено более 50 миллиардов датчиков.

При более пристальном взгляде мы поймем, что устройства IoT, несмотря на цену в несколько долларов или центов, обладают огромным вычислительным и коммуникационным потенциалом. Фактически это компьютеры, подключенные к сети.

Вспомним закон, сформулированный сооснователем Intel Гордоном Муром. В 1965 году он описал тенденцию, согласно которой количество транзисторов на интегральной схеме удваивалось каждые два года при снижении цены в два раза. Экономия затрат стала драйвером роста производительности вычислений и объемов памяти, который мы наблюдали последние 50 лет.

Закон Мура

Закон Мура был сформулирован сооснователем Intel Гордоном Муром. Он гласит, что количество транзисторов на интегральной схеме удваивается каждые два года при снижении цены в два раза.

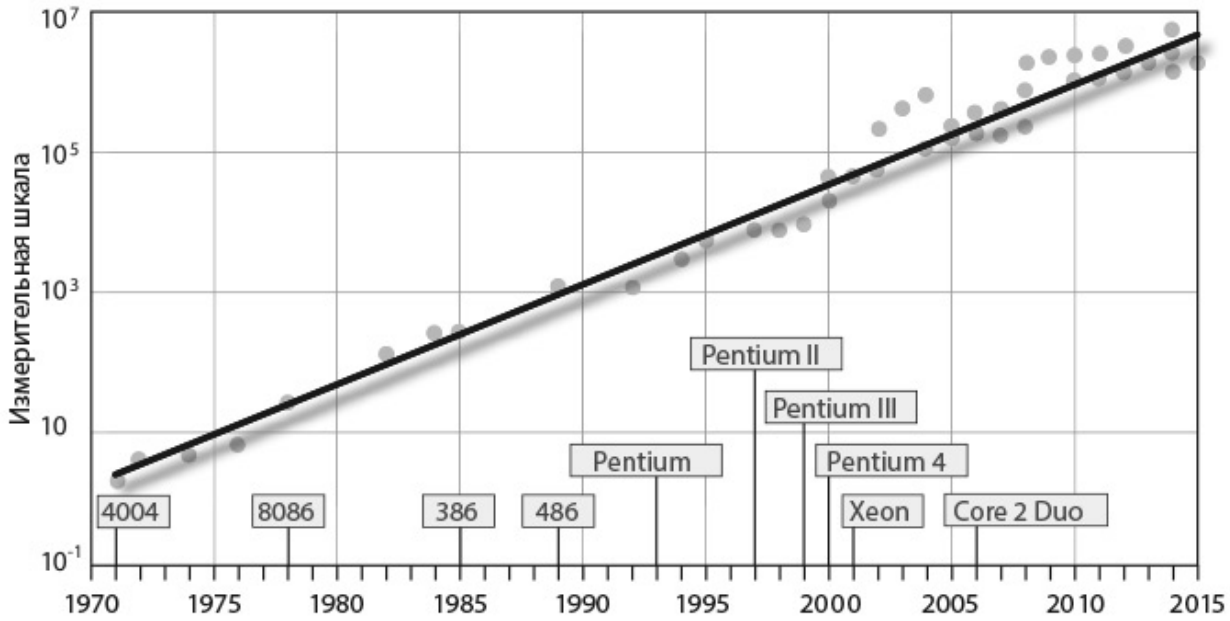

Рисунок 7.6

Ученый из Xerox PARC Боб Меткалф в 1970-е годы изобрел сеть Ethernet. Этот технологический прорыв позволил связать отдельные компьютеры в интерактивные сети. Было очевидно, что полезность компьютерной сети больше, чем сумма полезности ее компонентов. Пытаясь описать эту ценность, Меткалф в 1980 году сформулировал закон, названный его именем. Согласно этому закону полезность сети является функцией квадрата числа устройств, подключенных к сети.

Представьте цифровую трансформацию как результат взаимодействия законов Мура и Меткалфа. Благодаря интернету вещей у нас есть 50 миллиардов компьютеров, подключенных к сети. Пятьдесят миллиардов в квадрате – это 25×10^{21}, то есть примерно столько, сколько звезд в нашей Вселенной. Миллиарды триллионов!

Возможно, IoT – важнейшая отличительная черта экономики XXI века. Да, это сеть датчиков. Да, они собирают огромные объемы данных, которые можно использовать новым, эффективным способом. Но самое главное: совокупность устройств IoT – это вычислительная платформа. Основная доля вычислений происходит в самих датчиках (на периферии) которые вместе составляют вычислительную платформу. Всего пару лет назад подобная мощность была недоступна.

IoT и ИИ – две стороны одной медали. Именно эта вычислительная платформа дает толчок ИИ и цифровой

трансформации.

Закон Меткалфа

IoT, который вскоре будет насчитывать 50 миллиардов подключенных устройств, представляет собой вычислительную платформу. Всего пару лет назад ее мощность была недоступна.

Соединения в сети = n(n-1)/2

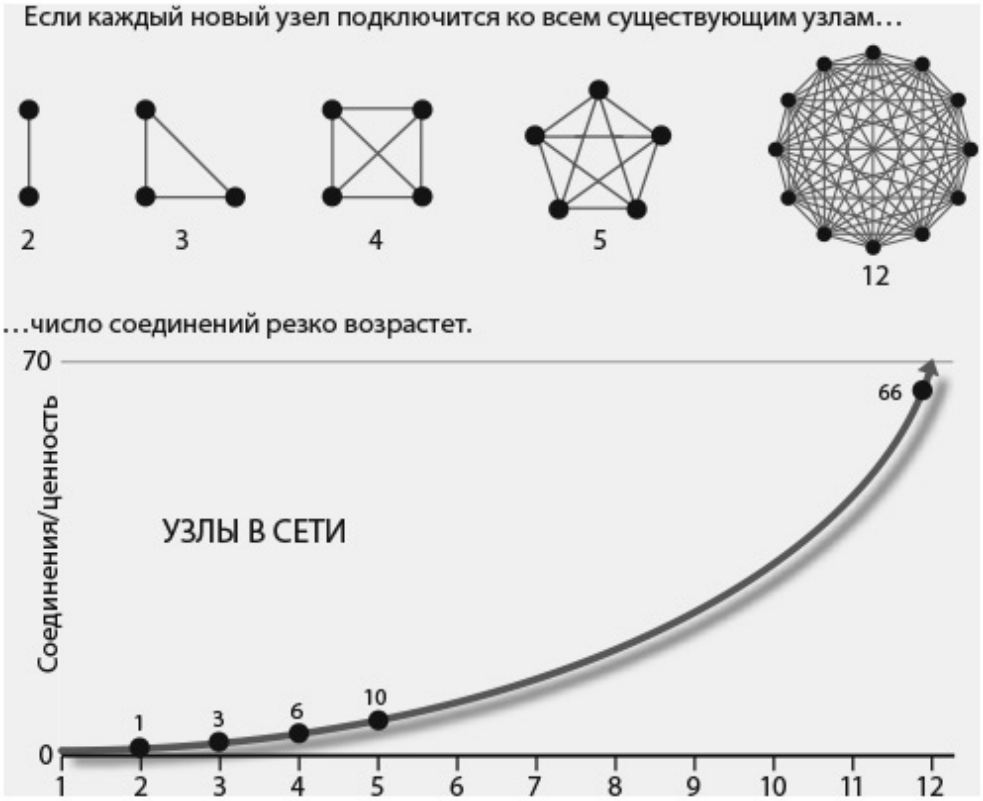

Рисунок 7.7

Глава 8. Искусственный интеллект в правительстве

Искусственный интеллект – это будущее не только России, это будущее всего человечества. Тот, кто станет лидером в этой сфере, будет властелином мира[212].

Владимир Путин, сентябрь 2017 года

[213]

На протяжении этой книги я утверждал, что цифровая трансформация затронет каждую отрасль. Она серьезно повлияет на каждую сферу бизнеса и сторону общественной жизни. Она создаст огромную глобальную ценность.

Цифровая трансформация также определит будущий геополитический баланс сил, от нее будут зависеть безопасность наций и их граждан. Войну тоже ожидает цифровая трансформация.

Искусственный интеллект – новое поле боя за глобальное экономическое и военное превосходство. Американская и европейские демократии на Западе соперничают с Китаем на Востоке за лидерство в сфере ИИ.

В этой главе мы сосредоточимся на двух ключевых игроках – США и Китае. Я также расскажу, как ИИ поможет повысить боеготовность, боеспособность и снизить затраты в Вооруженных силах США.

Я считаю, что руководители высшего звена и государственные лидеры обязаны разбираться в динамике глобальной конкуренции и в том, как эта технология влияет на национальную и глобальную безопасность. Представители частного сектора – новаторы и поставщики технологий – сыграют определяющую роль в этом противостоянии. Ставки еще никогда не были так высоки.

Мы уже на войне

Следующая кибервойна уже началась. Некоторые страны вступили в полноценное противостояние в кибернетической сфере. Они атакуют западные институты, включая правительство США, банки, высокотехнологические компании, критическую инфраструктуру и социальные сети.

Сведения об этом зафиксированы в докладе директора Национальной разведки США «Оценка международной угрозы безопасности разведывательного сообщества США», опубликованном в январе 2019 года. В документе говорится о том, что эти страны представляют критическую киберугрозу национальной безопасности США. Эти угрозы имеют постоянный характер, а их интенсивность и влияние постоянно растет:

> *Наши противники и стратегические конкуренты будут все чаще использовать кибервозможности, в том числе кибершпионаж, атаки и другие факторы влияния, чтобы получить политическое, экономическое и военное преимущество над США, их союзниками и партнерами…*
>
> *Есть страны, которые представляют самую большую киберугрозу, но мы ожидаем, что и другие наши соперники и стратегические конкуренты также будут наращивать свои возможности в сфере кибершпионажа, кибератак и других факторов влияния в информационном пространстве, чтобы воздействовать на политику США и защищать собственные интересы в сфере национальной безопасности*[214].

Китай проявляет особую активность. Отдел кибершпионажа под названием «Подразделение 61398», состоящий из 100 тысяч специалистов, успешно осуществил многочисленные разрушительные миссии, направленные против США и других стран. В 2009 году в ходе операции «Аврора» агенты воспользовались уязвимостями Internet Explorer, чтобы взломать серверы Google, Adobe и более двадцати других компаний. Китай получил исходный код многих программных продуктов. Цель операции заключалась в том, чтобы позволить властям страны более эффективно отслеживать и сдерживать деятельность оппозиции[215].

«Подразделение 61398» выкрало большой объем секретной информации у компаний Alcoa, U. S. Steel и Westinghouse. Кроме того,

китайским хакерам удалось завладеть секретной информацией Westinghouse о проектировании и эксплуатации атомных электростанций.

В 2015 году власти США обнаружили, что иностранный конкурент украл 21,5 миллиона документов, включая персональные данные 4 миллионов человек из Управления кадровой службы США. В них содержались результаты проверки безопасности и конфиденциальная информация о людях, которые претендовали или были приняты на работу в американском правительстве[216].

Facebook, Sony Pictures, Target, Visa, Mastercard, Yahoo! Adobe, JP Morgan Chase, Equifax, Государственный департамент США, Национальный комитет демократической партии США – все эти организации пострадали от вредоносных атак со стороны зарубежных держав и их агентов. Это происходит так часто, что мы больше не удивляемся ежедневным новостям о кражах миллионов секретных документов или персональных финансовых данных. Если это не война, то что это?

Стратегическая роль искусственного интеллекта

Правительства различных стран считают ИИ стратегической технологией. В последние годы более 25 государств опубликовали национальные стратегии развития ИИ[217]. Они охватывают широкий круг вопросов, включая научные исследования, подготовку сотрудников, образование, вопросы государственно-частного партнерства, этический аспект, стандарты и правила защиты данных, а также цифровую инфраструктуру.

Китай – наиболее амбициозная страна в отношении национальной стратегии глобального превосходства в сфере ИИ. Эта страна смотрит в будущее, где ИИ охватывает каждый аспект промышленной, коммерческой, политической и военной деятельности, и инвестирует огромные суммы в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки (НИОКР). Особое внимание уделяется высокотехнологичному оружию на основе ИИ для ведения боя на земле, в воздухе, воде, космосе и киберпространстве.

Искусственный интеллект играет ключевую роль в цифровой трансформации бизнеса и различных отраслей экономики. Но это еще не всё: он меняет приемы ведения войны в XXI веке.

Гонка за превосходство в сфере искусственного интеллекта – первая стадия войны между Китаем и США

В июле 2017 года Китай опубликовал План развития ИИ следующего поколения. Страна поставила цель стать мировым лидером в этой сфере к 2030 году. В ближайшие годы власти Китая повысят расходы на ключевые программы до $22 миллиардов. Согласно имеющемуся плану, к 2025 году капиталовложения достигнут почти $60 миллиардов. При этом за последние десять лет оборонный бюджет Китая удвоился, ориентировочно достигнув $190 миллиардов в 2017 году[218].

Скоро Китай обгонит США по объему расходов на НИОКР

Китай планирует стать бесспорным технологическим лидером и потому инвестирует большие средства в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки.

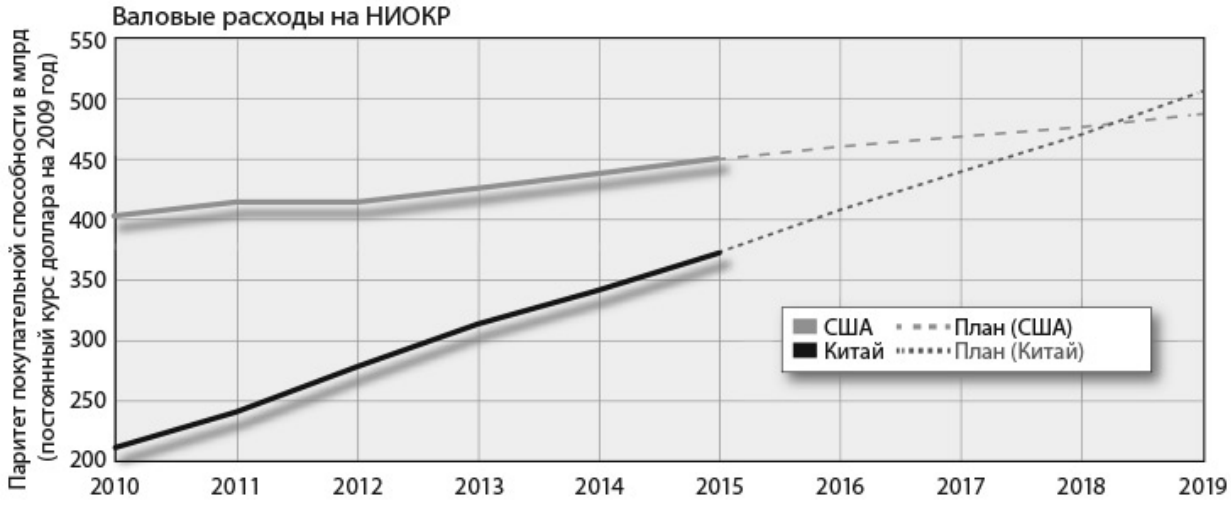

Рисунок 8.1

Особого внимания заслуживает роль кибервойны с использованием ИИ в военной стратегии Китая. В 2018 году министерство обороны США в отчете перед Конгрессом подчеркнуло,

что цель кибервойны, которая значится в планах Пекина, состоит в том, чтобы превратить Народно-освободительную армию Китая в армию «мирового уровня»:

> *В военных документах Китая информационная война описывается как применение информационных технологий для создания глобальной операционной системы, позволяющей Народно-освободительной армии Китая получать, передавать, обрабатывать и использовать информацию для проведения в ходе конфликта совместных военных операций на земле, в воде, в воздухе, в космосе, в киберпространстве, а также в электромагнитном спектре. Постоянные военные реформы направлены на ускоренное создание информационных систем, которые позволят командирам и солдатам более эффективно проводить военные миссии и выполнять задания для того, чтобы одерживать победы в локальных информационных войнах. Народно-освободительная армия Китая продолжит увеличивать масштаб и регулярность военных действий, симулируя эти операции. Скорее всего, она считает обычные военные операции и кибероперации средством достижения информационного превосходства*[219].

Китай работает над внедрением ИИ в имеющийся арсенал, включая высокотехнологичные воздушные, ракетные и беспилотные вооружения, а также кибероружие[220].

• По мнению Янг Вэя, бывшего главного разработчика малозаметного истребителя Chengdu Aircraft Corp J-20, в следующем поколении истребители для достижения превосходства в воздухе будет оснащены ИИ.

• Появятся боевые беспилотники, которые движутся быстрее, чем воздушные суда, управляемые людьми, а также боевые космические платформы, оснащенные энергетическим оружием.

• Искусственный интеллект сделает возможным создание глубоководных подлодок, которые будут контролировать подводное пространство и защищать обширные сети датчиков, составляющих китайскую Великую подводную стену.

• В будущих крылатых ракетах ИИ позволит командирам управлять ракетами в режиме реального времени, корректировать задания во время полета или управлять ими в режиме самонаведения.

• Для превосходства в сфере электронной войны Китай будет применять кибероружие с ИИ против вражеских сетей, используя передовые методы, которые «помешают противнику воспринимать информацию или заставят его воспринимать ложную информацию и информационный мусор».

Атаки на критически важную инфраструктуру

Кибероружие на основе ИИ накануне или вместо полноценного военного конфликта может привести к катастрофе. Рассмотрим энергосистему США. Электросеть – это двигатель, снабжающий энергией все механизмы торговли и цивилизации в США. Если она перестанет работать, все зависящие от нее функции тоже перестанут работать – водоснабжение и канализация, продовольственные поставки, финансовые институты, здравоохранение, коммуникации, медиа, транспорт и соблюдение законов.

Энергосистема США крайне неустойчива и восприимчива к разрушительным кибератакам со стороны террористов, недружественных стран и зарубежных противников. И они знают об этом. Энергосистема постоянно подвергается фишинг-атакам и мошенничеству, кражам персональных данных, сетевым атакам и широкому спектру вирусных техник, распространяющих вредоносное ПО, ботов и червей. Эти инструменты способны вывести из строя важные элементы энергосистемы, если не всю систему. При таком сценарии мир рухнет. В США начнется апокалипсис в духе «Безумного Макса».

Насколько уязвима энергосистема? Один вирус, доставленный в электронном письме, может стереть порядок запуска компьютерной системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) любого крупного оператора сети и полностью вывести ее из строя. Исследование, проведенное в 2017 году, показало, что более 70 % руководителей североамериканских энергетических компаний верят в

то, что американская энергосистема подвергнется кибератакам в следующие пять лет[221].

Риски связаны не только с кибер-, но и с физической безопасностью. Журналистка Wall Street Journal Ребекка Смит писала о том, что, если бы девять определенных подстанций на территории США прекратили работу, вся энергосистема страны вышла бы из строя на срок от нескольких недель до нескольких месяцев[222]. В 2014 году бывший глава ЦРУ Джим Вулси предупреждал о вероятной угрозе атаки с применением ядерного электромагнитного импульса (EMP)[223]. Один взрыв с EMP на большой высоте вывел бы энергосистему из строя на годы. Десять лет назад Комиссия EMP определила, что в результате долгосрочного простоя сети – в условиях всеобщего хаоса – спустя год выжил бы лишь каждый десятый американец[224], [225].

На протяжении десятилетий об уязвимости энергосистемы, новой реальности киберфизических атак на критически важную инфраструктуру и почти невообразимых разрушениях писали и говорили национальные лидеры и средства массовой информации. Тем не менее власти США так и не создали последовательной доктрины национальной политики для защиты электросетевой инфраструктуры, особенно систем местного энергораспределения. У государства нет и национальной политики, которая помогла бы справиться с последствиями успешной кибератаки на энергосистему. Угроза ядерной зимы – национальный кошмар американцев в XX веке – в новом столетии сменилась на ожидания наступления цифровой зимы.

В 2010 году Уильям Перри, Стивен Хэдли и Джон Дойч сообщили председателю Комитета по энергетике и торговле в конфиденциальном письме, нынче ставшем достоянием общественности, что «энергосистема крайне уязвима для разрушения в результате кибератаки или другого нападения». «Наши соперники… обладают возможностями провести такую атаку. Последствия… будут катастрофическими», – отмечалось в послании[226].

Атаки оплачиваются из федерального бюджета. Цель этих акций – использовать американскую энергосистему в собственных целях. Зачем противникам ядерное или биологическое оружие, если они могут поставить США на колени всего несколькими нажатиями на клавиши из Тегерана, Пхеньяна или Москвы?

Руководители ведомств, защищающих национальную безопасность, включая ЦРУ, ФБР, Разведывательное управление министерства обороны, Агентство национальной безопасности, Федеральное агентство по управлению страной в чрезвычайных ситуациях, министерство внутренней безопасности и министерство обороны США, подтвердили высокую степень уязвимости и большой масштаб возможных разрушений. Органы власти и средства массовой информации признали, что кибератаки перестали быть лишь потенциальной угрозой. Они происходят каждый день.

Цифровизация энергосистемы и экспоненциальный рост взаимосвязанных распределяемых энергоресурсов значительно расширил масштаб атак, увеличив число критически важных узлов энергосети до миллионов.

Эту проблему можно решить при помощи инженерных разработок и грамотного управления. С научной и инженерной точек зрения эта задача не настолько сложная, как Манхэттенский проект[227] или Космическая программа. Критически важную инфраструктуру можно защитить. Распределяемые цифровые ресурсы могут стать сильной стороной.

Юридическая база, регулирующая работу энергетических компаний США, была впервые изложена во времена президентства Франклина Делано Рузвельта, когда собственный холодильник имелся менее чем в одном из десяти американских домохозяйств. Федеральное правительство и власти штатов должны преодолеть устаревшие юридические и нормативные барьеры, чтобы начать сотрудничество в эпоху новых технологий и угроз. Киберфизическая безопасность энергосистемы остается вопросом государственного уровня и требует соответствующего внимания, ресурсов и координации.

Это лишь вопрос приоритетов и бюджета. Не следует ждать катастрофической атаки на энергосистему США, похожей на теракты 11 сентября.

Белый дом, Конгресс, губернаторы и законодательные органы штатов должны расставить приоритеты. Государственный и частный сектор должны проявить инициативу. Признать, что проблема важна. Разработать план, чтобы справиться с уязвимостью. И устранить ее. Время пришло.

Гипервойна с применением искусственного интеллекта

Генерал морской пехоты США в отставке Джон Аллен подробно описал, как могла бы выглядеть в будущем война с использованием ИИ – гипервойна:

> *Боевые повреждения будут разрушительными. Они станут тем, что США вскоре назовут широкой стратегической атакой. Ракетный эсминец не «видит» надвигающейся стаи ракет, потому что на корабле не понимают, что его системы кибератакованы, до тех пор пока на эсминец не обрушится реальный удар. Нераспознанная кибератакованность не только выведет из строя датчики эсминца, но и заблокирует его оборонительную систему. Корабль фактически станет беспомощным. Ракетные удары накатывают волнами. Казалось, атаку производит рой автономных ракетных систем, которые, реагируют на перемещения друг друга и на движения судна.*
>
> *Стремительная атака быстро подавляет практически все боевые системы корабля. Пока специалистам по информационным технологиям не удастся вывести некоторые оборонительные системы из-под кибератаки, морякам на боевом информационном посту попросту не хватит скорости реакции. На принятие решений остаются считаные секунды. На основе очень ограниченного анализа ситуации мы предполагаем, что вражеские автономные ракетные системы поддерживают друг друга во время атаки. Атака занимает несколько минут*[228].

Новый вид гипервойны, отличающийся небывалой скоростью и согласованными действиями, стал возможен благодаря процессу принятия решений на основе ИИ.

Автономные системы вооружения доступны уже сегодня. В начале 2018 года Россия провела испытания гиперзвукового комплекса «Авангард», скорость которого составила 20 махов – примерно 24,5 тысячи километров в час. Она способна преодолеть

противоракетную оборону США[229]. В Военно-воздушных силах США не ждут, что аналогичное гиперзвуковое оружие появится в их распоряжении до 2021 года[230].

На кону – технологическое превосходство США

В ответ на угрозы противников Конгресс США проводит серию слушаний о достижениях министерства обороны в сфере ИИ. В 2018 году была учреждена новая Комиссия по национальной безопасности в сфере ИИ. Состав ее участников утвердило руководство Конгресса и руководители оборонного ведомства. Основная задача комиссии – разрабатывать рекомендации для дальнейшего развития технологий ИИ, необходимых для укрепления национальной безопасности страны.

Управление перспективных исследовательских проектов министерства обороны США (DARPA) планирует потратить более $2 миллиардов на исследования так называемой третьей волны возможностей ИИ в следующие несколько лет. Это малая часть – всего 10 % от тех $22 миллиардов, которые Китай собирается потратить в ближайшие годы на развитие ИИ. План DARPA носит название AI Next и направлен на развитие технологий, которые адаптируются к меняющимся условиям, подобно человеческому разуму. В настоящий момент ИИ тренируется обрабатывать качественные тестовые данные в разнообразных ситуациях, для того чтобы обучиться алгоритмам.

Стратегия национальной безопасности США

«Мы столкнулись с более конкурентной и опасной средой международной безопасности, чем в прошлые десятилетия, – говорила командующий ВВС США Хизер Уилсон. – Ожесточенная борьба за превосходство снова стала главным вызовом для безопасности и благосостояния США»[231]. В Стратегии национальной безопасности США 2018 года отражено намерение государства конкурировать, противодействовать и побеждать во все усложняющейся среде безопасности.

Стремительные технологические перемены – ИИ, автономные технологии, робото- и биотехника, лазеры, гиперзвуковые скорости – во многом определяют эту среду. Долгосрочная стратегическая конкуренция с Китаем и Россией – главная задача для министерства обороны. В силу больших масштабов угроз безопасности ее решение требует крупных и стабильных инвестиций.

На протяжении десятилетий США сохраняли превосходство во всех сферах. Но сегодня в каждой области – в воздухе, на земле, в море, в космосе и в киберпространстве – у страны появились конкуренты. Чтобы добиться своих целей, противники атакуют боевые системы США, при этом используя альтернативные конкурентные сферы, в которых нет открытой войны (например, информационную войну, неоднозначные или отклоненные операции с данными и диверсионные действия).

Китай проводит военную модернизацию, использует операции по оказанию влияния на соседние страны (применяя методы пропаганды, дезинформации, манипуляции в социальных сетях) и эксплуатирует экономику, чтобы изменить положение дел в Индо-Тихоокеанском регионе в свою пользу. Если Китай сохранит свое экономическое и военное превосходство, укрепляя власть при помощи долгосрочной стратегии, он продолжит следовать программе военной модернизации для достижения превосходства в Индо-Тихоокеанском регионе в ближайшем будущем. Затем он переключится на США для достижения глобального превосходства[232].

По данным американских экспертов по оборонным вопросам, киберактивность Китая против Соединенных Штатов в целом и министерства обороны США в частности тщательно организована и обширна:

> *Для поддержания военной модернизации в арсенале Китая разнообразные методы, позволяющие заполучить иностранные военные технологии и технологии двойного назначения. К числу этих методов относятся прямые иностранные инвестиции, кибервзломы и приватный доступ китайских граждан к этим технологиям. Как показывают последние уголовные дела и обвинительные акты, Китай использует спецслужбы, компьютерное проникновение и другие незаконные способы завладения ограниченными для*

экспорта технологиями и технологиями национальной безопасности, управляемым оборудованием и другими материалами.

Компьютерные системы по всему миру, включая системы правительства США, по-прежнему подвергаются вторжениям со стороны Китая. Цель этих вторжений – получить доступ к сетям передачи данных и извлечь нужную информацию. Китай использует свои кибервозможности, чтобы поддержать сбор разведывательных данных в дипломатическом, экономическом, академическом и военно-промышленном секторах. Китай может использовать добытую информацию в интересах своих оборонных высокотехнологичных отраслей и для военной модернизации, а также для того, чтобы выведать сведения о перспективах лидерства США и провести дипломатические переговоры, например по поддержке инициативы «Один пояс – один путь». Кроме того, целевая информация позволит киберподразделениям Народно-освободительной армии Китая получить оперативную картину оборонных систем, дислокации войск, логистики и связанного с этим военного потенциала США, который может быть задействован до или во время кризиса. Доступ и навыки, необходимые для таких атак, аналогичны тем, которые необходимы для проведения кибероперацій с целью задержки, срыва или отмены операций министерства обороны США до или во время конфликта[233].

В Стратегии национальной обороны США 2018 года изложен подробный план, состоящий из множества приоритетных направлений. В их число включены боеготовность, модернизация (атомная, космическая и кибернетическая, разведслужб, наблюдения и разведки, противоракетной обороны, автономных систем и логистики), маневренность и повышение технических навыков у персонала.

Роль ИИ в боеготовности воздушного судна

ВВС США насчитывают 5 600 воздушных судов, средний возраст которых составляет 28 лет. Некоторые машины введены в эксплуатацию 60 лет назад. По данным ВВС, в течение 2017 финансового года пригодны к полету или боеспособны около 71,3 % воздушных средств[234]. В 2016 году показатель боеспособности составлял 72,1 %. Таким образом, в последние годы наблюдается снижение этого показателя.

В сентябре 2018 года министр обороны приказал Военно-воздушным и Военно-морским силам повысить показатели боеготовности четырех ключевых воздушных судов до 80 % и выше в течение года. Этот целевой ориентир намного превышает текущие показатели боеготовности указанных воздушных судов.

- F-35: готовность – 55 %;
- F-22: готовность – 49 %;
- F-16: готовность – 70 %;
- F-18: готовность – 53 % для группы F/A-18E/F Super Hornet; 44 % для резервной группы F-18C Hornet.

Многие из этих воздушных судов скоро станут непригодны к полетам. Бюджетное управление Конгресса США утверждает, что замена самолетов в нынешнем парке воздушных судов в 2020-е годы будет стоить в среднем $15 миллиардов в год. Эта цифра вырастет до $23 миллиардов в 2030-е и затем вновь снизится до $15 миллиардов в 2040-х годах. Для сравнения: в период с 1980 по 2017 год замена старых воздушных судов в среднем обходилась примерно в $12 миллиардов в год.

ВВС США должны заменить множество самолетов за короткий период. Командующая ВВС США Хизер Уилсон заявила в марте 2018 года, что «Военно-воздушные силы должны выдержать ударную волну модернизации в последующие десять лет»[235].

Заметное повышение боеготовности воздушных судов, а также экономия затрат (например, снижение издержек на обслуживание и хранение запасов) серьезно сократят дефицит бюджета на модернизацию.

Повышение боеготовности воздушных судов требует прогнозирования незапланированного обслуживания, обеспечения

доступности запчастей в нужных местах и планирования технического обслуживания и ремонтов. ВВС США продемонстрировали, что, применив сложные алгоритмы ИИ к анализу данных об обслуживании, окружающей среде и полетах, можно правильно предсказать как минимум 40 % случаев внепланового техобслуживания воздушных судов.

После успеха демопроекта ВВС США планируют разработать приложение прогнозирования обслуживания и ремонтов, доступное для любой модели самолетов. В Военно-воздушных силах рассчитывают на то, что при широком применении этого инструмента он повысит общий уровень боеготовности на 40 %.

Диагностика на основе ИИ не требует временны*х* и материальных затрат на оснащение старых самолетов системными датчиками. Эти алгоритмы могут работать одновременно с текущими системами обслуживания ВВС. Они смогут порекомендовать провести дополнительное обслуживание подсистем во время планового осмотра воздушного судна. Выходные данные этих алгоритмов могут также сообщить, какие запчасти нуждаются в обслуживании.

Алгоритмы ИИ могут не только повысить способность доставки оружия к цели ВВС на 40 %, но и снизить затраты на операции и обслуживание для модернизации и расширения авиапарка. Приложение прогнозирования обслуживания на основе ИИ для ВВС США сократит временны*е* и трудовые затраты, расходы на запчасти, хранение запасов и отчетность. Кроме того, оно на 10 % повысит эффективность ежегодных расходов на эксплуатацию и обслуживание, составляющих $50 миллиардов. Это $5 миллиардов в год, которые помогут сократить дефицит бюджета на модернизацию авиапарка.

Ориентировочные расходы на приобретение новых воздушных судов в 2019–2050 годах

Бюджетное управление Конгресса США ожидает, что расходы на приобретение новых военных самолетов значительно вырастут в следующем десятилетии. Использование ИИ для улучшения готовности воздушных судов и сокращения эксплуатационных расходов может высвободить миллиарды долларов на модернизацию.

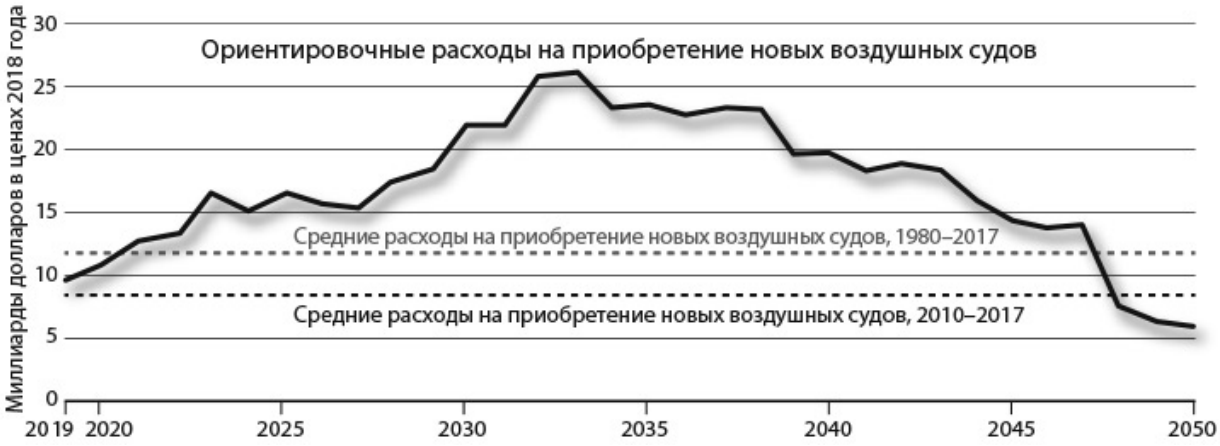

Рисунок 8.2

В 2019 финансовом году бюджетный запрос министерства обороны США на эксплуатацию и обслуживание техники составил $283,5 миллиарда[236]. Применение алгоритмов ИИ, используемых в сухопутных войсках, военно-морском флоте и морской пехоте, приведет к аналогичному повышению боеготовности и экономии бюджетных средств.

Быстрая модернизация оборонной сферы

Инвестиции министерства обороны США в технологии ИИ позволят улучшить боевые возможности благодаря тому, что вооружение станет более доступным. Кроме того, это поможет оптимизировать ключевые бизнес-функции для получения конкурентного преимущества в военной сфере. Быстрые инвестиции в партнерстве с инновационными компаниями – приоритет министерства обороны.

Оборонное ведомство обратило внимание на несоответствие между темпами развития стартапов и традиционными государственными закупками. В 2015 году министерство сделало важный шаг, учредив Подразделение оборонных инноваций (DIU), офис которого расположен в Кремниевой долине. Это подразделение обладает большей гибкостью, что позволяет ему быстро финансировать небольшие оборонные контракты и упрощает взаимодействие между Пентагоном и Кремниевой долиной.

«Моя точка зрения такова: мы участвуем в технологической гонке. Мы не хотели этого, но так оно есть, – заявил директор DIU Майкл Браун. – Если мы не признаем этого и не предпримем соответствующих мер, то позволим Китаю выйти вперед. Мы не сделаем все возможное, чтобы стать лидером в этих ключевых технологических областях»[237].

Пентагон также создал новый Объединенный центр ИИ для координирования и продвижения оборонных действий на основе этой технологии. Это упростило органам власти работу со стартапами и другими компаниями, не привыкшими работать с федеральным правительством.

В 2018 году сухопутные войска США учредили Перспективное командование армии, чтобы упорядочить и ускорить закупки вооружения и доставку военной техники. Его цель заключается в ускорении процесса разработки технических требований с пяти лет до одного года или меньше.

Перспективное командование армии состоит из кросс-функциональных групп и занимается шестью приоритетами модернизации: дальнобойной точной стрельбой (ракеты); боевыми машинами следующего поколения (танки, транспортные самолеты); перспективными машинами с вертикальным взлетом (вертолеты); сетевым командованием, контролем, коммуникацией и разведкой; противовоздушной и противоракетной обороной, а также поражающим действием (боевые способности армии)[238].

Согласно закону о национальной обороне, подписанному президентом США в августе 2018 года, в 2019 финансовом году на финансирование этой работы было выделено $10,2 миллиарда. Годовой бюджет подразделения составляет около $100 миллионов.

«Перспективное командование армии позволило объединить два ключевых направления – материально-техническое обеспечение и разработку технических требований», – заявил заместитель министра обороны Райан Маккарти во время выступления на годовом собрании Ассоциации армии США в 2018 году[239].

Министерство обороны вкладывает значительные суммы в военные приложения беспилотного управления, ИИ и машинного обучения. В оборонном ведомстве предпринимаются различные попытки масштабировать использование ИИ для расширения военного превосходства[240].

Космос и киберпространство как сферы ведения боевых действий. Министерство уделяет первоочередное внимание инвестициям в потенциал сопротивляемости, восстановление боеспособности и операции для обеспечения космических возможностей. США также собираются инвестировать в кибербезопасность, восстановительный потенциал и в продолжающуюся интеграцию кибервозможностей в полноценный спектр военных операций.

Устойчивая и гибкая логистика. Инвестиции в этой сфере прежде всего направляются на распределенную логистику и обслуживание. Это гарантирует устойчивое материально-техническое обеспечение при постоянных операциях (на земле, в воздухе, в воде и в космосе), а также при переходе от громоздкой и незащищенной централизованной инфраструктуры к небольшим и устойчивым распределенным базам.

В частном секторе алгоритмы ИИ используются для решения похожих задач, например для достижения высокого уровня обслуживания потребителя и устойчивости энергосистемы. Алгоритмы постоянно выявляют и устраняют слабые места в области спроса, логистики и в сетях поставки. Эти техники можно применять для гарантированного предоставления военных сил и припасов. Сходным образом с помощью алгоритмов ИИ можно отслеживать состояние энергосистем и обеспечивать их устойчивость. В случае непредвиденной поломки происходит мгновенное перенаправление энергии, и ее поставки не прерываются. Эти методы также применимы в военной среде.

Командование, контроль, коммуникация, компьютеры, разведка и наблюдение. Инвестиции необходимы для создания устойчивых сетей и информационных систем разного калибра – от тактического уровня до стратегического планирования. В инвестиционных планах особое внимание направлено на возможность получать и использовать информацию, не давать соперникам того же преимущества и позволять властям США выявлять и привлекать к

ответственности собственных граждан и иностранцев, совершивших кибератаку.

В качестве примера можно привести библиотеку оперативных угроз многоцелевого ударного истребителя F-35 – данные о параметрах задания. Они выполняют роль «мозга» самолета и представляют собой бортовые системы, которые собирают информацию о географии, воздушном пространстве и потенциальных угрозах, например о вражеских истребителях в районе возможных боевых действий[241].

Данные о параметрах задания взаимодействуют с радаром системы предупреждения о радиолокационном облучении F-35, которая реагирует на приближающиеся угрозы и вражеский огонь. Информация с датчиков дальнего контроля сравнивается с библиотекой оперативных угроз в режиме реального времени. Если это происходит достаточно быстро и на достаточном расстоянии от противника, F-35 может выявить и уничтожить противника до того, как сам попадет под обстрел. Например, система данных о параметрах задания с помощью датчиков может быстро идентифицировать китайский истребитель J-10.

Поддержание актуальности данных о параметрах задания требует анализа информации, полученной от различных государственных разведслужб в разных форматах (изображения, видео, комментарии, документы и структурированные данные). Аналитики должны просматривать, анализировать, упорядочивать и обновлять данные вручную и определять, какой тип разведки наилучшим образом подходит для конкретных данных о существующих угрозах. Алгоритмы ИИ помогают автоматизировать объединение, анализ и сопоставление разобщенных данных, что, в свою очередь, ускоряет процесс и гарантирует, что F-35 действует на основе актуальной информации.

Таланты в сфере искусственного интеллекта

Увеличение числа талантливых специалистов в сфере ИИ в частном и государственном секторе обеспечивает лидерство в этой сфере и гарантирует защиту национальной безопасности. В настоящий момент исследователи ИИ и специалисты по data science получают солидную зарплату, которая постоянно растет. Это признак нехватки высококвалифицированных сотрудников. Власти США должны

обучать, трудоустраивать и удерживать лучших исследователей со всего мира. Рост финансирования в сфере образования и расширение возможностей в науке, технологиях, инжиниринге и математике (STEM) должны стать главными приоритетами государства. План федерального правительства в области образования в сфере STEM, изданный в декабре 2018 года, позволяет расширить поток студентов, получающих научные степени в указанных дисциплинах[242].

Другая серьезная проблема – процесс проверки службой безопасности. Сегодня в США насчитывается 500 тысяч новых государственных служащих, наемных работников и военных, чьи функциональные обязанности ограничены долгими проверками: службы безопасности не справляются с потоком людей[243]. Одни сотрудники получают временный допуск и приступают к выполнению обязанностей, тогда как другие ждут год или больше, прежде чем начать работать[244]. То же самое происходит при периодических проверках нанятых сотрудников.

Служба безопасности министерства обороны внедряет инновационные техники оценки кадровых рисков, включая систему постоянной оценки. С помощью алгоритмов ИИ система постоянной оценки регулярно анализирует ряд источников данных, например судебные архивы и бюро кредитных историй. Она ищет признаки того, что нанятый работник или кандидат на должность может представлять собой угрозу безопасности. Если система выявляет таких людей, она предупреждает агента безопасности о необходимости дополнительной проверки или принятия мер[245]. Такие системы эффективно определяют риски и подходят для проверки государственных служащих и поставщиков.

Самые высокие ставки

Искусственный интеллект решит судьбу планеты. Подобных технологий еще не было в прошлом. Он оперирует огромными объемами данных, неподвластными человеческому разуму, и принимает решения в режиме реального времени практически для любых задач. К ИИ относится управление гиперзвуковыми ракетами, лазерным космическим оружием, беспилотными воздушными, наземными и

морскими боевыми аппаратами, а также продвинутым кибероружием, которое обращено против информационных систем, сетей коммуникации, энергосистемы и других компонентов критически важной инфраструктуры противника. Таким образом, искусственный интеллект станет важной передовой технологией войны в XXI веке.

Сегодня США и Китай борются за лидерство в сфере ИИ. Исход этого сражения пока что неизвестен. Китай четко следует амбициозной национальной стратегии, чтобы стать глобальным лидером в этой области. Пока США не начнут инвестировать во внедрение ИИ в сферах государственного управления, промышленности и образования, страна рискует остаться позади. Это сегодняшний аналог Манхэттенского проекта.

Судьба мира остается под вопросом.

Глава 9. Цифровое предприятие

Как мы упоминали в предыдущих главах, слияние эластичных облачных вычислений, big data, ИИ и IoT стимулирует цифровую трансформацию. Компании, которые используют эти технологии и превращаются в активные цифровые предприятия, будут процветать. Остальные организации не будут востребованы и исчезнут с рынка. Реальность кажется жестокой, но это и есть реальность.

За сопротивление переменам придется заплатить высокую цену. Корпоративное кладбище усеяно некогда великими компаниями, которые не сумели измениться. Blockbuster, Yahoo! и Borders пали под гнетом отраслевых перемен, не сумев адаптироваться. В период расцвета в Blockbuster, американской компании по прокату видеокассет и видеоигр, работало 60 тысяч сотрудников. Ее доход достигал $5,9 миллиарда в год, а рыночная капитализация составляла $5 миллиардов[246]. Спустя шесть лет Blockbuster объявила о банкротстве, став тенью той компании, которой она когда-то была[247]. В 2000 году глава Netflix Рид Хастингс предложил Blockbuster наладить партнерские отношения. Netflix хотела управлять присутствием Blockbuster в глобальной сети и предложила компании $50 миллиардов, но та отказалась[248]. Сегодня рыночная капитализация Netflix составляет более $160 миллиардов, а Blockbuster больше не существует. Netflix предвидела перемены, отказалась от почтовой доставки и начала транслировать потоковое видео. Blockbuster этого не сделала.

В 2000 году Yahoo! была образцовой интернет-компанией. Перед крахом доткомов ее стоимость составляла $125 миллиардов[249]. В последующие годы Yahoo! хотела купить Google и Facebook одновременно, но в обоих случаях сделки сорвались из-за ценовых разногласий: в Yahoo! посчитали, что $3 миллиарда – это слишком высокая цена за такую компанию, как Google[250]. В 2008 году Microsoft пыталась купить Yahoo! за $45 миллиардов, но компания отклонила сделку. В итоге в 2016 году Verizon приобрела Yahoo! за $4,8 миллиарда[251]. Головокружительное падение Yahoo! было драматично. Потребительский интернет стал мобильным и социальным, общение стало выстраиваться вокруг обмена

фотографиями и видео. Yahoo! не смогла измениться, поэтому исчезла с рынка, а рыночная капитализация Google и Facebook на момент написания этой книги составила $840 миллиардов и $500 миллиардов соответственно.

В 2003 году на пике своего роста американская книжная сеть Borders насчитывала 1249 магазинов[252]. Двумя годами ранее компания заключила с Amazon договор на аутсорсинг операций по онлайн-торговле своими товарами. Это была чудовищная ошибка, которая лишила руководителей компании преимуществ самостоятельного присутствия в интернет-пространстве[253]. Электронные книги Amazon и логистика на основе big data представляли серьезную угрозу, но Borders не осознавала этого. Неудивительно, что, передав свой онлайн-бизнес Amazon и упустив возможность выйти на рынок электронных книг, бренд Borders обесценился, и компания утратила свои позиции. В 2010 году Borders попыталась запустить собственный магазин электронных книг, но было слишком поздно[254]. Спустя год двери магазинов сети закрылись навсегда[255].

В историях Blockbuster, Yahoo! и Borders нет ничего необычного. Они стали примерами массового вымирания корпораций из-за фундаментальных перемен в работе компаний. Это наглядная иллюстрация того, что гарантированно ждет организации, которые не хотят меняться. Сегодня цифровая трансформация стала вопросом жизни и смерти. Компании, которые не справятся с ней, повторят судьбу Blockbuster, Yahoo! и Borders.

Последствия сопротивления переменам очень опасны, однако будущее еще никогда не казалось таким светлым для крупных компаний, совершающих цифровую трансформацию. Это происходит по двум причинам. Первая – закон Меткалфа, о котором мы говорили в главе 7: ценность сетей повышается по мере роста числа участников. Крупные корпорации выиграют от применения этого принципа по отношению к данным. При правильном использовании ценность корпоративных данных повышается по мере увеличения масштаба. У крупных компаний обычно намного больше данных, чем у новичков, стремящихся вытеснить старожилов. К тому же они собирают информацию заметно быстрее. Если организации смогут измениться в цифровом плане, они создадут «ров» – асимметричное преимущество, которое помешает конкурентам легко войти в их отрасль. Об этом стоит

задуматься. Преимущество Amazon и Google, которое они получили благодаря многолетнему сбору данных о клиентах и пользователях, огромно. Схожим образом, компании, не так давно вышедшие на рынок с прорывными предложениями – Uber, Zappos, Slack и Instagram, – быстро наращивают конкурентное преимущество, собирая и используя огромные объемы данных. Благодаря этому создается эффект масштабирования.

Вторая причина, по которой крупным компаниям проще проводить цифровую трансформацию, заключается в том, что обычно у них есть доступ к значительному капиталу. Цифровая трансформация дает очень привлекательные возможности для инвестирования. Одна из таких возможностей – наем большой группы лучших специалистов и инженеров в сфере исследования данных. Другая возможность заключается в инвестировании в технологии цифровой трансформации.

Как оказалось, эти факторы – «рвы» данных и наличие капитала – дают синергетический эффект. Крупные компании с собственными данными, правильными технологиями и капиталом для найма лучших сотрудников получат беспрецедентные и очень благоприятные результаты.

Для инженеров и специалистов в сфере обработки и исследования данных большие объемы данных означают большой объем интересных задач, а лучшие сотрудники хотят работать над решением самых интересных проблем. Если крупная компания успешно проведет цифровую трансформацию, ее «ров» данных, то есть преимущество big data, даст возможность привлечь лучших специалистов по data science, разработать лучшие алгоритмы ИИ, сделать лучшие прогнозы и достичь наивысшей экономической продуктивности. Google, Amazon и Netflix – яркие примеры того, как данные обеспечивают подобное преимущество.

Мы находимся на ранней стадии цифровой трансформации. Как мы уже выяснили, технологии для этой трансформации развивались лишь в последние 5–10 лет. В этой главе я поделюсь примерами успешных проектов цифровой трансформации в шести крупных организациях – клиентах моей компании C3.ai: ENGIE, Enel, Caterpillar, John Deere, 3M и ВВС США.

Представленные кейсы включают в себя решения самых трудных проблем науки о данных. Они охватывают ряд сложных примеров

работы с данными. К ним относится прогнозирование обслуживания и ремонтов, оптимизация запасов, выявление мошенничества, оптимизация бизнес-процессов и повышение доходности, а также понимание клиентов. У всех этих примеров есть одна общая черта – стратегический подход к решению проблем, а именно сосредоточенность на приоритетных целях для извлечения измеримой экономической ценности и готовность CEO к переменам.

ENGIE: цифровая трансформация всей компании

Французская энергетическая компания ENGIE, о которой мы уже говорили в предыдущих главах, – образец крупного предприятия, запустившего цифровую трансформацию. В ней работает более 150 тысяч сотрудников в 70 странах. В 2018 году прибыль компании составила €60,6 миллиарда. ENGIE собирает большие объемы данных с 22 миллионов устройств IoT и сотен различных корпоративных приложений и систем. В 2016 году глава компании, Изабель Кошер, признала существование двух неразделимо связанных сил, встряхнувших отрасль, – цифровой и энергетической трансформации. По словам руководителей компании, движущие силы революции в энергетической отрасли – это «декарбонизация, децентрализация и цифровизация»[256]. Кошер согласилась, что для выживания и процветания в мире новой энергетики ENGIE придется провести серьезную цифровую трансформацию.

Выше мы уже говорили о том, что успешная цифровая трансформация должна исходить сверху. В ENGIE она началась с Кошер. Она обрисовала свое в*и*дение цифровой трансформации корпорации и в период с 2016 по 2019 год выделила €1,5 миллиарда на осуществление перемен. Глава компании создала ENGIE Digital – центр проектов цифровой трансформации. В состав этого подразделения вошла «цифровая фабрика» – центр компетенции, в котором разработчики ПО и партнеры компании создают инновационные IT-инструменты. Наконец, Кошер назначила Ива Ле Желара на пост директора по цифровым технологиям для контроля над новыми проектами[257].

Первый шаг трансформации ENGIE заключался в поиске наиболее ценных вариантов и в разработке плана развития. Его подготовила «цифровая фабрика». Разные варианты цифровой трансформации расширили направления работы компании. Вот несколько примеров того, как это происходило.

• В газовом оборудовании используется предиктивная аналитика и алгоритмы ИИ. Они упрощают профилактическое обслуживание оборудования и помогают оптимизировать выработку электроэнергии – определять причины снижения эффективности, сокращать число поломок и повышать продолжительность работы оборудования.

• Потребителям доступен ряд онлайн-услуг, в том числе приложения самообслуживания, позволяющие управлять личным энергопотреблением. Приложение, разработанное корпорацией для частных лиц и управляющих компаний, анализирует показатели умных датчиков и определяет возможности для энергосбережения.

• ENGIE создала цифровую платформу приложений для оптимизации выработки энергии из возобновляемых источников. Эти приложения на основе данных предиктивной аналитики и ИИ выявляют оборудование, которое нуждается в обслуживании, определяют неэффективные активы и в режиме реального времени выдают операторам обзор заявок на обслуживание и отчет о состоянии оборудования. Платформа охватывает оборудование, на 2019 год генерировавшее 26,9 гигаватт, что делает ее одной из крупнейших мировых разработок в сфере ИИ для управления возобновляемыми источниками энергии. Сегодня более тысячи моделей машинного обучения постоянно учатся адаптироваться к меняющимся условиям работы. Они предоставляют 140 тысяч расчетных результатов в день с интервалом в 10 минут для более чем 350 ветряных установок по всему миру. К 2020 году цифровая платформа охватит более двадцати дополнительных вариантов применения машинного обучения, создав огромную экономическую ценность.

• В умных городах ENGIE планирует разработать и внедрить ряд приложений, отвечающих за эффективное теплоснабжение и кондиционирование, контроль дорожного движения, экомобильность, переработку отходов и безопасность. Цель компании – создать экологичные и энергоэффективные города с повсеместным доступом в

интернет. Сегодня в городах проживает половина населения земного шара, а к 2050 году этот показатель вырастет до 70 %.

Список примеров цифровой трансформации в ENGIE постоянно растет. Внутри компании ENGIE в течение трех лет разработает и внедрит 28 приложений и обучит более ста сотрудников. Для координации и стимулирования перемен корпорация открыла центр компетенции, применив лучшие практики для взаимодействия с руководителями бизнес-подразделений, определения технических требований, создания дорожных карт и разработки приложений на систематической основе, позволяющих достичь измеримых результатов.

Спустя год после принятия этого важного решения компания уже развернула четыре приложения. ENGIE увидела результаты и огромную потенциальную выгоду. Например, по внутренним прогнозам, всего два варианта цифровой трансформации – прогнозирование поломок оборудования и оптимизация запланированного времени простоя и диспетчеризации – совокупно принесут компании более €100 миллионов в год.

Enel: цифровая трансформация шаг за шагом

Итальянская энергетическая компания Enel, занимающая второе место в мире по производству электроэнергии, располагает оборудованием для генерации 95 гигаватт мощности. В ней работает 67 тысяч сотрудников, а число потребителей превышает 70 миллионов. В 2018 году прибыль компании составила €75,7 миллиарда. Enel стала первой компанией, создавшей умную электросеть, и первым предприятием в мире, которое заменило традиционные электромеханические счетчики на умные цифровые счетчики для всех потребителей страны. В 2006 году Enel установила 32 миллиона умных счетчиков в Италии, а позже – более 40 миллионов умных счетчиков в других странах Европы[258]. Восемьдесят процентов умных счетчиков на континенте принадлежит этой компании.

Цифровая трансформация Enel охватила всю компанию целиком. Корпорация стала крупнейшим в мире разработчиком приложений с

искусственным интеллектом и приложений IoT. Путь Enel к цифровой трансформации тоже начался сверху, с решения CEO компании Франческо Стараче. Он поручил главе отдела инфраструктурных и технологических услуг Фабио Веронезе возглавить проект цифровой трансформации. Enel планирует потратить €5,3 миллиарда на цифровизацию своих активов, операций и процессов, а также на улучшение доступа к интернету[259].

Давайте разберем два примера использования элементов цифровой трансформации в рамках проекта Enel. Первый – прогнозирование обслуживания и ремонтов 1,2 миллиона километров распределительной сети компании в Италии. Подстанции, линии распределения, трансформаторы и умные счетчики оснащены датчиками. Чтобы повысить надежность сети и уменьшить число перебоев и нарушений в обслуживании, Enel разработала приложение прогнозирования обслуживания на основе ИИ. Приложение SaaS применяет продвинутое машинное обучение для анализа показателей датчиков сети, умных счетчиков и журналов обслуживания оборудования в режиме реального времени. Кроме того, оно анализирует погодные условия, чтобы вовремя спрогнозировать поломки источников энергии для сети распределения (то есть линий распределения, которые доставляют электричество от подстанций через трансформаторы к конечным потребителям). Enel контролирует оборудование в режиме реального времени, соотносит ежедневные оценки риска с элементами оборудования и немедленно отмечает любые аномалии или изменения условий, которые говорят о потенциальных проблемах. Возможность прогнозирования на основе ИИ позволяет Enel повысить надежность, снизить операционные затраты, сделать гибким планирование задач по обслуживанию, значительно расширить период эксплуатации оборудования и повысить удовлетворенность клиентов.

Ключевые инновации в этом проекте включают в себя способность воссоздавать состояние сетей Enel в любой момент времени с помощью высокотехнологичного графа сетей и продвинутой платформы на основе машинного обучения, которая постоянно самосовершенствуется, повышая корректность прогнозирования поломок. С эластичными облачными вычислениями приложение для прогнозирования обслуживания собирает петабайты данных с датчиков сетей и умных счетчиков Enel. Затем приложение сравнивает их с

данными систем оперативного учета и, самое главное, расширяет возможности и точность прогнозов, направляя данные в аналитические системы и алгоритмы машинного обучения.

Второй вариант – защита доходов. Enel изменила подход к этой проблеме и теперь уделяет первоочередное внимание хищениям электроэнергии (нетехническим потерям), чтобы повысить уровень возмещения неоплаченной энергии и при этом поднять собственную производительность. Для этого компания решила разработать корпоративное SaaS-приложение ИИ и IoT, которое можно было бы развернуть во всех подразделениях по всему миру в течение полугода. Для этого потребовалось разработать алгоритм машинного обучения, соответствующий опыту экспертов Enel, которые на протяжении тридцати лет выявляли хищение электричества вручную. В то время как эта задача сама по себе была непростой, Enel поставила амбициозную цель: удвоить производительность выявления хищений, достигнутую за последние годы.

Ключевой инновацией для этой трансформации стала замена традиционных процессов выявления нетехнических потерь. Компания сосредоточилась главным образом на повышении эффективности осмотров на местах с помощью алгоритмов ИИ. Она выбирает потенциальные случаи нетехнических потерь на основе объема утилизированной энергии и вероятности мошенничества. Приложение для защиты доходов на основе ИИ позволило Enel достичь цели и удвоить средний объем энергии, возмещенной в ходе одной проверки. Это огромное достижение с учетом того, что изначально аналогичный процесс Enel базировался на тридцатилетнем опыте экспертов.

Цифровая трансформация принесла огромную экономическую ценность компании. Благодаря своим стараниям в 2018 году Enel в третий раз за четыре года попала в список Fortune «Измени мир», включающий в себя 57 компаний со всего мира. В список входят организации, которые благодаря своей бизнес-стратегии улучшают условия жизни с социальной и экологической точек зрения. Enel провела цифровую трансформацию и начала создавать инновации на уровне огромного холдинга, и это принесло свои плоды. Ожидается, что экономическая выгода составит более €600 миллионов в год.

Caterpillar: корпоративный центр данных

Давайте перейдем к промышленному сектору и рассмотрим кейс мирового лидера в производстве техники для строительства и добывающей промышленности – компании Caterpillar. Это пример компании, которая производит очень сложные с технической точки зрения продукты и которая осознает потенциальную ценность фундаментальной трансформации производственного процесса. В 2016 году CEO компании Дуг Оберхельман объявил: «Сегодня мы располагаем 400 тысячами единиц связанного между собой оборудования, и это число продолжает расти. К лету этого года каждая машина, сошедшая с нашего конвейера, будет иметь выход в интернет и сможет предоставлять владельцу, дилеру и нам обратную связь по производительности эксплуатации». Оберхельман поделился своим в*и*дением будущего, «в котором мы сможем присылать клиенту на его iPhone информацию обо всем, что происходит с его машиной, его техническим парком, о исправности и производительности оборудования и так далее»[260].

В основе стратегии цифровой трансформации Caterpillar лежит связанное цифровое оборудование компании. Сегодня оно включает в себя 470 тысяч единиц техники (а в будущем это число вырастет до 2 миллионов), функционирующих по всему миру. Первым делом Caterpillar создала корпоративный центр данных, который стал источником информации, поступающей от более чем 2000 приложений, систем и баз данных по всему миру. Эта информация включает в себя данные из бизнес-приложений, сведения от дилера, клиента и поставщика, технические данные оборудования и изделий. Компания объединяет, нормализует и интегрирует данные в единый образ, поддерживающий машинное обучение, прогнозную аналитику и приложения IoT в бизнес-подразделениях Caterpillar.

Благодаря корпоративному центру данных Caterpillar разрабатывает массу приложений, стимулирующих цифровую трансформацию. В первую очередь компания обратила внимание на свои запасы. Как бы вы управляли системой поставок с неустойчивым спросом, которая объединяет более 28 тысяч поставщиков, отгружающих товары 170 дилерам? Прозрачность сети, расчет времени в пути запчастей, доставляемых из-за границы, и сокращение излишних запасов – вот главные вопросы, которые Caterpillar решает с помощью ИИ, big data и прогнозной аналитики.

Благодаря приложению с искусственным интеллектом Caterpillar может искать и анализировать в своей цепочке поставок запасы, получать рекомендации об их оптимальных уровнях и представлять соотношение между рисками дефицита и избыточности. Компания разработала и развернула продвинутые решения на основе ИИ, которые позволяют дилерской сети отслеживать запасы готовой продукции и находить технику по «принципу подобия». Дилеры могут эффективно удовлетворить клиентский спрос, следуя рекомендациям о подборе изделий, которые точно совпадают с требованиями клиентов. Приложение также дает руководителям производственного отдела и менеджерам по продукту рекомендации о вариантах планирования и уровнях инвентарных запасов.

Caterpillar использует телеметрические данные с оборудования и техники, объединенных в общую сеть, а также данные, относящиеся к условиям работы каждого вида техники. Некоторые телеметрические данные постоянно анализируются в режиме реального времени со скоростью более 1000 сообщений в секунду. Такая аналитическая система на основе ИИ позволяет компании выявлять отклонения в работе их продукции, прогнозировать поломки, разрабатывать конкурентные гарантийные предложения и на основе оперативных данных создавать поколения продуктов и компонентов.

Caterpillar меняет методы работы благодаря созданию центра компетенции. Это кросс-функциональная команда, в которую входят приглашенные эксперты и штатные разработчики. Они учатся разрабатывать, внедрять и сопровождать приложения с искусственным интеллектом и прогнозной аналитикой. Задача центра заключается в определении плана приоритетных вариантов использования и разработки масштабируемой и воспроизводимой программы для создания, развертывания и управления серией важных приложений, трансформирующих компанию.

John Deere: трансформация цепочки поставок и запасов

Промышленная компания John Deere также разработала стратегию цифровой трансформации своей цепочки поставок. Эта компания, основанная в 1837 году, стала крупнейшим производителем

сельскохозяйственной техники в мире. В ней работает более 60 тысяч сотрудников, а ее годовая выручка превышает $38 миллиардов.

Важный компонент цифровой трансформации John Deere – управление запасами. Компания руководит заводами по всему миру и производит сложное промышленное оборудование. Она использует сотни персонализированных настроек для клиентов, благодаря чему получаются тысячи различных вариантов оборудования. Индивидуальные параметры оборудования крайне усложняют управление уровнем запасов во время производственного процесса. Раньше John Deere приходилось управлять факторами неопределенности, например колебанием спроса, сроками доставки от поставщика и разрывами в продуктовой линейке. Из-за этих неопределенностей, а также неизвестности конечной конфигурации оборудования вплоть до подтверждения заказа, John Deere часто хранила избыточные запасы для своевременного его выполнения. Это приводило к большим затратам и сложностям в управлении.

Как и другие производители в этой отрасли, John Deere применяла программные решения планирования потребностей в материалах (MRP). Компания также экспериментировала с разными программными решениями для оптимизации запасов. Но существующие решения не позволяли оперативно оптимизировать уровни запасов отдельных компонентов в большом масштабе и при этом управлять факторами неопределенности и постоянно обучаться на основе данных. Главные источники неопределенности – это колебания спроса, риски поставщиков, проблемы качества деталей, изготовленных поставщиками, и перебои в производстве.

Чтобы решить эти проблемы, John Deere разработала приложение на основе ИИ для оптимизации уровней запасов. Вначале компания выбрала одну продуктовую линейку, в которой насчитывалось более 40 тысяч уникальных деталей.

В прошлом John Deere применила алгоритм для расчета ежедневного уровня запасов на основе ряда параметров. С помощью нового приложения компания смоделировала и оптимизировала параметры заказов, измерила запланированное использование материалов на основе производственных заказов и минимизировала уровни резерва материалов. Это имело огромные последствия: John Deere уменьшила уровень запасов компонентов на 25–35 %. Это

принесет компании от $100 миллионов до $200 миллионов дополнительной выгоды в год.

3M: производственная эффективность на основе ИИ

Главный офис международного конгломерата 3M расположен в Миннесоте. Компания производит десятки тысяч вариантов продуктов на основе 46 технологических платформ. Компания в основном создает физические продукты, хотя одно из его подразделений 3M Health Information Systems разрабатывает программное обеспечение.

История 3M началась в 1902 году, когда группа молодых предприимчивых людей основала горнодобывающее предприятие Minnesota Mining and Manufacturing Company. Компания быстро разорилась, но ее основатели вместе с группой инвесторов и сотрудников решили не сдаваться. Они попытались вывести на рынок множество разнообразных продуктов и в итоге добились успеха в производстве наждачной бумаги. За это время они сформировали устойчивую культуру инноваций, которая сохранилась в компании до сих пор. Среди ее многочисленных промышленных продуктов и потребительских товаров есть и множество известных брендов, например Scotch Tape, Post-it Notes и Scotchgard. Сегодня в 3M Company, получившей такое название в 2002 году, работает более 91 тысячи человек, а в 2018 году ее выручка превысила $32 миллиарда.

Глава компании Майк Роман, ветеран 3M, проработавший в ней тридцать лет, и его команда управленцев разработали «План 3M» – набор основополагающих стратегий по упрощению, оптимизации, инновациям и укреплению сильных сторон компании. Включенная в этот план программа бизнес-трансформации предполагает рост операционной производительности и сокращение затрат. «В эпоху постоянных перемен компании вынуждены постоянно адаптироваться, меняться и предвидеть будущее, – заявил Роман, CEO компании с 2018 года. – Это единственная причина, по которой наше стремление к трансформации имеет такую большую важность, ведь благодаря ей мы станем более гибкими, современными, эффективными. У нас появится больше возможностей удовлетворять новые потребности клиентов»[261].

3M видит множество возможностей выгодного применения ИИ для повышения операционной эффективности и продуктивности своих бизнес-процессов. Компания разрабатывает и развертывает приложения с искусственным интеллектом для тех сфер применения, которые приносят наибольшую ценность. Давайте рассмотрим два примера, которые могут заинтересовать любую крупную компанию в промышленной сфере.

В первом случае 3M разработала приложение с ИИ, которое заметно усовершенствовало процесс планирования доставки, позволив компании более точно сообщать корпоративным клиентам сроки доставки своих продуктов. С учетом обширной цепочки поставок, логистической сети и десятков тысяч вариантов продуктов решить эту проблему было нелегко.

С помощью приложения с искусственным интеллектом компания интегрирует данные из разобщенных корпоративных систем, управляющих заказами, клиентами, спросом, производством, запасами и послепродажным обслуживанием. Это позволяет прогнозировать ожидаемые даты доставки индивидуальных заказов и давать более точные обещания клиентам в тот момент, когда они делают заказы. Такой механизм на основе ИИ делает поставку для юридических лиц похожей на шопинг на Amazon. Он значительно улучшает клиентское обслуживание, гарантируя, что заказы прибудут в обещанный срок. Этот процесс также имеет дополнительное преимущество: он позволяет выявить проблемные области в сети поставок и логистики, обеспечивая дальнейшую оптимизацию сети. Авторизованные пользователи в 3M имеют доступ к важным KPI в каждом регионе присутствия компании по всему миру, которые обновляются в режиме реального времени через понятный пользовательский интерфейс. Сотрудникам эти данные пригодились при принятии важных решений, например при заказе дополнительных запчастей, изменении даты доставки и отправлении оповещений потребителям, которых это может коснуться.

Второй вариант связан с процессом выставления счетов по заказам. Новые технологии позволили заметно снизить количество клиентских жалоб, связанных со счетами. С учетом сложности многих заказов – многочисленных накладных, скидок и налогов, а также международной доставки – большая доля жалоб со стороны клиентов связана именно с этим. 3M разработала приложение с искусственным

интеллектом, выявляющее счета, которые могут вызвать жалобы со стороны клиентов. Специалисты 3M могут оценить и скорректировать их до отправки. Раньше система выставления счетов в 3M была основана на ряде правил, позволяющих обнаружить потенциальные проблемы, но возможности прогнозирования проблем на основе ИИ отсутствовали. Новое приложение задействует сложные методы ИИ и существующие правила. С его помощью компания достигла большей точности в определении проблемных счетов. Это принесло огромные выгоды компании такого масштаба и охвата, снизив расходы на решение проблем, связанных со счетами, и повысив уровень удовлетворенности клиентов.

В 3M ожидают, что к 2020 году проект бизнес-трансформации принесет компании от $500 миллионов до $700 миллионов годовой экономии операционных средств и позволит на $500 миллионов снизить размер рабочего капитала. Совокупно это даст более $1 миллиарда, или 3 % выручки компании за 2018 год.

ВВС США: диагностическое обслуживание

Многие промышленные предприятия используют прогнозную аналитику для оптимизации запасов, защиты доходов, улучшения отношений с клиентами и других задач. Однако преимущества цифровой трансформации доступны не только частным компаниям.

Военно-воздушные силы США тратят треть своего годового бюджета на обслуживание техники. Любое сокращение этой суммы имеет огромное значение для боеготовности, не говоря о влиянии на доступные ресурсы, боевой дух и так далее. В середине 2017 года несколько групп внутри ВВС задумались о том, способны ли технологии ИИ уменьшить число внеплановых поломок, повысить боеготовность воздушных судов и оптимизировать регулярность обслуживания.

Парк ВВС США насчитывает почти 5 600 воздушных судов, средний возраст которых составляет 28 лет. Силы ведомства разбросаны по 59 военным базам на территории США и более чем ста аэродромам за границей. Самолетами управляют 17 тысяч пилотов, их обслуживают тысячи сотрудников из разных групп. Факторы, которые

влияют на необходимость обслуживания или ведут к поломке одной из шести систем самолета (двигатель, навигационные приборы, контроль параметров окружающей среды, гидропневматические приборы, система подачи топлива и электрическая система) сильно разнятся. Базовая температура, влажность, действия штата техобслуживания, условия и продолжительность полета и, конечно, состояние и возраст машин влияют на потребность в обслуживании.

Для решения этой проблемы подразделение оборонных инноваций, расположенное в Кремниевой долине и разрабатывающее коммерческие технологии для военного использования, договорилось о сотрудничестве с несколькими дивизиями ВВС США. Вместе они разработали проект прогнозирования обслуживания и ремонтов на базе ИИ. Команды начали с самолета с системой дальнего радиолокационного обнаружения и управления Boeing E-3 Sentry и собрали все структурированные и неструктурированные данные, накопившиеся за семь лет. К их числу относились данные о боевых вылетах, опыте сотрудников, взаимосвязи подсистем, погоде, записи журналов обслуживания, образцы топлива и даже заметки пилотов.

За три недели команды объединили 2000 элементов операционных данных, полученных из 11 источников, для одной подсистемы E-3 Sentry, чтобы разработать прототип. Спустя еще три месяца команды предложили первое решение с 20 алгоритмами машинного обучения. Эти алгоритмы рассчитывали вероятность поломки главных подсистем самолета, чтобы вовремя провести необходимое обслуживание.

Приложение прогнозирования обслуживания также позволяло оптимизировать график обслуживания в соответствии с масштабом использования и рисков, устанавливать очередность обслуживания разных машин, принимать меры через системы управления техническими заданиями, определять причины потенциальных поломок и давать оператору рекомендации о том, какую работу нужно провести. Теперь команда ВВС США могла проанализировать состояние машины при любом количестве данных о системах и подсистемах, профилях риска, оперативном статусе, местонахождении и работе.

В общей сложности проект повысил боеготовность воздушных судов на 40 %. Поскольку проект оказался успешным, ВВС США распространили его на парк воздушных судов C-5 Galaxy и F-16 Fighting Falcon. ВВС США планирует разработать приложение

прогнозирования обслуживания для всех групп или авиаплатформ. В Военно-воздушных силах ожидают, что, как только приложение будет развернуто, общая боеготовность вырастет на 40 %.

Как показывают эти примеры, цифровая трансформация способна изменить крупные предприятия и организации государственного сектора. При этом перемены затронут не только рабочие процессы, но и культуру.

Прогнозирование обслуживания на основе ИИ повышает боеготовность воздушных судов на 40 %

На основе первых результатов диагностического обслуживания парка воздушных судов E-3 Sentry (слева) с применением ИИ ВВС США расширили проект, добавив парк самолетов F-16 Fighting Falcon (в центре) и C-5 Galaxy (справа).



Рисунок 9.1

Но успех зависит от двух главных факторов: технологической инфраструктуры, поддерживающей новые классы приложений ИИ и IoT, а также непосредственного участия CEO в этом процессе. В следующей главе мы рассмотрим новый комплекс технологий, которого требует цифровая трансформация. В последней главе мы узнаем, какие действия могут предпринять CEO и как компаниям двигаться вперед по пути цифровой трансформации.

Глава 10. Новый комплекс технологий

В течение сорока лет, на протяжении которых я участвовал в революции информационных технологий, объем рынка вырос с примерно $50 миллиардов до $4 триллионов в год. Сегодня этот рост ускоряется.

Я видел переход от вычислений на ЭВМ и мини-компьютерах до вычислений на персональных компьютерах, в облаке и на мобильных устройствах. Программное обеспечение тоже изменилось: от пользовательского на основе виртуальной памяти с множественным доступом (MVS), от виртуального метода доступа (VSAM) и индексно-последовательного метода (ISAM) до приложений, разработанных на основе реляционных баз данных, корпоративного ПО, SaaS, портативного ПО, а теперь и корпоративного ПО на основе ИИ. Я видел, как интернет и iPhone изменили всё. Каждая из этих перемен означает изменение рынка. Каждая из них значительно повысила продуктивность. Каждая дала организациям возможность получить конкурентное преимущество.

Компании, которые не смогли воспользоваться новыми поколениями технологий, перестали быть конкурентоспособными. Представьте, что вы пытаетесь закрыть бухгалтерские счета в крупной международной корпорации без ERP-системы или ваша компания работает лишь на майнфреймах. Это невозможно.

Новый комплекс технологий

Сегодняшний скачок в развитии информационных технологий, о котором я говорил, обладает рядом уникальных требований, которые создают необходимость в абсолютно новом стеке ПО. Требования к новому стеку для разработки и эксплуатации эффективного корпоративного AI или IoT-приложения огромны.

Чтобы разработать успешное корпоративное приложение AI или IoT, нужно собрать данные из тысяч корпоративных информационных систем, систем поставщиков и дистрибьюторов, информацию о рынках, используемых продуктах и сетях датчиков. Это позволит создавать

представление данных о компании практически в режиме реального времени.

Скорость генерации данных в новом цифровом мире огромна. Требуется способность собирать и поглощать данные из сотен миллионов конечных точек, порой с частотой, превышающей 1000 Гц (одну тысячу раз в секунду).

Данные необходимо обрабатывать в момент их появления в очень надежной и устойчивой среде, в которой происходит хранение информации, обработка событий, машинное обучение и визуализация. Для этого необходимы горизонтально масштабируемые и эластично распределяемые возможности обработки. Их могут предложить лишь современные облачные платформы и системы суперкомпьютеров.

Требования к хранению данных ошеломляют как масштабами, так и формой. Массивы данных стремительно объединяются в сотни петабайт и даже эксабайт, и каждый тип данных нужно хранить в соответствующей базе, способной обрабатывать их с высокой скоростью. Реляционные базы данных, NoSQL базы данных «ключ – значение», графовые базы данных, распределенные файловые системы, BLOB-объекты необходимы, но одних лишь этих систем недостаточно. Данные должны быть упорядочены и связаны различными технологиями.

Сделай сам

В 1980-х годах, когда я работал в Oracle Corporation, мы вывели на рынок программное обеспечение с реляционной системой управления базой данных (RDBMS). Оно вызвало огромный интерес. Технология RDBMS предполагала значительную экономию затрат и увеличение производительности при разработке и обслуживании приложений. Технология оказалась полезной для следующего поколения корпоративных приложений, в том числе систем планирования потребности в материалах (MRP), корпоративного планирования ресурсов (ERP), управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) и автоматизации производства.

Первыми конкурентами Oracle на рынке RDBMS стали IBM (DB2), Relational Technology (Ingres) и Sperry (Mapper). Но ни одна из этих

компаний не стала для нашей фирмы препятствием. Во многих случаях им был наш директор по информационным технологиям. Он хотел создать внутреннюю RDBMS для компании и привлекал для этого штатных программистов, сторонних разработчиков или специалистов по интеграции систем. Эти попытки никогда не заканчивались успехом. Спустя несколько лет и десятков или сотен миллионов потраченных долларов директора увольняли, и мы устанавливали коммерческую RDBMS.

Я помню, что даже самые технологически развитые компании – Hewlett-Packard, IBM, Microsoft и Compaq – не могли разработать внутренние CRM-системы. В итоге после многочисленных усилий все становились клиентами крупной и успешной компании Siebel Systems. Какими без этого были бы шансы на успех у телекоммуникационных компаний, банков или фармацевтических компаний? Многие пытались. Но никому не удавалось.

Эталонная платформа программного обеспечения на основе ИИ

Чтобы обеспечить вычислительные возможности для ИИ или IoT, требуются массово-параллельные эластичные вычисления и объемные хранилища данных. Сегодня эти сервисы предоставляют Microsoft Azure, AWS, IBM и другие компании. Стоимость сервисов постоянно снижается. Это огромный прорыв в сфере вычислений. Эластичное облако меняет все.

Для этой области приложений необходимы утилиты и ПО, которые вы видите на рисунке 10.1. Каждую из них можно представить в виде задачи по разработке сравнительно простого корпоративного приложения, например CRM. Совокупность программных методов, необходимых для решения сложной корпоративной проблемы ИИ и IoT, похожа на ряд коммерчески успешных методов разработки ПО, изобретенных за последние 50 лет. Эта проблема действительно непроста.

Эталонная архитектура системы ИИ

Для успешной разработки приложений ИИ и IoT необходим большой набор инструментов и сервисов, которые полностью

интегрированы и предназначены для совместной работы.

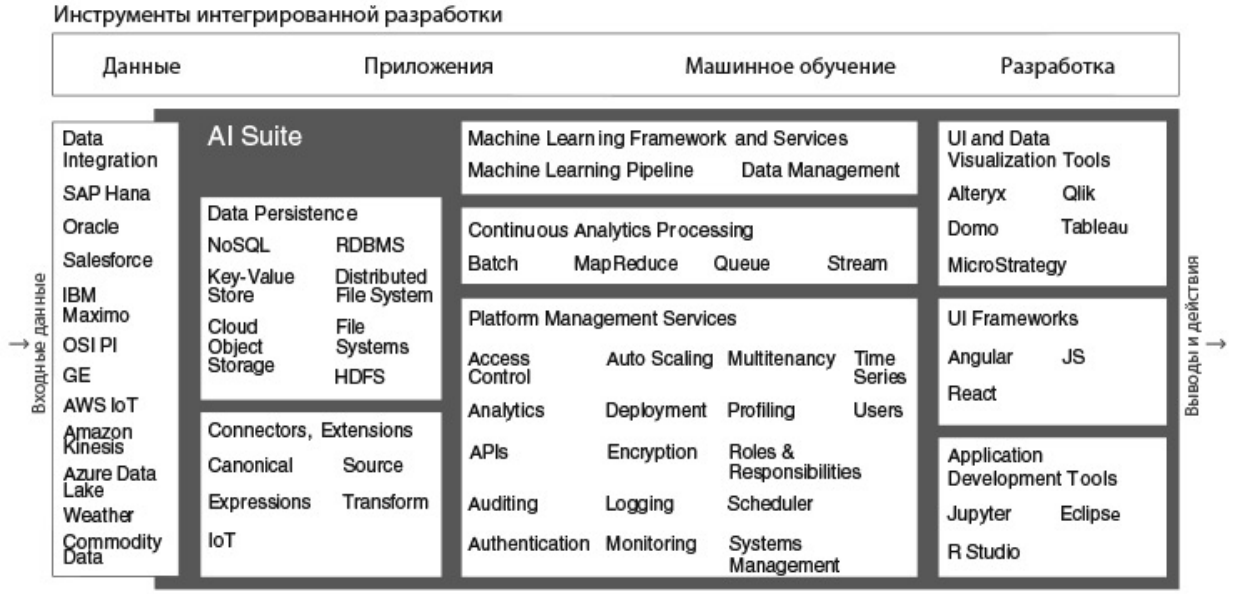

Рисунок 10.1

Кроме облака, существует множество сервисов для работы с данными, необходимых для разработки и поддержки подобных приложений.

Давайте рассмотрим некоторые требования.

Интеграция данных. Эта проблема десятилетиями преследовала отрасль вычислений. Неотъемлемым условием использования машинного обучения и ИИ в промышленном масштабе становится доступность единого представления всех данных. Они содержатся во множестве:

1) корпоративных информационных систем – ERP, CRM, SCADA, HR, MRP (обычно на крупном предприятии имеется несколько тысяч подобных систем);

2) сетей датчиков IoT – SIM-чипах, умных счетчиках, программируемых контроллерах, машинной телеметрии, биоинформатике;

3) актуальных внешних данных – погоде, особенностях местности, спутниковых изображениях, социальных сетях, биометрии, коммерческих данных, ценах, рыночных данных и так далее.

Хранение данных. Собранные и обработанные в этих системах данные включают в себя все возможные типы структурированных и неструктурированных данных. Это личная информация, данные переписи населения, изображения, тексты, видео, телеметрия, голос, топологии сетей. Базы, которая подходила бы для всех данных, не существует. Вот почему необходимы различные технологии баз данных, например реляционные, NoSQL и системы «ключ – значение», распределенные файловые системы, графовые базы данных и BLOB.

Платформенные сервисы. Для любого корпоративного приложения ИИ и IoT необходимо множество сложных платформенных сервисов. В качестве примеров можно назвать контроль доступа, шифрование данных при передаче и хранении, экспорт, ETL-процедуры, организацию очередей и управление конвейерами. Кроме того, в эту категорию входят автомасштабирование, многоарендная архитектура, аутентификация, авторизация, кибербезопасность, сервисы временн*ы*х рядов данных, нормализация, защита данных, а также следование Генеральному регламенту о защите персональных данных, стандарту CIP Североамериканской корпорации по обеспечению надежности при производстве электроэнергии (NERC–CIP) и требованиям аудита контрольных мер организации в сфере обслуживания SOC2.

Обработка аналитических данных. Объемы и скорость поступления данных в подобных системах поражают воображение. Различные типы данных и требований к аналитике нуждаются в подходящих сервисах обработки. К ним относятся постоянная обработка, MapReduce, а также пакетная, потоковая и рекурсивная обработка данных.

Сервисы машинного обучения. Суть этих систем – позволить специалистам по data science разрабатывать и развертывать модели машинного обучения. Для этого необходим целый ряд инструментов, в том числе Jupyter Notebooks, Python, DIGITS, R и Scala. Все большее значение приобретает поддержка различных библиотек машинного обучения с возможностью расширения, например TensorFlow, Caffe,

Torch, Amazon Machine Learning и Azure ML. Ваша платформа должна поддерживать каждую из них.

Инструменты визуализации данных. Любая жизнеспособная архитектура ИИ должна поддерживать разнообразный набор инструментов визуализации данных. К ним относятся Excel, Tableau, Qlik, Spotfire, Oracle BI, Business Objects, Domo, Alteryx и другие.

Инструменты разработчика и пользовательский интерфейс (UI). Ваша команда разработчиков и специалистов по data science привыкла работать с набором платформ разработки приложений и инструментов разработки пользовательского интерфейса. Если ваша платформа ИИ не поддерживает такие инструменты, как Eclipse IDE, VI, Visual Studio, React, Angular, R Studio и Jupyter, ваша команда посчитает ее бесполезной.

Открытость, расширяемость, перспективность. Сложно описать поразительную скорость, с которой осуществляются разработки в сфере ПО и алгоритмов в системах, перечисленных выше. Все методы и технологии, используемые сегодня, устареют в ближайшие 5–10 лет. Ваша архитектура должна позволять вам заменять любые компоненты на их улучшенные версии следующего поколения. Кроме того, она должна предоставлять возможность внедрять любые новые компоненты открытого исходного кода или новые разработки на собственном ПО, не влияя на функциональность или производительность приложений. Это обязательное требование.

Изобилие платформ искусственного интеллекта

Как уже говорилось, технологии, стимулирующие цифровую трансформацию, включают в себя эластичные облачные вычисления, big data, искусственный интеллект и IoT. По оценкам экспертов отрасли, объем рынка ПО к 2025 году превысит $250 миллиардов. По прогнозам McKinsey, компании будут генерировать более $20 триллионов добавочной стоимости благодаря новым технологиям. Это самый быстрорастущий рынок корпоративного ПО в истории.

Цифровая трансформация требует разработки нового технологического стека, который совместит все возможности, описанные выше. Это не означает, что вам понадобится структурное программирование и несколько тысяч программистов из Бангалора или любимый системный интегратор для разработки и установки очередного корпоративного приложения.

Рынок переполнен платформами искусственного интеллекта с открытым исходным кодом. Непрофессионалы считают их подходящим решением для разработки и управления корпоративными приложениями ИИ и IoT. В эру технологического бума на рынке представлены буквально сотни решений, которые позиционируются как полноценные платформы искусственного интеллекта. Их число растет с каждым днем.

В качестве примеров можно привести Cassandra, Cloudera, DataStax, Databricks, AWS IoT и Hadoop. AWS, Azure, IBM и Google предлагают эластичную платформу облачных вычислений. Кроме того, каждая компания расширяет инновационную библиотеку микросервисов. Их можно использовать для агрегации данных, ETL, организации очередей, потоковой передачи данных, MapReduce, постоянной обработки аналитических данных, сервисов машинного обучения, визуализации данных и других задач.

Если вы зайдете на сайты этих компаний или посетите их презентации, вам покажется, что они занимаются одним и тем же и предлагают полноценные решения для ваших задач, связанных с ИИ.

Море платформ искусственного интеллекта

Рынок переполнен сотнями компонентов открытого исходного кода, которые считаются платформами искусственного интеллекта. Каждый компонент может быть полезен, но ни один из них сам по себе не может быть полноценной платформой.



Рисунок 10.2

Несмотря на пользу многих этих продуктов, ни одно из них не предоставляет достаточных ресурсов для разработки и управления корпоративным приложением с искусственным интеллектом.

Рассмотрим, к примеру, Cassandra. Это хранилище данных «ключ – значение», специальная база данных, которая особенно полезна для хранения и извлечения длинных наборов данных, таких как телеметрия. Для решения подобных задач Cassandra – отличный продукт. Но эта функциональность, возможно, решает всего 1 % ваших проблем. Или возьмем распределенную файловую систему Hadoop. Она удобна для хранения неструктурированных данных. Или TensorFlow – набор математических библиотек, опубликованных для Google. Эта

платформа подходит для разработки некоторых моделей машинного обучения. Databricks позволяет выполнять виртуализацию данных. С ее помощью специалисты по исследованию данных или разработчики приложений управляют очень большими массивами данных в группе компьютеров. AWS IoT – утилита для сбора данных с датчиков IoT, распознаваемых машиной. Эти решения полезны, но их будет недостаточно. Каждое из них позволяет решить лишь малую часть задачи по разработке и запуску приложения ИИ или IoT.

Эти утилиты написаны на разных языках программирования, с разными вычислительными моделями и зачастую несовместимыми структурами данных. Их разработали программисты с разным опытом работы, уровнем обучения и профессионализма. Такие приложения не предназначены для совместной работы. В лучшем случае лишь некоторые из них отвечают стандартам коммерческого программирования. Многие утилиты оказались нежизнеспособными в коммерческом плане, и потому исходный код оказался в сообществе в открытом доступе. Сообщество открытого исходного кода можно представить в виде своеобразного супермаркета в облаке с растущей коллекцией из сотен доступных всем программ исходного кода. Их можно загружать, менять и использовать бесплатно.

Искусственный интеллект в формате «Сделай сам»

Помимо реляционных баз данных, систем ERP и CRM, многие IT-организации хотят разрабатывать и внутреннюю платформу ИИ и IoT общего назначения. Для этого они хотят воспользоваться «бесплатным» ПО с открытым исходным кодом в сочетании с микросервисами облачных провайдеров, например AWS и Google.

Первым делом компании выбирают несколько средств из множества собственных решений и решений с открытым исходным кодом. Далее их размещают в архитектуре эталонной платформы, которую я описывал выше.

Следующий шаг – объединить сотни или тысячи компонентов, которые часто рассредоточены по всему миру. Для этого используется специальная техника под названием «структурное программирование» и интерфейсы прикладного программирования. С их помощью

специалисты пытаются «сшить» разные программы, источники данных, датчики, модели машинного обучения, инструменты разработки и парадигмы пользовательского интерфейса в единое функциональное целое. Это позволяет организации успешно разрабатывать и запускать многочисленные корпоративные приложения ИИ и IoT. Сложно ли это? Практически невозможно. Разработать такую систему в несколько раз сложнее, чем разработать систему CRM или ERP.

Комплекс программного обеспечения с искусственным интеллектом

Формат «Сделай сам» означает, что вы имеете дело с десятками разобщенных компонентов с открытым исходным кодом от разных разработчиков с разными API, разными языками программирования и разными уровнями профессионализма и поддержки.



Рисунок 10.3

Многие пытались сделать это, но, насколько мне известно, никто не достиг успеха. Классический пример – GE Digital. Компания потратила восемь лет, привлекла к решению этой задачи 3000 программистов и вложила в проект $7 миллиардов. В итоге подразделение, которое занималось этим проектом, закрылось, а CEO был уволен. Так развалилась одна из самых культовых компаний в мире.

Если бы кто-то справился с этой задачей, комплекс ПО выглядел бы как на рисунке 10.4. Я называю его кластером программного обеспечения ИИ.

Кластер программного обеспечения ИИ

Формат «Сделай сам» требует интеграции множества компонентов, которые не предназначены для совместной работы. Это делает задачу такой сложной, что с ней не могут справиться даже лучшие команды разработчиков.

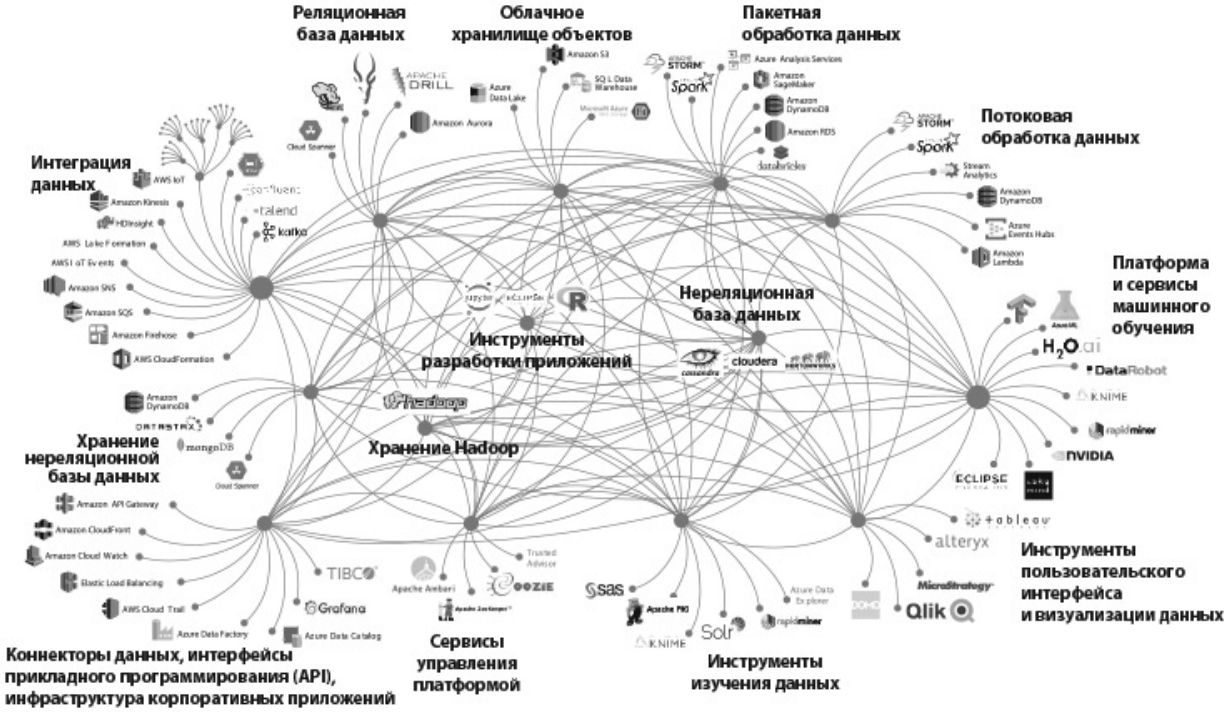

Рисунок 10.4

Этот подход связан с некоторыми проблемами.

1. Сложность. При структурном программировании количество API, которые нужно установить, стабилизовать, протестировать и проверить на работоспособность внутри сложной системы, может достигать 10^{13} (если говорить об этом в более широком контексте, в нашей Вселенной насчитывается 10^{21} звезд). Разработчики системы должны оценить уровень сложности перед тем, как приступить к работе. Программистов, способных справиться с подобной задачей, очень мало.

Помимо разработчиков платформы, осознавать уровень сложности архитектуры и всех связанных с этим данных и процессов должны также разработчики приложений и специалисты по исследованию данных. Иначе они не смогут разрабатывать приложения.

Уровень сложности, характерный для этой работы, настолько велик, что проект фактически обречен на провал.

2. Хрупкость. Приложения с запутанным спагетти-кодом зависят от того, насколько хорошо работает каждый компонент. Если один из разработчиков допустил ошибку в каком-либо компоненте с открытым исходным кодом, все приложения, разработанные на этой платформе, перестанут работать.

3. Перспективность. При появлении новых библиотек машинного обучения, более быстрых баз данных и новых техник вам захочется установить все эти утилиты на своей платформе. Для этого, скорее всего, вам придется изменить каждое приложение, разработанное на этой платформе. Это может занять несколько месяцев или лет.

4. Интеграция данных. Для этой прикладной области необходима интегрированная объектная модель данных. При таком типе структурного программирования API-архитектура потребует сотни человеко-лет на разработку интегрированной модели данных для любой крупной корпорации. Это основная причина, по которой компании тратят десятки или сотни миллионов долларов, а спустя годы так и не получают ни одного приложения. Список Fortune 500 пестрит историями о катастрофах. Специалисты по интеграции систем богатеют, а клиент остается с пустыми карманами.

Гордиев узел структурного программирования

Техника структурного программирования возникла в середине 1960-х годов. Оно помогала упростить написание, тестирование и сопровождение программного кода. До появления структурного программирования разработчики писали ПО как монолиты, изобилующие API и операторами безусловного перехода. Итоговый продукт мог состоять из миллионов строчек кода с тысячами API и операторов, которые было сложно разработать, понять, отладить и сопровождать.

Основная идея структурного программирования заключалась в том, чтобы сделать код сравнительно простой «главной программой», а затем использовать API, чтобы вызывать модульные и многократно используемые подпрограммы. Типовые подпрограммы могли, к примеру, проводить баллистические расчеты, вычислять линейную регрессию, рассчитывать среднее значение или сумму. Сегодня структурное программирование остается актуальной техникой для многих приложений. Оно серьезно упростило процесс разработки и сопровождения компьютерного кода.

Эта техника подходит для многих классов приложений, но ее сложность и масштаб не соответствуют требованиям, которые предъявляются современному приложению ИИ или IoT. Появляется неразрешимая проблема, представленная на рисунке 10.4.

Инструменты поставщиков облачных услуг

Альтернатива кластеру открытого исходного кода – попытка объединить различные сервисы и микросервисы, предлагаемые провайдерами облачных услуг, в бесперебойно работающую платформу ИИ. Как показано на рисунке 10.5, крупнейшие поставщики, такие как AWS, разрабатывают сервисы и микросервисы, полезность которых постоянно растет. Во многих случаях они воспроизводят функционал провайдеров открытого исходного кода, предлагая при этом новый уникальный функционал. Преимущество этого подхода заключается в том, что продукты разрабатывают, тестируют и проверяют профессиональные IT-организации. Кроме того, эти сервисы разрабатывались с конкретной целью: работать вместе в рамках общей системы. Это относится к продуктам Google, Azure и IBM.

Инструменты поставщиков облачных услуг на примере AWS

Публичные облачные платформы, например AWS, Azure и Google Cloud, предлагают множество инструментов и микросервисов, но объединять их для разработки приложений ИИ и IoT промышленного уровня очень сложно и дорого.

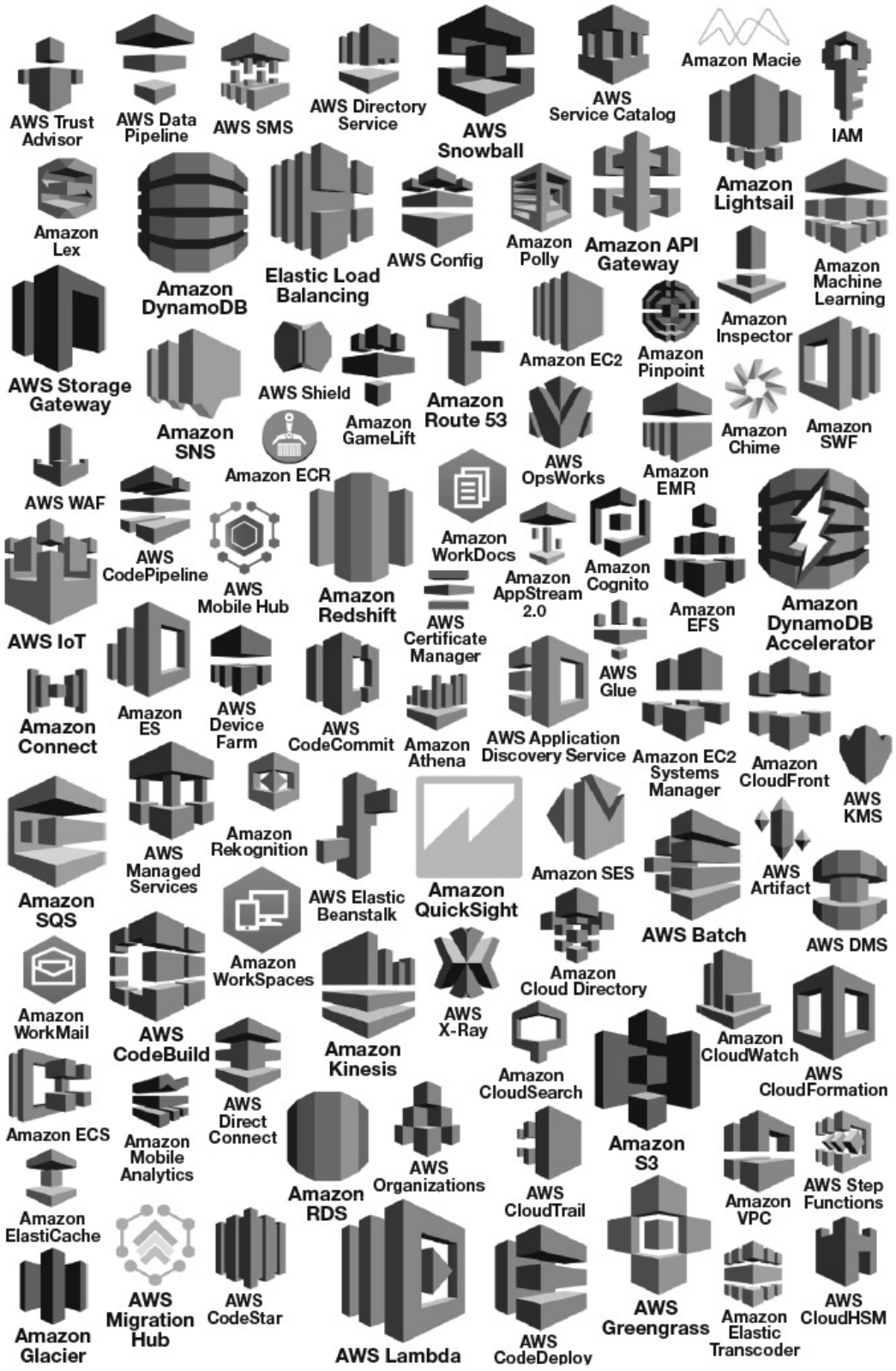
AWS Trust Advisor
AWS Data Pipeline
AWS SMS
AWS Directory Service
AWS Snowball
AWS Service Catalog
Amazon Macie
IAM
Amazon Lex
Amazon DynamoDB
Elastic Load Balancing
AWS Config
Amazon Polly
Amazon API Gateway
Amazon Lightsail
Amazon Machine Learning
AWS Storage Gateway
Amazon SNS
AWS Shield
Amazon GameLift
Amazon Route 53
Amazon EC2
Amazon Pinpoint
Amazon Inspector
Amazon Chime
Amazon SWF
AWS WAF
Amazon ECR
AWS OpsWorks
Amazon EMR
AWS CodePipeline
AWS Mobile Hub
Amazon Redshift
Amazon WorkDocs
Amazon AppStream 2.0
Amazon Cognito
Amazon EFS
Amazon DynamoDB Accelerator
AWS IoT
AWS Certificate Manager
AWS Glue
Amazon Connect
Amazon ES
AWS Device Farm
AWS CodeCommit
Amazon Athena
AWS Application Discovery Service
Amazon EC2 Systems Manager
Amazon CloudFront
AWS KMS
Amazon SQS
AWS Managed Services
Amazon Rekognition
AWS Elastic Beanstalk
Amazon QuickSight
Amazon SES
AWS Artifact
AWS Batch
AWS DMS
Amazon WorkSpaces
Amazon Cloud Directory
Amazon WorkMail
AWS CodeBuild
Amazon Kinesis
AWS X-Ray
Amazon CloudSearch
Amazon CloudWatch
AWS CloudFormation
Amazon ECS
Amazon Mobile Analytics
AWS Direct Connect
Amazon S3
Amazon ElastiCache
Amazon RDS
AWS Organizations
AWS CloudTrail
Amazon VPC
AWS Step Functions
Amazon Glacier
AWS Migration Hub
AWS CodeStar
AWS Lambda
AWS CodeDeploy
AWS Greengrass
Amazon Elastic Transcoder
AWS CloudHSM

Рисунок 10.5

Такой подход доставляет множество проблем. Поскольку ваши системы опираются на архитектуру, управляемую моделью, которая описана в следующем разделе, программисты по-прежнему должны применять структурное программирование для объединения разных сервисов. Эталонная архитектура для сравнительно простого приложения прогнозирования обслуживания представлена на рисунке 10.6. На разработку и развертывание этого приложения уйдет 200 человеко-дней. Затраты составят $600 тысяч в ценах 2019 года. В результате будет написано 83 тысячи строчек кода, которые необходимо поддерживать на протяжении работы приложения. Конечное приложение будет работать лишь на AWS. Если вы захотите запустить это приложение на Google или Azure, вам придется полностью переделать его под каждую из этих платформ с теми же денежными и временными затратами.

Архитектура для разработки базового приложения для прогнозирования обслуживания на примере AWS

Разработка даже простого приложения с ИИ с использованием микросервисов публичного облака (в этом примере – AWS) и структурного программирования займет в 40 раз больше времени, чем разработка с использованием архитектуры, управляемой моделью.

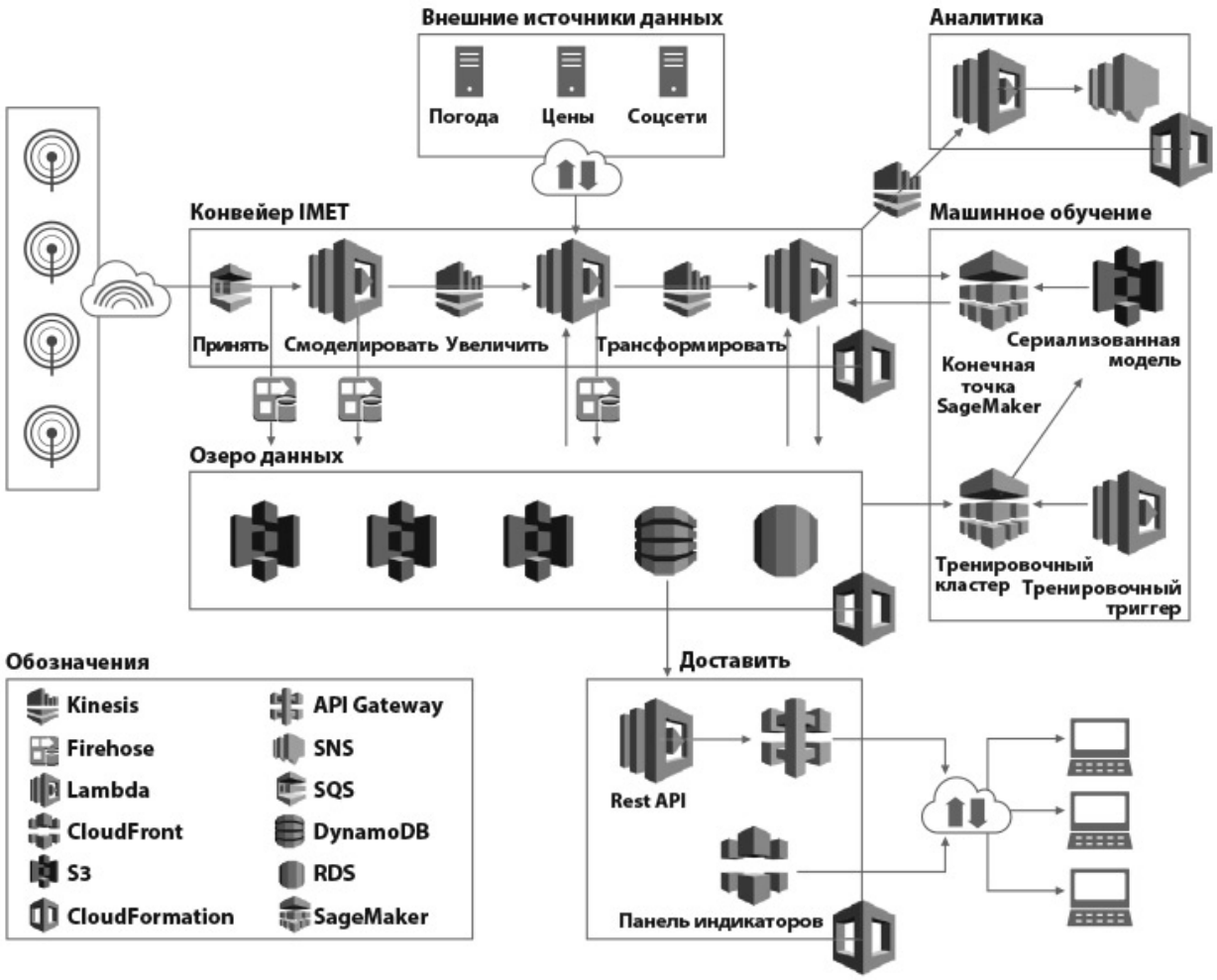

Рисунок 10.6

Для сравнения: современная архитектура, описанная в следующем разделе, и сервисы AWS позволят разработать и протестировать то же приложение за пять человеко-дней. Затраты составят около $2 тысяч. Будет написано 1450 строчек кода, что существенно снизит затраты на обслуживание приложения. Более того, приложение запустится на любой облачной платформе без необходимости внесения изменений. Вы не понесете никаких расходов на перепроектирование, если захотите переключиться на другого облачного провайдера.

Архитектура, управляемая моделью (MDA)

Архитектура, управляемая моделью, появилась в начале XXI века[262]. Она стала тем самым ножом, которым можно разрубить гордиев узел структурного программирования.

В центре MDA лежит концепция модели, которая служит уровнем абстракции для упрощения задач программирования. Если программист или разработчик приложения использует модели, ему не придется беспокоиться обо всех типах данных, их взаимосвязи и процессах, которые происходят с данными, связанными с любым объектом данных (клиентом, техникой, врачом или типом топлива и так далее). Он лишь должен выбрать модель для любого объекта (например, клиента) и всех его данных, их взаимозависимостей, указателей, API и интеграций. Процессы, которые связаны с этими данными или используются для манипуляций с данными, извлекаются из самой модели. Это снижает количество элементов, процессов и связей, о которых программист или разработчик должен знать, с 10^{13} до 10^{3}. Благодаря этому то, что было сложным, теперь вполне поддается обработке.

Опираясь на концепцию MDA можно представить все что угодно, даже такие приложения, как базы данных, инструменты для обработки естественного языка и системы по распознаванию изображений. Модели также поддерживают концепцию, которая называется «наследование». У нас может быть модель, которая называется реляционной базой данных. Она, в свою очередь, служит абстракцией, способной использовать любую систему реляционной базы данных, например Oracle, Postgres, Aurora, Spanner или SQL Server. Модель хранения «ключ – значение» может содержать шаблон, который поймут Cassandra, HBase, Cosmos DB или DynamoDB.

MDA выводит нас на уровень абстракции и семантики приложения. Программисту больше не нужно беспокоиться о сопоставлении данных, синтаксисе API и механизмах многочисленных вычислительных процессов – извлечения, преобразования и загрузки данных (ETL), организации очереди, управления конвейером, шифрования и так далее.

Сократив число подразделений, объектов и процессов с 10^{13} до 10^{3} и освободив программиста от этой мелкой работы, технология MDA, снизит издержки и сложность разработки, тестирования и сопровождения приложений как минимум в сто раз.

При оптимальной разработке объектной модели для приложений ИИ и IoT в качестве абстракций используются модели, к которым программист может привязать нужное приложение. Модель реляционной базы данных можно связать с Postgres. Модель составления отчетов – с MicroStrategy. Модель визуализации данных – с Tableau. Эффективность MDA, заключается в том, что, когда появляются новые решения, библиотека объектных моделей расширяется и добавляет новые свойства.

Еще одно важное свойство MDA – абсолютная перспективность приложения. Если, к примеру, вы начнете разрабатывать все приложения, используя Oracle в качестве реляционной базы данных, а позже захотите переключиться на другую систему управления, вам придется лишь связать метамодель с новой системой. Самое главное: все приложения, которые вы развернули с Oracle, продолжат работать без изменений. Это позволяет вам сразу пользоваться новыми версиями продуктов по мере их появления.

Независимость от платформы

За свою карьеру я ни разу не видел ничего, что походило бы на скорость распространения облачных вычислений. Это невероятно. Еще в 2011 году CEO и лидеры компаний по всему миру заявляли мне: «Том, когда ты поймешь, что наши данные никогда не будут храниться в публичном облаке?» Сегодня я слышу совсем другое: «Том, понимаешь, у нас облачная стратегия. Все новые приложения развертываются в облаке. Существующие приложения перейдут в облако. Но у нас мультиоблачная стратегия».

Архитектура системы ИИ, управляемая моделью

MDA предоставляет уровень абстракции, который упрощает и ускоряет разработку и развертывание приложений ИИ и IoT.

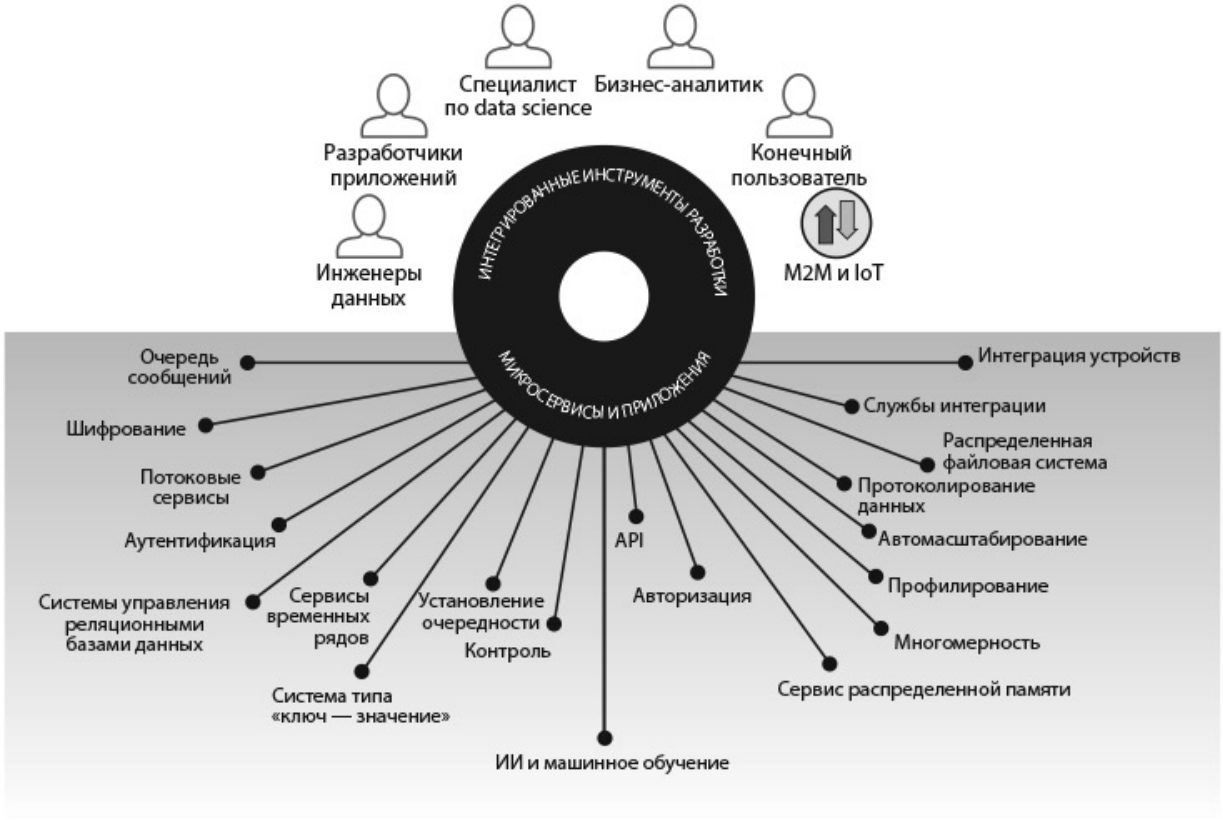

Рисунок 10.7

Ого! Как это случилось? Вряд ли я могу объяснить, как всего за несколько лет произошел такой глобальный разворот. Но одно известно точно: это произошло. Как уже говорилось, перемены четко отражаются в росте прибыли лидирующих облачных поставщиков. Руководители корпораций боятся, что облачные поставщики замкнутся в себе. Они хотят иметь возможность переговоров. Хотят развертывать разные приложения в облаках разных провайдеров. Хотят свободно переносить приложения из одного облака в другое.

Это стало дополнительным требованием современной программной платформы, управляемой моделью. Когда вы разрабатываете приложение с искусственным интеллектом, оно должно работать без изменений в любом облаке или без операционной системы за межсетевым экраном в среде гибридного облака.

Последнее требование нового комплекса технологий ИИ – то, что я называю поддержкой многоязычного облака: возможность сочетать и комбинировать разные сервисы от разных облачных провайдеров и легко взаимозаменять их. Облачные провайдеры предоставляют рынку

отличную услугу. Сегодня они дают мгновенный доступ к практически неограниченным вычислительным мощностям и бесконечным объемам хранения по очень низкой цене. Я считаю, что к тому моменту, как агрессивные конкуренты прикончат друг друга, стоимость облачных вычислений и хранения данных приблизится к нулю.

Мультиоблачная разработка

Компании нуждаются в архитектуре ИИ, которая позволит им развертывать приложения на разных мультиоблачных платформах, а также без операционной системы за межсетевым экраном в частном облаке или центре данных.

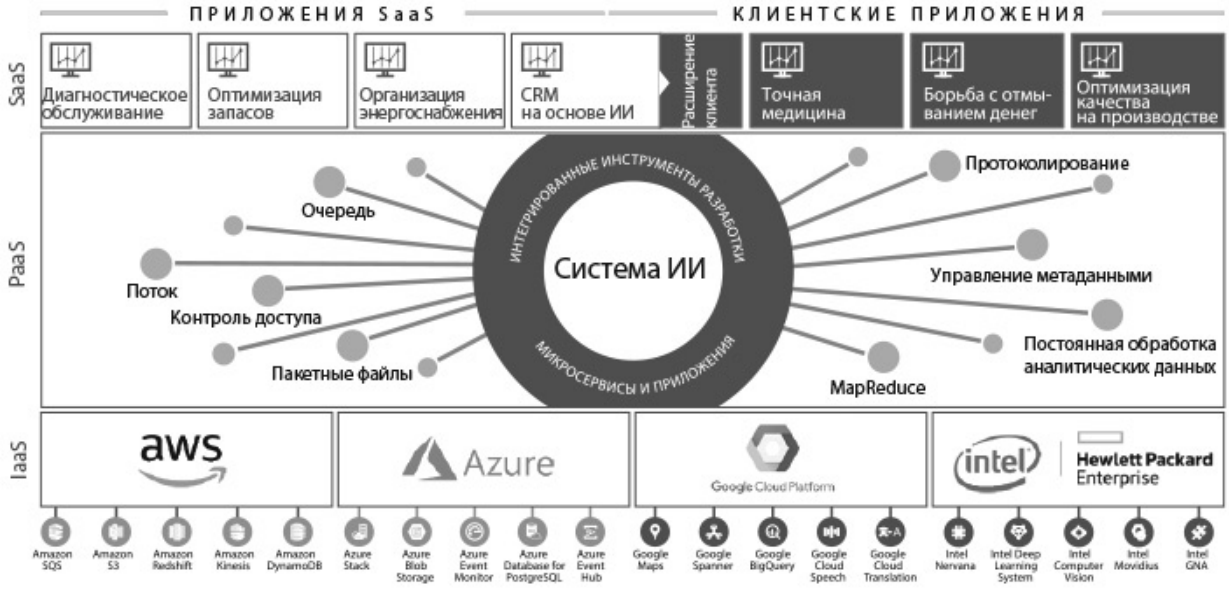

Рисунок 10.8

Вторая важная услуга, которую предоставляют облачные провайдеры, – стремительное развитие микросервисов. Микросервисы вроде TensorFlow от Google ускоряют машинное обучение. Amazon Forecast упрощает глубокое обучение для часто обновляемых данных. Azure Stream Analytics объединяется с Azure IoT Hub и Azure IoT Suite, обеспечивая эффективную аналитику показателей счетчиков IoT в режиме реального времени. Кажется, не проходит и недели, чтобы Azure, AWS, Google и IBM не представили очередной полезный микросервис.

На мой взгляд, многоязычная поддержка облака – важная возможность нового комплекса технологий ИИ. Она не только

обеспечивает переносимость приложения из одного облака в другое, но и позволяет запускать приложения ИИ и IoT в нескольких облаках одновременно. Это важно: пока провайдеры продолжают конкурировать друг с другом, вы можете выбирать микросервисы от разных поставщиков, чтобы оптимизировать возможности своих приложений. С появлением нового более полезного микросервиса вы просто отключаете старый. Ваши приложения продолжают работать, но с более высокой производительностью и точностью, и приносят вам бо́льшую экономическую выгоду.

Разработка многоязычного облака

Многоязычное развертывание обеспечивает переносимость приложений между облачными провайдерами. Оно позволяет одновременно запускать приложения ИИ и интернета вещей в разных облачных хранилищах.

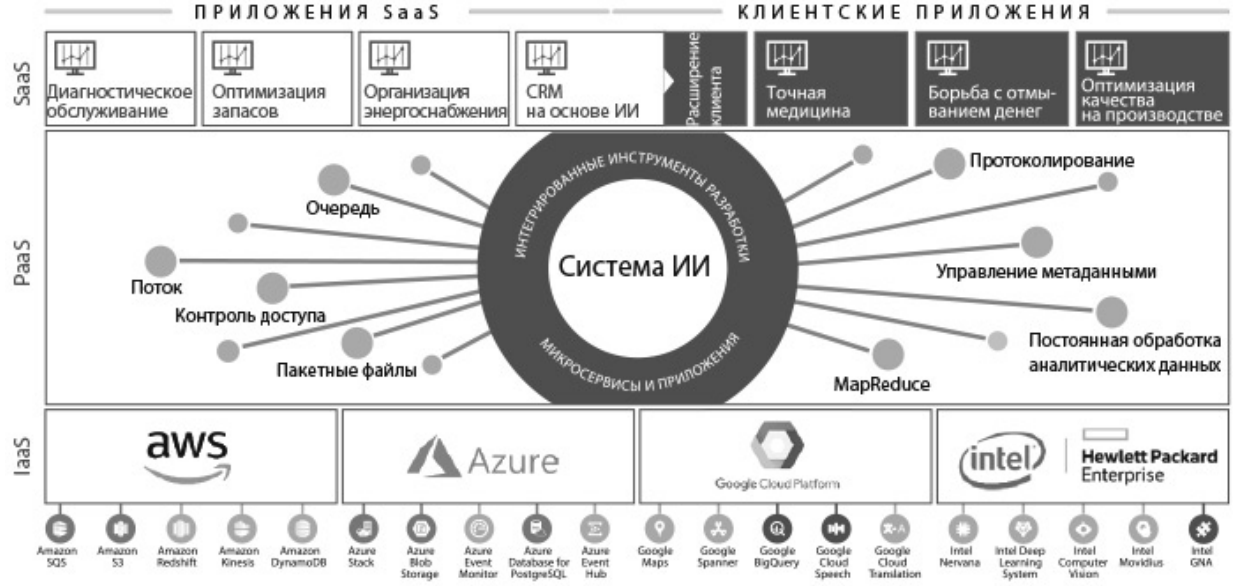

Рисунок 10.9

Глава 11. План действий CEO

Выше ставки, больше угроз, больше наград

Только вдумайтесь в это: средний возраст корпораций, входящих в список индекса S&P 500, в 1950-х годах составлял 60 лет, а в 2012 году – меньше 20 лет[263]. Половины компаний из списка Fortune 500 образца 2000 года больше нет[264]. В 2013–2017 годах средний срок пребывания CEO в должности в крупных корпорациях составлял меньше одного года, а раньше CEO работали по 5–6 лет[265]. Приобретения, слияния, приватизации и банкротства уничтожили статус-кво.

Я думаю, что эти тенденции ускорятся. Технологии, стимулирующие цифровую трансформацию, стали надежными, жизнеспособными и общедоступными. В разных отраслях появляются цифровые лидеры, использующие ИИ и IoT для того, чтобы стремительно усовершенствовать свои бизнес-процессы и обогнать медленных конкурентов.

В то же время рынки капитала с каждым днем становятся все более эффективными. Они все сильнее давят на несостоятельные компании. Пронырливые хедж-фонды и частные инвесторы постоянно ищут возможность купить, объединить, разделить и ликвидировать проблемные корпорации. Индустрия прямых инвестиций управляет капиталом в $2,5 триллиона и готова в любой момент воспользоваться резервом в $900 миллиардов[266]. Этот капитал будет направлен не только на сделки по поглощению, но и на финансирование быстрорастущих и конкурентоспособных цифровых компаний. История показывает, что фонды обеспечивают рост компаний, использующих современные технологии, и безжалостно эксплуатируют, ликвидируют и уничтожают компании, которые этого не делают. Организации, которые не смогут измениться в цифровом плане, станут первой мишенью.

Конкурентные угрозы в цифровой сфере исходят отовсюду и возникают самым неожиданным образом. В январе 2018 года Amazon,

Berkshire Hathaway и JP Morgan Chase объявили о совместном проекте в сфере здравоохранения. За один день торгов десять крупнейших американских компаний в этой отрасли лишились $30 миллиардов рыночной капитализации[267]. Стоимость некоторых упала на 8 %. Возможно, вы посчитаете это исключением из правила. Но, поверьте мне, это только начало.

Несмотря на нависшую угрозу вымирания и острую необходимость действовать, компании, которые преуспеют в этой гонке, будут щедро вознаграждены. Все крупные исследования потенциального экономического влияния цифровой трансформации, проведенные такими организациями, как McKinsey, PwC, BCG и Всемирный экономический форум, показывают, что у компаний есть возможность создать триллионы долларов экономической ценности благодаря искусственному интеллекту и интернету вещей.

Фактически это ситуация, в которой победитель получит все. Изменившиеся компании выйдут на абсолютно новый уровень, тогда как их конкуренты безнадежно отстанут. Танки обгонят лошадей.

Цифровая трансформация – это новая задача в духе «сделай или умри». Действия CEO определят, что ждет компанию – успех или гибель.

CEO-революционеры

Как мы уже отмечали, цифровая трансформация проникла повсюду: она затронула каждый отдел организации и добралась до ее основания, то есть до навыков и активов, которые выделяют ее в ряду остальных. По этой причине успешная цифровая трансформация должна идти сверху, при полной поддержке CEO и совместной работе всех руководителей высшего звена и начальников отделов.

Фактически цифровая трансформация полностью изменила цикл внедрения технологий. В прошлые десятилетия новые технологии часто рождались в исследовательских лабораториях. Затем создавались новые компании, которые выводили их на рынок, а потом благодаря IT-подразделениям технологии появлялись в целой отрасли. После постепенного внедрения в организации они привлекали внимание директора по информационным технологиям. И лишь спустя несколько

лет (или вовсе никогда) они достигали уровня CEO. Обычно это происходило в форме краткого изложения или во время согласования бюджета, требующего подписи CEO.

Сегодня CEO лично запускают цифровую трансформацию. Это огромная перемена – абсолютно новая парадигма внедрения инновационных технологий. В ее основе лежит природа риска («изменись или умри»), а также высокая степень сложности. Если раньше CEO не принимали участия в принятии решений относительно IT-стратегии, то сегодня они становятся движущей силой этого процесса.

В последнее десятилетие команда C3.ai активно участвовала в цифровой трансформации многих клиентов из разных стран и отраслей. Благодаря этому опыту мы разработали проверенную методику – Десятишаговый план действий CEO, который помогает ускорить успех цифровой трансформации.

Запустить цифровую трансформацию непросто в силу сложностей внедрения новых технологий и управления переменами в бизнес-процессах. Многие организации настолько этого боятся, что не решаются действовать. Другие резко хватаются за проекты трансформации, не имея надежной методики, что снижает шансы на успех. Многие организации подошли к цифровой трансформации очень основательно. Они следовали Плану действий CEO, который вобрал в себя лучшие мировые практики и стал эффективным руководством для любой организации. С ним компании уверенно движутся вперед.

План действий CEO – это не последовательный, пошаговый процесс. Скорее это набор из десяти принципов или ключевых факторов успеха. Некоторые из них будут применяться одновременно, некоторые – последовательно. Каждая компания адаптирует их под свое состояние. Тем не менее все десять принципов крайне важны: они затрагивают ключевые сферы руководства, стратегию, реализацию, технологии, управление переменами и корпоративную культуру.

План действий CEO в области цифровой трансформации

Сильнее возможностей лишь угроза вымирания.

1. Превратите команду руководителей высшего звена в драйвер перемен.

2. Наделите директора по цифровым технологиям полномочиями и бюджетом.

3. Работайте пошагово, чтобы добиваться побед и извлекать бизнес-ценность.

4. Одновременно с этим формируйте стратегическое видение и действуйте.

5. Разработайте план цифровой трансформации и расскажите о нем заинтересованным сторонам.

6. Тщательно выбирайте партнеров.

7. Сосредоточьтесь на экономической выгоде.

8. Сформируйте культуру преобразований и инноваций.

9. Переобучите свою команду лидеров.

10. Постоянно переобучайте сотрудников. Инвестируйте в самообразование.

1. Превратите команду руководителей высшего звена в драйвер перемен.

Команда топ-менеджеров, нацеленная на реализацию программы цифровой трансформации – безусловное требование и главный приоритет. Руководители должны стать движущей силой цифровой трансформации. Не думайте, что CEO или директор по маркетингу должны внезапно начать писать код или внедрять новые технологии. Стефани Ворнер, научный сотрудник центра исследований информационных систем при Школе менеджмента Слоуна MIT, пишет: «Потребность в цифровом мышлении не означает, что CEO должны писать код. Это означает, что CEO и другие топ-менеджеры обязаны знать, какие возможности цифровые технологии открывают для их компаний и как создать привлекательное предложение в цифровом аспекте, которое выделит их компанию среди других»[268].

В прошлом руководителям компаний требовалось лишь базовое понимание технологий. Сегодня CEO вынуждены следить за потоком информации о постоянно меняющихся технологиях, иметь возможность решать, что имеет отношение к бизнесу, и определять приоритеты, на каких новых технологиях следует сосредоточиться, а какие отфильтровывать[269]. Сегодня конкуренция может возникнуть из

ниоткуда, особенно со стороны цифровых компаний. Вот почему решение этой задачи приобретает все большее значение.

Руководители высшего звена должны выделить деньги и ресурсы, а также обеспечить поддержку, необходимую для цифровой трансформации[270]. Руководство компании обязано продемонстрировать свою приверженность к цифровой трансформации. Лишь в этом случае все сотрудники смогут разделить общее в*и*дение.

Это непростая задача. Порой заручиться поддержкой топ-менеджмента бывает крайне сложно. Глава крупной европейской компании по производству тяжелой техники испытал это на своем опыте. Его идея запустить цифровую трансформацию ради эволюции компании была очевидна: он хотел изменить порядок вещей, чтобы компания росла и становилась более гибкой и сильной. Но у каждого подразделения были свои приоритеты. Изначально сотрудники не поняли, что такое цифровая трансформация. Это вызвало непонимание и убежденность в том, что CEO просто хочет «купить технологии». Лишь когда в компании сложилось общее понимание цифровой трансформации и поставленной цели, CEO смог привлечь руководителей высшего звена в свою команду.

Цифровая трансформация ориентирована на долгосрочную перспективу. Для этого необходимо мыслить широко и держать в уме общую картину будущего, отказавшись от простой оценки финансовых результатов за следующий квартал.

Цифровая трансформация также требует определенного типа личности. Лидеры должны брать на себя риски, высказывать свое мнение и быть готовыми к экспериментам[271]. Они должны хорошо разбираться в технологиях и терминологии. Это означает, что они должны знать, какие возможности дают современные технологии и чем занимается команда разработчиков. Чтобы добиться успеха, CEO должны окружить себя руководителями высшего звена и советом директоров, которые обладают схожими качествами.

2. Наделите директора по цифровым технологиям полномочиями и бюджетом.

Высшее руководство должно стать движущей силой цифровой трансформации. При этом компания нуждается в одном человеке,

который сосредоточится на результатах цифровой трансформации. Этот человек – директор по цифровым технологиям (CDO), наделенный полномочиями и бюджетом для выполнения новых задач. Я убедился, что эта модель успешно работает.

Главная задача CDO – проводить цифровую трансформацию. Он сосредоточен на стратегии перемен и доносит до сотрудников планы действий и результаты. CDO должен наладить хорошие отношения с коллегами, чтобы помочь руководителям бизнес-направлений изменить рабочие процессы.

Роль CDO связана не только с внедрением или сменой технологий, но и с обеспечением полного спектра цифровой трансформации. Он должен понимать, что произойдет в будущем и как должна развиваться организация, чтобы воспользоваться новыми возможностями, создать новую экономическую ценность для потребителей и компании и управлять потенциальными рисками. Работа руководителя службы безопасности очень важна из-за постоянных угроз кибератак и вторжений. Так же и директор по цифровым технологиям приобрел новое значение в эпоху цифровой трансформации.

Фигура CDO важна, но его усилий будет недостаточно, чтобы поддержать все инновации, которые необходимо внедрить в организации. Лучший вариант – создать центр цифровой трансформации, или центр компетенций. Это кросс-функциональная команда инженеров ПО, экспертов по исследованию данных, специалистов по разработке продукта и менеджеров по продукту. Они совместно работают над созданием и развертыванием приложений ИИ и IoT. CEO и CDO играют ключевую роль в формировании центра компетенций, его поддержке и взаимодействии с ним.

Центр компетенций, в частности, нужен для того, чтобы научить персонал компании самостоятельности в вопросах цифровой трансформации. Команда центра должна размещаться в одном офисе, чтобы ее члены тесно взаимодействовали друг с другом и с остальными сотрудниками компании.

Иногда директор по цифровым технологиям может предложить дополнить внутренние возможности компании поддержкой со стороны. Это действенная стратегия для запуска цифровой трансформации.

CDO должен заручиться полной поддержкой CEO и обладать необходимыми полномочиями. Он несет ответственность за

составление плана цифровой трансформации, отношения с поставщиками и контроль над выполнением проекта. Он должен вести себя как полноценный партнер CEO, ответственный за результат.

3. Работайте пошагово, чтобы добиваться побед и получать бизнес-ценность.

Извлечь бизнес-ценность как можно скорее не менее важно, чем собрать и объединить силы внутри компании. Воспользуйтесь простыми советами.

• Не вмешивайтесь в бесконечную и сложную работу по унификации данных.

• Определите варианты использования технологических решений, которые быстро принесут выгоду и только потом занимайтесь решением проблем в сфере IT.

• Применяйте поэтапный подход к реализации проектов – так вы сможете окупить инвестиции менее чем за год.

Многие компании безнадежно погрязли в сложных проектах внедрения «озера данных», которые тянутся годами с большими затратами и приносят мало или вообще ничего не значат. Подобных примеров, к сожалению, очень много. Попытки создать всеобъемлющее «озеро данных» для решения аналитических задач – обычное явление. Одна нефтегазовая компания годами пыталась создать общее «озеро данных», которое существовало только на бумаге. Американский производитель тяжелого оборудования потратил два года и привлек 20 консультантов, чтобы разработать общую модель данных, но так ничего и не добился.

GE потратила больше $7 миллиардов, пытаясь разработать программную платформу цифровой трансформации – GE Digital. В итоге это привело к неудачам и увольнению ее знаменитого CEO.

Крупный британский банк вложил более €300 миллионов в создание крупного системного интегратора, пытаясь разработать специальную платформу цифровой трансформации для борьбы с отмыванием денег. Три года спустя результатов так и не было, банк продолжает подвергаться штрафам и сегодня работает в условиях жесткого нормативного надзора.

Корпоративный мир полон примеров долгих и дорогих экспериментов в сфере IT, в ходе которых компании пытались нарастить свои внутренние возможности. Действительно ли это ваша сфера специализации? Возможно, вам стоит положиться на экспертов, которые уже не раз приносили компаниям ощутимые результаты и окупали инвестиции меньше чем за год.

Чтобы создать бизнес-ценность, сначала нужно определить варианты использования технологий, рассчитать экономическую выгоду и только потом думать об IT-составляющей. Возможно, директор по информационным технологиям посчитает это глупостью, но модель с вариантом позволяет сосредоточиться на факторах эффективности.

Выбрав поэтапную модель – сегодня эта гибкая модель популярна в сфере разработки ПО, – команды достигнут результатов гораздо быстрее. Таким образом, они смогут работать над проектами короткими итерационными циклами, направленными на постоянно нарастающий прогресс. Каждый такой цикл принесет дополнительную экономическую выгоду и позволит разработчикам сосредоточиться на конечном результате и клиенте (как внешнем, так и внутреннем). Для членов команды это имеет психологическое преимущество: они чувствуют вовлеченность в продуктивную работу, которая способствует росту компании, и получают мотивацию на выполнение конкретных проектов по цифровой трансформации.

4. Одновременно с этим формируйте стратегическое в*и*дение и действуйте.

В основе стратегии цифровой трансформации должно лежать создание и получение экономической ценности. Проверенный подход – создать карту полной цепочки добавленной стоимости для вашей отрасли и затем определить те места этой цепочки, которые были или, по вашему мнению, будут оцифрованы. Это поможет понять пробелы цифровизации. На рисунке 11.1 показан пример такого анализа в сфере производства.

План цепочки добавленной стоимости в сфере производства

Полезное упражнение: составить план цепочки добавленной стоимости, например для сферы производства, и определить, что было

или будет оцифровано.



Рисунок 11.1

В основе вашего плана цепочки добавленной стоимости и вашей стратегии может изначально лежать оптимизация запасов и производства, прогнозирование обслуживания на основе ИИ и отток клиентов. Порядок вашей стратегии зависит от того, как и где вы можете получить бизнес-ценность. Вы должны расположить проекты в таком порядке, чтобы получить самую высокую вероятность моментального получения экономической и социальной выгоды. Не пытайтесь объять необъятное. Выполняйте проекты поэтапно, проверяя свою стратегию, налаживая процессы и повышая ценность своей компании с каждой выполненной задачей.

Разработка стратегии состоит из двух ключевых элементов. Это бенчмаркинг и оценка потенциала эволюционного разрыва в вашей отрасли.

Бенчмаркинг

Цифровая трансформация, как и другие аспекты бизнеса, протекает в условиях конкуренции. Вы должны сравнить цифровые возможности своей компании с возможностями ваших конкурентов и лучших игроков вашей отрасли. Где находится ваша индустрия на шкале цифровой зрелости? Кто ваши цифровые конкуренты? Чем вы отличаетесь от них? Ответьте на эти вопросы, чтобы разобраться в ситуации.

Процесс бенчмаркинга можно выполнить следующим образом:

1) проверьте подходы к цифровой трансформации, принятые в вашей отрасли;

2) сравните свои возможности с возможностями конкурентов;

3) определите лучшие практики ваших более продвинутых конкурентов;

4) составьте план по улучшению своих возможностей.

В интернете можно найти множество критериев оценки уровня цифровой трансформации компании.

Как только вы оценили цифровые способности своей компании, постарайтесь понять, как ваша отрасль может измениться и как вам подготовиться к наступлению будущего. Определите экзистенциальные угрозы для вашей компании в ближайшем десятилетии. Подумайте о том, как превратить эти угрозы в области стратегического конкурентного преимущества.

Оценка потенциала эволюционного разрыва

Разработка стратегии требует оценки отрасли и потенциала эволюционного разрыва, который сможет ее встряхнуть. Это нелегко. Вы должны определить не только угрозы со стороны знакомых вам конкурентов, но и неожиданные угрозы, примеров которых в последние годы было предостаточно. Это могут быть конкуренты, принявшие более качественный подход, малобюджетные выскочки, гибкие цифровые компании, компании с большей популярностью или знаниями, а также существующие организации, освоившие новые области. Возможны угрозы со стороны иностранных конкурентов.

Сегодня куда чаще, чем в прошлом, возникают репутационные угрозы, связанные с вопросами безопасности или общественных связей.

Вспомним, например, как Amazon, JP Morgan и Berkshire Hathaway повлияли на котировки в январе 2018 года, объявив о своем намерении выйти на рынок здравоохранения. Акции страховых компаний и аптечных сетей тут же рухнули[272]. Другие примеры: влияние Netflix на Blockbuster или Uber и Lyft на отрасль пассажирских перевозок.

Консалтинговая компания Bain & Co. уделяет повышенное внимание отраслям, в которых может произойти цифровой эволюционный разрыв. Это вот-вот случится в отраслях, где компании извлекают выгоду из информации в режиме реального времени, лучшего размещения товаров или ресурсов, умной автоматизации рутинных процессов и улучшения клиентского опыта (см. рисунок 11.2).

Признаки потенциального цифрового эволюционного разрыва

Насколько уязвима ваша отрасль? Эта модель, разработанная компанией Bain, содержит признаки потенциального цифрового эволюционного разрыва. В ее основе лежат три составляющие – затраты, клиентский опыт и бизнес-модель.



Рисунок 11.2

Оценить уязвимость вашей отрасли помогут несколько ключевых показателей. Первый – операционная эффективность. Работают ли участники рынка с высокими производственными затратами и испытывают ли они необходимость повысить эффективность? Это поможет оценить потенциал новых компаний, которые могут работать с меньшей наценкой и большей производительностью.

Теперь давайте подумаем о пороге входа. Можно ли считать законодательные ограничения или требования к объему капитала единственной причиной, по которой крупные компании процветают в вашей отрасли? Возможно, это говорит о том, что новый игрок радикально изменит рынок, минуя барьеры. Например, Airbnb перевернула гостиничную индустрию, обойдя существующие ограничения.

Наконец, подумайте о том, насколько ваша отрасль зависит от основных средств. В эпоху цифровой трансформации большая зависимость от основных средств скорее потенциальная слабость, а не надежный порог входа. Например, банкам следует пересмотреть целесообразность инвестиций в физические отделения, поскольку клиенты все чаще пользуются цифровыми каналами услуг. В современном мире инвестиции в процессы на основе ИИ принесут гораздо больше прибыли, чем открытие нового отделения.

С другой стороны, наличие собственных технологий, высокая операционная эффективность и контроль над каналами распределения говорят о том, что в вашей индустрии вряд ли в ближайшем будущем произойдет эволюционный разрыв. Если вы поймете, насколько ваша компания и вся отрасль в целом восприимчивы к эволюционному разрыву, вы сможете принять важные стратегические решения. Пришло время задуматься о своей готовности к эволюционному скачку[273].

5. Разработайте план цифровой трансформации и расскажите о нем заинтересованным сторонам.

К настоящему моменту вы заручились поддержкой руководителей высшего звена, изучили состояние своей отрасли, оценили свои цифровые способности, сравнили себя с конкурентами и сделали выводы на основе опыта лидеров цифровой трансформации. Теперь вы должны составить план для своей компании и поговорить о нем с заинтересованными сторонами.

«Такой подход предполагает разработку портфеля возможностей – определение главных направлений или отделов, которые получат наибольшую выгоду от трансформации, – полагают в компании BCG. – Он также подразумевает определение и постепенное устранение препятствий для трансформации. Во время фазы разработки компании формируют и доносят свое в*и*дение до окружающих, чтобы заручиться

поддержкой для осуществления необходимых перемен. Они также инвестируют в системы аналитической обработки данных – делают аналитику ресурсом для каждой операции»[274].

Во-первых, определите будущий образ вашего цифрового бизнеса. Как выглядит ваше идеальное будущее с точки зрения организационной структуры, сотрудников и руководителей, продуктов и услуг, культуры и внедрения технологий? Сравните свое идеальное будущее с текущим положением и обозначьте все проблемы. Составьте график трансформации с четко обозначенными этапами. Пусть он будет в меру гибким, чтобы не казался вам невыполнимым.

В лучших планах цифровой трансформации содержатся конкретные шаги и четкие графики по созданию высокотехнологичных приложений с искусственным интеллектом. Темп разработки и развертывания зависит от конкретных целей и обстоятельств, но наш опыт показывает, что сравнительно маленькая группа может запускать по два крупномасштабных приложения с искусственным интеллектом каждые полгода. Типичный план для крупной международной компании представлен на рисунке 11.3.

План цифровой трансформации

В этом примере представлен план для организации, оказывающей финансовые услуги. Это практическое руководство, помогающее отслеживать прогресс.



Рисунок 11.3

Эта дорожная карта послужит сразу нескольким целям на вашем пути. Во-первых, она станет четким и выполнимым планом действий, с помощью которого вы будете оценивать прогресс вашей компании. Конечно, план может измениться, но он по-прежнему будет полезен для отслеживания прогресса. Он поможет не свернуть с пути и как можно скорее получить бизнес-ценность. Наконец, дорожная карта станет действенной программой для всей вашей компании. Не забывайте, что вы должны запланировать годовую экономическую прибыль от каждого проекта. Каждый проект должен вести к этой цели. Если вы не можете измерить ожидаемую прибыль, откажитесь от проекта.

Координация действий внутри компании имеет очень важное значение. Как руководитель, вы должны успешно донести свое в*и*дение до всех заинтересованных сторон в своей компании. Изменение компании, ее культуры и мышления требует согласия не только руководителей высшего звена, но и всех сторон. Как писал старший партнер компании McKinsey Жак Бугин:

Сегодня многие понимают, что для цифровой трансформации необходима активная поддержка CEO на протяжении всего пути. Тем не менее нисходящая поддержка должна выйти за рамки главы компании. В первую очередь во главе общего цифрового проекта необходимо поставить директора по цифровым технологиям. Однако для полноценного изменения корпоративной культуры нужно также, чтобы поддержка цифрового преобразования шла вниз от топ-менеджеров к каждому сотруднику, чтобы вся организационная пирамида двигалась в сторону трансформации. Все лидеры – от вышестоящих руководителей до консультантов – должны изменить образ мышления[275].

Мы поговорим о переменах и формировании культуры инноваций в конце этой главы.

6. Тщательно выбирайте партнеров.

Чтобы следовать видению цифровой трансформации, нужно выбрать правильных партнеров. Это относится ко всей экосистеме партнерских отношений, которые должны установить CDO и CEO: отношениям с партнерами, предоставляющими ПО, облачными провайдерами, другими компаниями и холдингами. В цифровом мире роль партнеров значительно возросла. Существует четыре области трансформации на основе ИИ, в которых партнеры могут оказаться особенно полезными. Это стратегия, технологии, услуги и управление переменами.

Стратегия

Партнеры по управленческому консалтингу помогут вам сформировать стратегию по внедрению ИИ. Они составят план цепочки добавленной стоимости, проанализируют стратегические возможности и угрозы, а также определят ключевые приложения и сервисы на основе ИИ, которые вы должны разработать для извлечения экономической прибыли. Партнеры помогут вам создать организационную структуру для осуществления перемен, включая создание центра компетенций, а также наладят рабочие процессы и систему вознаграждений сотрудников для вашей компании.

Технологии

Партнеры по разработке ПО предоставят вам нужный комплекс технологий для запуска цифровой трансформации. Я советую избегать «случайных» архитектур с открытым исходным кодом Hadoop, слабых сервисов крупных облачных провайдеров и использования «озера данных» от консалтинговых фирм. Поначалу они могут показаться удобными. Но по мере масштабирования трансформации сложность вашей системы резко вырастет. Каждое приложение или сервис потребует замены множества неисправных компонентов. Ваши программисты будут тратить почти все рабочее время на исправление слабого технического кода, а не на решение бизнес-проблем. Пострадает и ваша техническая гибкость.

Я рекомендую обратиться к провайдерам технологий, которые предложат единый набор качественных сервисов для разработки высокотехнологичных приложений с big data. При анализе партнеров ищите компании с опытом поддержки масштабируемых приложений.

Сервисы

Профессиональные сервисные компании помогут вам разработать высокотехнологичные приложения с искусственным интеллектом и расширить ваш штат. Они предоставят команды разработчиков, экспертов по интеграции данных и специалистов по data science, если у вас нет таких сотрудников (или если вы хотите привлечь к работе опытный персонал). Выбирайте партнеров с проверенной моделью гибкой программной разработки, которые выпускают готовые приложения за несколько месяцев, а не лет, – партнеров, которые успешно передадут рабочие решения и знания вашей команде через налаженные образовательные программы.

Управление переменами

Допустим, вы разработали приложения и сервисы на основе ИИ. Теперь, чтобы получить экономическую выгоду, вам нужно трансформировать целую компанию и рабочие процессы. Вам придется интегрировать искусственный интеллект в свои бизнес-процессы одновременно с разработкой программных решений.

Вы должны понимать, как люди и машины могут работать вместе, – например, машина может выдавать рекомендации и помогать человеку принимать решения. Люди должны давать обратную связь системам ИИ, чтобы те могли самообучаться и развиваться.

Люди часто не доверяют рекомендациям алгоритмов AI. Вы должны убедиться, что ваши сотрудники объективно оценивают рекомендации и следуют им по мере возможности.

Не исключено, что вам придется изменить систему поощрения и организационную структуру команд. В некоторых ситуациях организационные проблемы могут представлять большую сложность, например, если в компании большой штат сотрудников, которые привыкли работать и получать зарплату по установленному распорядку.

Сотрудников придется переобучить, а трудовые договоры переписать. Придется нанять новых руководителей, изменить систему компенсации и стимулирования, пересмотреть практики найма, обучения и управления персоналом. Изменится сама суть работы, и пока вы не обучите, не организуете и не замотивируете сотрудников на извлечение пользы из новых технологий, вы не добьетесь экономических и социальных выгод. Это нелегко. Но решение этих проблем принесет вам высокую прибыль.

7. Сосредоточьтесь на экономической выгоде.

Глава компании ITT Гарольд Джинин прославился своим высказыванием о том, что задача управления – управлять. От Питера Друкера мы узнали, что, если что-то действительно важно, мы можем это измерить. А Энди Гроув научил нас, что выживут только параноики.

Как бы вам ни хотелось делегировать проекты цифровой трансформации сторонней организации, вы не сможете это сделать. Это ваша работа. Когда вы решите заняться ею, я советую вам сосредоточиться на экономической и социальной выгоде, выгоде для ваших клиентов, заинтересованных сторон и общества в целом. Если вы и ваша команда не можете выбрать проекты цифровой трансформации, которые принесут большую экономическую ценность в течение года, продолжайте искать. Если проект не принесет прибыль в течение года, откажитесь от него. Рынок меняется слишком быстро. Требуйте быстрых результатов.

На протяжении этого пути вам предложат множество цифровых проектов, которые покажутся бессмысленными. Многие проекты будут настолько сложными, что покажутся невыполнимыми. Правило звучит так: если проект кажется бессмысленным, это потому, что он бессмысленный. Если он кажется невыполнимым, значит, он невыполнимый. Если вы не понимаете его, откажитесь от него.

В прошлом десятилетии я активно работал с CEO и топ-менеджерами многих компаний из списка Fortune 100. Они оценивали и отбирали подобные проекты. Мы рекомендовали отказаться от семи из десяти предложенных проектов. Такие проекты были обречены на провал и в большинстве случаев действительно проваливались. На этом пути важнее всего отсеять проекты, которые вам не стоит финансировать.

Это командный спорт. Вовлекайте в обсуждение свою руководящую команду, бизнес-лидеров и проверенных партнеров. Если вы отвергнете достаточное количество идей, предложенных в ходе бесконечных переговоров, в результате обязательно возникнет проект, который принесет большую экономическую выгоду и который можно выполнить за полгода или год. В случае успеха его можно будет масштабировать в пределах целой корпорации. Держитесь за него и не отпускайте, пока не получите прибыль. Ваш путь цифровой трансформации начался.

Когда вы выберете один или несколько подобных проектов, обратитесь к экспертам по программным технологиям. Финансируйте проект. Каждую неделю оценивайте прогресс. Определите ясные и объективно измеримые промежуточные результаты и поручите сотрудникам достигать их. Если промежуточный результат не получилось достичь, распорядитесь подготовить вспомогательный план, чтобы не выбиться из графика. Ежедневно общайтесь с сотрудниками, чтобы ощутить прогресс или его отсутствие. Не ограничивайтесь еженедельным отчетом. И самое главное: поверьте, что, если вы не выполните все, что перечислено выше, проект провалится.

8. Сформируйте культуру преобразований и инноваций.

CEO может обладать четким в*и*дением того, что необходимо для трансформации компании. Но руководители высшего и среднего звена,

а также рядовые сотрудники тоже должны принимать это видение и работать в условиях, которые способствуют достижению успеха. В выпущенном в 2018 году обзоре передовых практик Forrester Consulting о цифровой трансформации говорилось, что почти половина сотрудников низшего звена, принимающих решения, не понимают задач цифровой трансформации[276]. Говорят, что все хорошие планы умирают за пределами кабинетов руководителей высшего звена. Без понимания того, какой должна стать корпоративная культура, это выражение окажется верным.

Чтобы успешно начать цифровую трансформацию, CEO должен понять, как выглядит мир цифровой трансформации, на что похож эволюционный разрыв и для чего нужны цифровые продукты. Чтобы собрать необходимую информацию и представить будущее своей компании, CEO должны навестить те подразделения, которые могут стать источниками эволюционного разрыва. Как говорилось в статье, опубликованной на сайте McKinsey в феврале 2017 года: «Компании должны быть готовы к радикальному преобразованию, чтобы найти новые, важные и устойчивые источники прибыли»[277]. Где еще найти вдохновение для радикальных перемен, как не в источнике прорыва?

В C3.ai я часто принимаю у себя руководителей компаний, а также правительственные делегации со всего мира. Эти люди пытаются понять гибкую, подвижную культуру Кремниевой долины. Зачастую мои гости встречаются с руководителями небольших организаций в Области залива, работающими в разных направлениях и отраслях.

Вспомните Uber, Airbnb, Amazon, Apple, Tesla, Netflix. Эти компании опередили традиционных участников рынка, изменили целые отрасли и создали новые бизнес-модели. Они создали абсолютно новые подходы к своему бизнесу и предложили новые услуги. Благодаря общению с резидентами Кремниевой долины руководители иностранных компаний могут понять, как выглядит новаторская фирма, как она взрывает свою отрасль и как то же самое можно сделать в своей компании.

Но самое важное: руководители могут узнать у этих компаний, что значит инновационная культура. Она вовсе не ограничивается поверхностными переменами, например офисами с пуфиками, суши на обед и ежедневным массажем. Скорее это формирование культуры

ключевых ценностей, поощряющих коллаборацию, усердную работу и постоянное обучение.

Гости нашего офиса в Кремниевой долине часто отмечают энергичность и целеустремленность членов нашей команды, которые работают в опен-спейсе и часто собираются в небольшие группы для совместного решения проблем. Гости обычно спрашивают о наших четырех ценностях: инновациях, любознательности, целостности и коллективном интеллекте. Они написаны на плакате, который висит в нашей открытой обеденной зоне. Гости видят нашу «Стену славы», на которой мы вешаем сертификаты каждого сотрудника, прошедшего обучение ради карьерного роста. За это мы финансово поощряем их – это эффективный способ укрепить культуру обучения.

Методы, которыми вы привлекаете, удерживаете и, самое главное, мотивируете и организуете людей, заметно изменились за последние десятилетия. При взаимодействии с работниками старшего поколения мы уделяем основное внимание системам оплаты труда в качестве мотивации. Но сегодня у нас работают люди разных поколений: бэби-бумеры, представители поколения X и миллениалы. Это разнообразная и сложная группа. У наших сотрудников разные системы ценностей, мотиваторы и наборы навыков. Вы должны придумать, как превратить этот коктейль разных типов мышления, целей и мотивации в целеустремленное и продуктивное целое с общей миссией и целью.

Многочисленные исследования показывают, что способность к успешным инновациям есть у компаний, обладающих определенными чертами: высокой готовностью к риску, гибким управлением проектами, квалифицированным персоналом, наделенным достаточными полномочиями, культурой сотрудничества, отсутствием барьеров и эффективной структурой принятия решений. В 2016 году ученые из Школы менеджмента Слоуна MIT сообщили: «Компаниям, которые хотят прийти к цифровой зрелости, поможет “один необычный фокус” – разработка эффективной цифровой культуры. Характеристики культуры, которые мы определили: готовность рисковать, структура лидерства, рабочий стиль, гибкость и стиль принятия решений – не единственное, что поможет вашей компании успешно конкурировать в цифровом мире. Но без них конкуренция невозможна»[278].

Без культуры, поощряющей инновации и риск, даже самая продуманная стратегия цифровой трансформации обернется неудачей.

9. Переобучите свою команду лидеров.

Давайте посмотрим правде в глаза. На сегодняшний день ваша компания не обладает навыками, которые способны привести вас к поставленной цели. Вы не можете просто привлечь консультантов, чтобы изменить «ДНК» своей компании. Не можете просто нанять фирму по интеграции систем, выписать чек на $100 миллионов или $500 миллионов и забыть о проблеме. Чтобы провести цифровую трансформацию, вы должны вдохнуть в своих руководителей и сотрудников новые навыки и мышление. Вы и ваши заместители должны лично участвовать в управлении проектами.

Для начала составьте список литературы для топ-менеджеров. Я рекомендую вам и другим руководителям высшего звена изучить представленный ниже список, чтобы узнать, как развивался этот рынок, как меняются технологии сегодня, как преуспеть в применении этих технологий, а также разобраться в теории ИИ и IoT.

• Джеймс Глик, «Информация. История. Теория. Поток»[279]. Эта книга расскажет вам о теории информации с самого начала, поместив современные инновации в исторический контекст.

• Уолтер Айзексон, «Инноваторы. Как несколько гениев, хакеров и гиков совершили цифровую революцию»[280]. Это история развития информационных технологий, начиная от изобретений Ады Лавлейс и Чарльза Бэббиджа в XIX веке и заканчивая появлением iPhone и интернета. Она позволит вам изучить цифровую трансформацию как естественную эволюцию, ускорившуюся в последние 70 лет.

• Педро Домингос, «Верховный алгоритм. Как машинное обучение изменит наш мир»[281]. Прочитайте эту книгу, если хотите разобраться в искусственном интеллекте. Домингос описывает эволюцию теории и потенциала ИИ в контексте статистики, математики и логики – предметов, которые вы проходили в университете. Очень познавательная книга.

• Виктор Майер-Шенбергер и Кеннет Кукьер, «Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим»[282]. Самая практичная книга по крайне запутанной теме. Благодаря ей вы подойдете к технологиям big data с прагматической точки зрения, не обращая внимания на шумиху и ажиотаж.

• Аджей Агравал, Джошуа Ганс и Ави Голдфарб, «Искусственный интеллект на службе бизнеса. Как машинное прогнозирование помогает принимать решения»[283]. Прикладная книга об ИИ и проблемах, которые можно решить с его помощью.

• Эрик Бринолфссон и Эндрю Макафи, «Вторая эра машин. Работа, прогресс и процветание в эпоху новейших технологий»[284]. Это провидческая книга об искусстве возможного. Вдохновляет и мотивирует.

Возможно, приведенные названия покажутся вам сложными, но на самом деле эти книги очень понятны и полезны. Раз уж вы ввязались в проект цифровой трансформации, уделите время и энергию на приобретение опыта. Это не магия. Вы должны владеть знаниями, чтобы вдумчиво действовать, управлять процессами, принимать правильные решения и возглавлять управление переменами. То, что вы слышали об ИИ и цифровой трансформации, скорее всего, полная ерунда из уст самопровозглашенных экспертов, не добившихся ничего в этой сфере. Научитесь отличать сигнал от шума. Этот путь необходимо проделать с книгой в руках, и вам придется вдохновить на это руководителей высшего звена и ключевых сотрудников своей компании.

10. Постоянно переобучайте сотрудников. Инвестируйте в самообразование.

Давайте снова признаем очевидное. Ваши группы технических специалистов и руководителей пока что не обладают навыками, необходимыми для достижения успеха. Советов от высокооплачиваемых консультантов недостаточно. Не нужно менять старых сотрудников на новую квалифицированную команду. Вы можете просто переобучить их.

В C3.ai мы нанимаем самых опытных специалистов по data science и инженеров ПО на планете. За последний год мы получили 26 тысяч откликов на 100 вакансий в сфере обработки данных и разработки ПО. Мы провели 1700 собеседований и приняли на работу 120 человек. Чтобы нанять одного специалиста по data science, мы проводим собеседования с сотней кандидатов. Все кандидаты обладают ученой степенью PhD, полученной в лучших университетах мира. Опыт

работы у многих из них составляет 5–10 лет. У нас очень талантливые сотрудники с блестящим образованием.

Но даже у нас нет всех навыков, необходимых для успеха в этой динамичной сфере. Область исследования данных находится в зачаточном состоянии. Инновации разрабатываются с огромной скоростью во всех направлениях – облачных вычислениях, глубоком обучении, нейронных сетях, машинном обучении, обработке естественного языка, визуализации данных и этике ИИ.

Чтобы наши сотрудники никогда не отставали от быстро меняющихся технологий, мы разработали программу стимулирования постоянного обновления и улучшения навыков. Я рекомендую вам разработать подобную программу в своей компании.

Сегодня на Coursera и других образовательных порталах доступны замечательные учебные программы. Только представьте: полноценные учебные программы MIT, Стэнфордского университета, Университета Карнеги – Меллона, Гарварда доступны вашим сотрудникам в режиме онлайн. Если вы не пользуетесь возможностью непрерывного обучения, доступной каждому в XXI веке, вы многое упускаете.

В C3.ai мы поощряем своих сотрудников премиями за успешное завершение образовательных курсов, направленных на расширение знаний и навыков, необходимых для цифровой трансформации. Мы убедились, что это очень успешная программа для приобретения опыта. Все сотрудники, от секретаря до главного специалиста по data science, прошли эти курсы. Каждый из них получил письмо с благодарностью, подписанное CEO. Имя сотрудника увековечено в Зале славы самообразования в нашем главном офисе. За получение сертификата о прохождении курсов каждый получил премию в размере от $1 до $1,5 тысячи[285].

Ниже представлены названия курсов.

• Глубокое обучение (Deep Learning):
https://www.coursera.org/specializations/deep-learning
• Машинное обучение (Machine Learning):
https://www.coursera.org/learn/machine-learning
• Основы программирования на JavaScript, HTML и CSS (Programming Foundations with JavaScript, HTML and CSS):
https://www.coursera.org/learn/duke-programming-web

• Анализ и аналитика текстов (Text Mining and Analytics):
https://www.coursera.org/learn/text-mining
• Разработка надежного программного обеспечения (Secure Software Design):
https://www.coursera.org/specializations/secure-software-design
• Введение в кибербезопасность (Introduction to Cyber Security):
https://www.coursera.org/specializations/intro-cyber-security
• Python:
https://www.coursera.org/specializations/python
• Система Google Kubernetes (Google Kubernetes Engine):
https://www.coursera.org/learn/google-kubernetes-engine
• Приложения облачных вычислений. Часть 1. Системы и инфраструктура облака (Cloud Computing Applications, Part 1: Cloud Systems and Infrastructure):
https://www.coursera.org/learn/cloud-applications-part1
• Специализация «Бизнес- и финансовое моделирование» (Business and Financial Modeling Specialization):
https://www.coursera.org/specializations/wharton-business-financial-modeling
• TensorFlow:
https://www.coursera.org/specializations/machine-learning-tensorflow-gcp
• Специализация «Продвинутое машинное обучение» (Machine Learning Specialization):
https://www.coursera.org/specializations/aml
• Облачные вычисления (Cloud Computing):
https://www.coursera.org/specializations/cloud-computing
• IoT и AWS (IoT and AWS):
https://www.coursera.org/specializations/internet-of-things
• Функциональные принципы программирования на Scala (Functional Programming Principles in Scala):
https://www.coursera.org/learn/progfun1

Возможно, вы захотите запустить другую образовательную программу для своей компании. Я предложил эти курсы лишь в качестве примера. Подумайте об этом. Выгоды огромны. Когда вы разработаете подобную программу самообучения в своей компании, не

отдавайте ее на откуп отделу кадров. Вы, как руководитель, должны нести ответственность за обучение, участвовать в нем, вдохновляя сотрудников собственным примером, поощрять коллектив за участие и сделать программу основой своей корпоративной культуры.

Путь к цифровой трансформации

Я надеюсь, что эта книга помогла вам понять основы цифровой трансформации компании на основе облачных вычислений, big data, ИИ и IoT. Я описал эволюцию этих технологий и их слияние в начале XXI века, которое привело к массовому вымиранию и массовому разнообразию в бизнесе.

Как и в эволюционной биологии, новая среда, появившаяся в результате слияния технологий, представляет угрозу для компаний, но вместе с тем создает огромные возможности для тех из них, кто пользуется новыми ресурсами. Организации, которые признают значение открывшихся возможностей и которые готовы меняться, смогут извлечь из этого значительную экономическую ценность. Тех, кто не захочет меняться, ждет тернистый путь. Цифровая трансформация на основе ИИ и IoT – сложный процесс, но он позволит получить огромную экономическую прибыль и конкурентные преимущества.

Два предстоящих десятилетия принесут больше инноваций в области информационных технологий, чем последние полвека. Пересечение ИИ и IoT изменит все. Рынок корпоративных приложений и ПО изменится. Появятся новые бизнес-модели, продукты и сервисы, которые мы пока что даже не можем себе представить. Нас ждет немало новых возможностей. Но большинство корпораций и организаций, упустивших свой шанс, уйдут в историю.

Благодарности

«Цифровая трансформация» – результат десятилетней работы, вместившей в себя сотрудничество, обсуждения и споры с сотнями коллег, клиентов, исследователей и друзей.

Я впервые услышал этот термин в конференц-залах в Нью-Йорке, Шанхае, Риме и Париже в 2010 году. В 2011-м, 2012-м и в последующие годы цифровая трансформация все чаще обсуждалась CEO и руководителями высшего звена, которые приезжали к нам в C3.ai.

Этот термин заинтересовал меня. Цифровая трансформация? Как противоположность чему? Аналоговой трансформации? Что это означало?

Термин набирал популярность, и стало очевидным, что в этой идее было что-то, что люди посчитали важным. Кроме того, стало очевидным, что многие не понимают его значение. Когда я попытался подробнее разузнать о цифровой трансформации, то не нашел практически никакой информации.

Эта книга появилась в результате сотен, а возможно, и тысяч дискуссий, произошедших за последнее десятилетие. Она стала попыткой изложить суть всего, что я узнал о цифровой трансформации от руководителей корпораций, политических лидеров и ведущих ученых. Цифровая трансформация стала результатом социальных и экономических инновационных преобразований, произошедших за последние 50 лет в индустрии информационных технологий.

В ходе работы над книгой мне посчастливилось познакомиться с лучшими руководителями корпораций и ведущими политическими лидерами XXI века, продвигающими масштабные инновации. Это Жак Аттали; Франческо Стараче, Ливио Галло и Фабио Веронезе из Enel; Изабель Кошер и Ив Ле Желар из ENGIE; Джей Кроттс и Йохан Кребберс из Royal Dutch Shell; Майк Роман и Джон Линдекугель из 3M; Брэндон Хутман и Джули Лагаси из Caterpillar; Джон Мэй из John Deere; Том Монтаг из Bank of America; Джил Квиньонес из Энергетического управления штата Нью-Йорк; Манни Кансел из Con Edison; Лоренцо Симонелли из Baker Hughes; Марк Клэр и Дэвид Смоули из AstraZeneca; Джим Снейб из Siemens; Хайнрих Хизингер; министр ВВС США Хизер Уилсон и помощник министра Уилл Ропер;

заместитель министра обороны США Райан Д. Маккарти; Майк Каул и Майк Браун из подразделения оборонных инноваций; генерал Джон Мюррей из перспективного командования армии США; Марк Неймер из службы безопасности министерства обороны; генерал Густав Перна из командования материально-технического обеспечения сухопутных войск США и Брайан Шихан, председатель комиссии по торговле штата Иллинойс.

Многие люди внесли вклад в написание этой книги. Патрик Хаус, вместе с которым мы основали две ведущие компании по разработке ПО в Кремниевой долине, помог завершить этот проект. Эрик Марти выступил в качестве главного редактора – к счастью, у него была тяжелая рука. Свой ценный вклад внесли многие коллеги, в том числе Эд Аббо, Хуман Безади, Ади Бхашьям, Роб Дженкс, Дэвид Хавари, Никил Кришнан, Сара Мансар, Николай Удалов, Карлтон Ривз, Ума Сандилья, Рахул Венкатрадж, Мерил Виттевин, Дэниел Янг Смит, Лила Фридли, Эрика Шредер, Эдриан Рами и Эми Ирвайн.

Эта книга стала лучше благодаря активному и бескорыстному участию многих выдающихся ученых, в том числе Кондолизы Райс из Стэнфордского университета; Шанкара Састри из Калифорнийского университета в Беркли; Андреаса Кангеллариса и Билла Сандерса из Иллинойского университета в Урбане-Шампейне; Винса Пура и Эмили Картер из Принстонского университета; Ананты Чандракасан и Иана Вайца из MIT; Жака Био из Политехнической школы; Майкла Франклина из Чикагского университета; Зико Колтера из Университета Карнеги – Меллона; Педро Домингоса из Вашингтонского университета и Марко Джилли из Политехнического университета Турина.

Спасибо всем вам.

Об авторе

Томас Сибел – основатель, президент и глава C3.ai, ведущего поставщика корпоративного программного обеспечения. Он проработал сорок лет в сфере информационных технологий и стал свидетелем крупных циклов развития ИТ, включая появление реляционных баз данных, корпоративного ПО, интернета, ИИ и IoT.

Сибел начал карьеру в Oracle Corporation в начале 1980-х годов, а в 1993 году он представил систему управления клиентскими взаимоотношениями (CRM). Он основал Siebel Systems, в которой стал президентом и CEO. Siebel Systems быстро заняла лидирующие позиции в области по разработке корпоративного ПО. У компании было более 8 тысяч сотрудников, более 4,5 тысячи корпоративных клиентов и более $2 миллиардов годовой прибыли. В январе 2006 года Siebel Systems объединилась с Oracle.

Фонд The Thomas and Stacey Siebel Foundation финансирует проекты, связанные с решениями в области энергетики и здравоохранения, образовательные и исследовательские программы, а также проекты помощи бездомным и обездоленным людям. Фонд поддерживает Siebel Scholars Foundation (выделяет гранты магистрантам в области теории вычислительных систем, проектирования и бизнеса), Siebel Energy Institute (финансирует исследования в сфере энергетики) и Siebel Stem Cell Institute (поддерживает исследования в сфере регенеративной медицины), а также ведет другую благотворительную деятельность.

Сибел написал три книги: «Виртуальные продажи» (Virtual Selling, 1996), «Киберправила» (Cyber Rules, 1999) и «Забота об электронном бизнесе» (Taking Care of eBusiness, 2001).

Он трижды (в 1999, 2000 и 2001 годах) входил в топ-25 менеджеров в области международного бизнеса, составляемый журналом Businessweek. Сибел получал премию «Предприниматель года» от Ernst & Young в 2003, 2017 и 2018 годах, а также премию «Лучший CEO» от Glassdoor в 2018 году.

Сибел окончил Иллинойский университет в Урбане-Шампейне, получил степень бакалавра по истории, а также степени MBA и магистра в области теории вычислительных систем. Он входил в

правление Принстонского университета и в наблюдательный совет Инженерного колледжа Иллинойского университета и Инженерного колледжа Калифорнийского университета в Беркли. В 2013 году стал членом Американской академии наук и искусств.

Примечания

Источники данных для рисунков

1.2. Cosmos Magazine // The big Five Mass Extinctions, (n. d.), https://cosmosmagazine.com/palaeontology/big-five-extinctions

2.1. World Economic Forum. Societal Implications: Can Digital Create Value for Industry and Society? // June 2016; Pw C. Sizing the Prize. 2017; McKinsey. Notes from the AI Frontier: Modeling the Impact of AI on the World Economy // September 2018; McKinsey. Unlocking the Potential of the Internet of Things // June 2015; Forbes. Gartner Estimates AI Business Value to Reach Nearly $4 Trillion by 2022 // April 25, 2018.

3.4. Cisco, Cisco Visual Networking Index, 2018.

6.3. AIIndex.org. 2017 AI Index Report.

7.3. IHS Markit. IoT platforms: Enabling the Internet of Things. March 2016.

7.4. McKinsey. Unlocking the Potential of the Internet of Things. June 2015.

7.5. Boston Consulting Group. Winning in IoT: It’s All About the Business Processes. January 5, 2017.

7.6. The Economist. March 10, 2016.

8.1. OECD. Science, Technology and Innovation Outlook 2018.

8.2. Congressional Budget Office. The Cost of Replacing Today’s Air Force Fleet. December 2018.

10.5. Amazon Web Services.

11.2. Bain. Predator or Prey: Disruption in the Era of Advanced Analytics. November 8, 2017

Эту книгу хорошо дополняют:

Человек+Машина
Пол Доэрти и Джеймс Уилсон

Сверхдержавы искусственного интеллекта
Кай-Фу Ли

Искусственный интеллект на службе бизнеса
Аджей Агравал, Джошуа Ганс и Ави Голдфарб

Верховный алгоритм
Педро Домингос

---

notes

Сноски

1

Tom Forester. The Microelectronics Revolution: The Complete Guide to the New Technology and Its Impact on Society. Cambridge: MIT Press, 1981.

2

Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования. М.: Academia, 2004.

3

Daniel Bell. The Coming of Post-industrial Society. New York: Basic Books, 1973.

4

Malcolm Waters. Daniel Bell. New York: Routledge, 1996. P. 15.

5

Malcolm Waters. Daniel Bell. New York: Routledge, 1996. P. 15.

6

Forester. Microelectronics Revolution. P. 500.

7

Bell. Coming of Post-industrial Society. P. 126.

8

Bell. Coming of Post-industrial Society. P. 358–359.

9

Bell. Coming of Post-industrial Society. P. 126–127.

10

Waters. Daniel Bell. P. 109.

11

Bell. Coming of Post-industrial Society. P. 359.

12

Bell. Coming of Post-industrial Society. P. 127.

13

Bell. Coming of Post-industrial Society. P. 127.

14

Waters. Daniel Bell.

15

Bell. Coming of Post-industrial Society. P. 359.

16

A. S. Duff. Daniel Bell’s Theory of the Information Society // Journal of Information Science, 1998. 24 (6). P. 379.

17

A. S. Duff. Daniel Bell’s Theory of the Information Society // Journal of Information Science, 1998. 24 (6). P. 383.

18

Forester. Microelectronics Revolution. P. 505.

19

Forester. Microelectronics Revolution. P. 507.

20

Forester. Microelectronics Revolution. P. 513.

21

Forester. Microelectronics Revolution. P. 513–514.

22

Forester. Microelectronics Revolution. P. 521.

23

Gartner Says Global IT Spending to Grow 3.2 Percent in 2019 // Gartner, October 17, 2018, https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-10-17-gartnersays-global-it-spending-to-grow-3-2-percent-in-2019.

24

Larry Dignan. Global IT, Telecom Spending to Hit $4 Trillion, but Economic Concerns Loom // ZDnet, June 21, 2018, https://www.zdnet.com/article/global-ittelecom-spending-to-hit-4-trillion-but-economic-concerns-loom.

25

Эту фразу приписывают Марку Твену, хотя нет никаких доказательств того, что он действительно произносил подобные слова. См.: https://quoteinvestigator.com/2014/01/12/historyrhymes.

26

Дарвин Ч. Происхождение видов. М.: АСТ, 2019.

27

Палеонтологическая летопись – документирование истории живых существ по сохранившимся ископаемым остаткам организмов и следов их жизнедеятельности. *Прим. науч. ред.*

28

Dinosaurs in Our Backyard, Smithsonian Museum of Natural History, Washington, DC.

29

Jeffrey Bennet, Seth Shostak. Life in the Universe, 2nd ed. San Francisco: Pearson Education, 2007.

30

Stephen Jay Gould. Punctuated Equilibrium. Cambridge: Harvard University Press, 2007.

31

Stephen Jay Gould, Niles Eldredge. Punctuated Equilibrium Comes of Age // Nature 366. November 18, 1993. P. 223–227.

32

NASA, The Great Dying // Science Mission Directorate. January 28, 2002. https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2002/28jan_extinction.

33

Харари Ю. Sapiens. Краткая история человечества. М.: Синдбад, 2017.

34

Lynn Margulis, Dorion Sagan. “The Oxygen Holocaust,” in Microcosmos: Four Billion Years of Microbial Evolution. California: University of California Press, 1986. P. 99.

35

Bennet, Shostak. Life in the Universe.

36

Анаэробные организмы способны жить и развиваться при отсутствии кислорода. Аэробные организмы способны жить и развиваться в кислородной среде. *Прим. науч. ред.*

37

Phil Plait. Poisoned Planet // Slate, July 28, 2014. https://slate.com/technology/2014/07/the-great-oxygenation-event-the-earths-first-mass-extinction.html.

38

50 Years of Moore’s Law. Intel, n. d., https://www.intel.sg/content/www/xa/en/silicon-innovations/moores-law-technology.html.

39

Харари. Sapiens.

Timeline. Telecommunications History Group. 2017, http://www.telcomhistory.org/timeline.shtml.

41

Smartphone Users Worldwide from 2014–2020. Statista. 2017, https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide.

42

Benjamin Hale. The History of the Hollywood Movie Industry // History Cooperative. 2014, http://historycooperative.org/the-history-of-the-hollywood-movieindustry.

43

America on the Move. National Museum of American History. Washington, DC.

44

Tanguy Catlin et al. A Roadmap for a Digital Transformation. McKinsey. March 2017, https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/aroadmap-for-a-digital-transformation.

45

Overview. Digital BCG, n. d., https://www.bcg.com/en-us/digital-bcg/overview.aspx.

46

Brian Solis. The Six Stages of Digital Transformation Maturity // Altimeter Group and Cognizant. 2016, https://www.cognizant.com/whitepapers/the-six-stages-ofdigital-transformation-maturity.pdf.

47

Frederick Harris et al. Impact of Computing on the World Economy: A Position Paper. University of Nevada, Reno. 2008, https://www.cse.unr.edu/~fredh/papers/conf/074-iocotweapp/paper.pdf.

48

Gil Press. A Very Short History of Digitization // Forbes. December 27, 2015, https://www.forbes.com/sites/gilpress/2015/12/27/a-very-short-history-of-digitization.

49

Tristan Fitzpatrick. A Brief History of the Internet // Science Node. February 9, 2017, https://sciencenode.org/feature/a-brief-history-of-the-internet-.php.

50

Larry Carter. Cisco’s Virtual Close // Harvard Business Review. April 2001, https://hbr.org/2001/04/ciscos-virtual-close.

51

Brian Solis. Who Owns Digital Transformation? According to a New Survey, It’s Not the CIO // Forbes. October 17, 2016, https://www.forbes.com/sites/briansolis/2016/10/17/who-owns-digital-transformation-according-to-a-newsurvey-its-the-cmo/#55a7327667b5.

52

Randy Bean. Financial Services Disruption: Gradually and Then Suddenly // Forbes. October 11, 2017, https://www.forbes.com/sites/ciocentral/2017/10/11/financial-services-disruption-gradually-and-then-suddenly/2/#7f15b6e0392.

53

Avery Hartmans. How to Use Zelle, the Lightning-Fast Payments App That’s More Popular Than Venmo in the US // Business Insider. June 17, 2018.

54

Galen Gruman. Anatomy of Failure: Mobile Flops from RIM, Microsoft, and Nokia // Macworld. April 30, 2011, https://www.macworld.com/article/1159578/anatomy_of_failure_rim_microsoft_nokia.html.

55

Rajeev Suri. The Fourth Industrial Revolution Will Bring a Massive Productivity Boom. World Economic Forum. January 15, 2018, https://www.weforum.org/agenda/2018/01/fourth-industrial-revolution-massive-productivity-boom-good.

56

Бринолфссон Э., Макафи Э. Вторая эра машин. Работа, прогресс и процветание в эпоху новейших технологий. М.: АСТ, 2017.

57

Michael Sheetz. Technology Killing Off Corporate America: Average Life Span of Companies under 20 Years // CNBC. August 24, 2017, https://www.cnbc.com/2017/08/24/technology-killing-off-corporations-average-lifespan-ofcompany-under-20-years.html.

58

BT. Digital Transformation Top Priority for CEOs, Says New BT and EIU Research // Cision, September 12, 2017, https://www.prnewswire.com/news-releases/digitaltransformation-top-priority-for-ceos-says-new-bt-and-eiu-research-300517891.html.

59

Strategic Update. Ford Motor Company. October 3, 2017, https://s22.q4cdn.com/857684434/files/doc_events/2017/10/ceo-strtegic-update-transcript.pdf.

60

Karen Graham. How Nike Is Taking the Next Step in Digital Transformation // Digital Journal. October 26, 2017, http://www.digitaljournal.com/tech-andscience/technology/how-nike-is-taking-the-next-step-in-digital-transformation/article/506051#ixzz5715z4xdC.

61

Chris Cornillie. Trump Embraces Obama's 'Venture Capital Firm' for Pentagon Tech // Bloomberg Government, February 21, 2018, https://about.bgov.com/blog/trump-embraces-obamas-venture-capital-firm-pentagon-tech.

62

The Digital Transformation by ENGIE. ENGIE, n. d., https://www.engie.com/en/group/strategy/digital-transformation.

63

The Digital Transformation by ENGIE. ENGIE, n. d., https://www.engie.com/en/group/strategy/digital-transformation.

Incumbents Strike Back: Insights from the Global C-Suite Study. IBM Institute for Business Value. February 2018, https://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/98/en/98013098usen/incumbents-strike-back_98013098USEN.pdf.

65

Incumbents Strike Back: Insights from the Global C-Suite Study. IBM Institute for Business Value. February 2018, https://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/98/en/98013098usen/incumbents-strike-back_98013098USEN.pdf.

66

Letter to Shareholders. JP Morgan Chase, 2014, https://www.jpmorganchase.com/corporate/investor-relations/document/JPMC-AR2014-LetterToShareholders.pdf.

67

Julie Bort. Retiring Cisco CEO Delivers Dire Prediction: 40 % of Companies Will Be Dead in 10 Years // Business Insider, June 8, 2015, http://www.businessinsider.com/chambers-40-of-companies-are-dying-2015-6.

68

Geoffrey Moore – Core and Context. Stanford Technology Ventures Program. April 6, 2005, https://www.youtube.com/watch?v=emQ2innvuPo.

69

Curt Finch. Interviewing Geoffrey Moore: Core versus Context // Inc. April 26, 2011, https://www.inc.com/tech-blog/interviewing-geoffrey-moore-core-versuscontext.html.

70

Geoffrey Moore. Dealing with Darwin: How Great Companies Innovate at Every Phase of Their Evolution. New York: Penguin, 2005.

Digital Transformation Index II. Dell Technologies. August 2018, https://www.dellemc.com/resources/en-us/asset/briefs-handouts/solutions/dt_index_ii_executive_summary.pdf.

Paul-Louis Caylar et al. Digital in Industry: From Buzzword to Value Creation. McKinsey. August 2016, https://www.mckinsey.com/business-functions/digitalmckinsey/our-insights/digital-in-industry-from-buzzword-to-value-creation.

73

James Manyika et al. Digital America: A Tale of the Haves and Have-Mores. McKinsey Global Institute. December 2015, https://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/digital-america-a-tale-of-the-haves-and-have-mores.

The Digital Transformation of Industry. Roland Berger Strategy Consultants. March 2015, https://www.rolandberger.com/en/Publications/Thedigitaltransformation-industry.html.

Manyika et al. Digital America.

76

Digital Transformation Consulting Market Booms to $23 Billion // Consultancy. May 30, 2017, https://www.consultancy.uk/news/13489/digital-transformationconsulting-market-booms-to-23-billion.

2018 Revision to World Urbanization Prospects. United Nations. May 16, 2018, https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-worldurbanization-prospects.html.

78

Ramez Shehadi et al. Digital Cities the Answer as Urbanisation Spreads // National. February 3. 2014, https://www.thenational.ae/business/digital-cities-the-answeras-urbanisation-spreads-1.472672.

Factsheet. AI Singapore. 2018, https://www.aisingapore.org/media/factsheet.

UAE National Innovation Strategy. United Arab Emirates Ministry of Cabinet Affairs. 2015.

81

Leslie Brokaw. Six Lessons from Amsterdam’s Smart City Initiative // MIT Sloan Management Review. May 25, 2016, https://sloanreview.mit.edu/article/six-lessonsfrom-amsterdams-smart-city-initiative.

82

The 13th Five-Year Plan. US-China Economic and Security Review Commission. February 14, 2017, https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/The%2013th%20Five-Year%20Plan_Final_2.14.17_Updated%20%28002%29.pdf.

83

Digital Business Leadership. Columbia Business School Executive Education, n. d., https://www8.gsb.columbia.edu/execed/program-pages/details/2055/ERUDDBL.

Driving Digital Strategy. Harvard Business School Executive Education, n. d., https://www.exed.hbs.edu/programs/digs/Pages/curriculum.aspx.

MIT Initiative on the Digital Economy. MIT Sloan School of Management, n. d., http://ide.mit.edu.

86

Gerald C. Kane. Digital Transformation’ Is a Misnomer // MIT Sloan Management Review. August 7, 2017, https://sloanreview.mit.edu/article/digital-transformationis-a-misnomer.

87

Introducing the Digital Transformation Initiative. World Economic Forum. 2016, http://reports.weforum.org/digital-transformation/unlocking-digital-value-tosociety-building-a-digital-future-to-serve-us-all.

Societal Implications: Can Digital Create Value for Industry and Society? World Economic Forum. June 2016, http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-societal-implications-slideshare.pdf.

Anthony Stephan, Roger Nanney. Digital Transformation: The Midmarket Catches Up // Wall Street Journal. January 19, 2018, http://deloitte.wsj.com/cmo/2018/01/19/digital-transformation-the-midmarket-catches-up.

Anja Steinbuch. We Don’t Measure Productivity Growth Correctly // T-systems. March 2016, https://www.t-systems.com/en/best-practice/03–2016/fokus/vordenker/erik-brynjolfsson-463692.

91

David Rotman. How Technology Is Destroying Jobs // MIT Technology Review. June 12, 2013, https://www.technologyreview.com/s/515926/how-technology-isdestroying-jobs.

Digital Transformation of Industries: Societal Implications. World Economic Forum. January 2016, http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-societal-implications-white-paper.pdf.

93

Derek Thompson. Airbnb and the Unintended Consequences of ‘Disruption’ // The Atlantic. February 17, 2018, https://www.theatlantic.com/business/archive/2018/02/airbnb-hotels-disruption/553556.

94

Jacques Bughin et al. Notes from the AI Frontier: Modeling the Impact of AI on the World Economy. McKinsey Global Institute. September 2018, https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontiermodeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy; James Manyika et al. Unlocking the Potential of the Internet of Things. McKinsey. June 2015, https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-internet-ofthings-the-value-of-digitizing-the-physical-world.

95

В 2019 году объем рынка публичных облачных вычислений достиг $242,7 миллиарда. *Прим. ред.*

96

Louis Columbus. Roundup of Cloud Computing Forecasts, 2017 // Forbes. April 29, 2017, https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2017/04/29/roundup-of-cloudcomputing-forecasts-2017.

97

Louis Columbus. Roundup of Cloud Computing Forecasts, 2017 // Forbes. April 29, 2017, https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2017/04/29/roundup-of-cloudcomputing-forecasts-2017.

98

Dave Cappuccio. The Data Center Is Dead. Gartner. July 26, 2018, https://blogs.gartner.com/david_cappuccio/2018/07/26/the-data-center-is-dead.

99

Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2016–2021. Cisco. November 19, 2018, https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/serviceprovider/global-cloud-index-gci/white-paper-c11-738085.pdf.

100

Brandon Butler, Deutsche Bank: Nearly a Third of Finance Workloads Could Hit Cloud in 3 Years // Network World. June 14, 2016, https://www.networkworld.com/article/3083421/microsoft-subnet/deutsche-bank-nearly-a-third-of-financeworkloads-could-hit-cloud-in-3-years.html.

Multicloud. Wikipedia, last updated February 18, 2019, https://en.wikipedia.org/wiki/Multicloud.

102

Корректность показывает процент выявленных поломок двигателей за всю историю. Точность – это доля действительно произошедших поломок двигателя.

103

Процесс обучения – это задача оптимизации, для решения которой часто применяется алгоритм под названием «оперативный градиентный спуск». Он минимизирует ошибку между выходными данными и действительным значением тренировочных данных.

Как и машинное обучение, глубокое обучение использует оперативный градиентный спуск и другие алгоритмы оптимизации, чтобы присвоить значение каждому уровню и узлу сети.

105

Michael Armbrust et al. A View of Cloud Computing // Communications of the ACM. April 2010. 53 (4). P. 50–58.

IBM. Data Processor. White Plains, NY: IBM Data Processing Division, 1966.

107

John McCarthy. Memorandum to P. M. Morse Proposing Time Sharing. Stanford University. January 1, 1959, https://web.stanford.edu/~learnest/jmc/timesharingmemo.pdf.

108

Control Program-67 / Cambridge Monitor System (GH20–0857–1). IBM, October 1971.

109

Connectix Virtual PC to Be Offered by Top Mac CPU Manufacturers // Free Library. August 5, 1997, https://www.thefreelibrary.com/Connectix+Virtual+PC+to+be+Offered+by+Top+Mac+CPU+Manufacturers%3B+Mac… – a019646924.

VMware. VMware Lets Systems Operate Side by Side. Reproduced from USA Today Online. November 3, 1999, https://www.vmware.com/company/news/articles/usatoday_1.html.

111

About Us. Defense Advanced Research Projects Agency, n. d., https://www.darpa.mil/about-us/timeline/arpanet.

112

Paul McDonald. Introducing Google App Engine + Our New Blog. Google Developer Blog. April 7, 2008, https://googleappengine.blogspot.com/2008/04/introducing-google-app-engine-our-new.html.

113

Microsoft Cloud Services Vision Becomes Reality with Launch of Windows Azure Platform. Microsoft. November 17, 2009, https://news.microsoft.com/2009/11/17/microsoft-cloud-services-vision-becomes-reality-with-launch-of-windows-azureplatform.

114

IBM Acquires SoftLayer: The Marriage of Private and Public Clouds. IBM. 2013, https://www.ibm.com/midmarket/us/en/article_cloud6_1310.html.

115

Peter Mell, Tim Grance. The NIST Definition of Cloud Computing (Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology, 2011).

116

Mark Russinovich. Inside Microsoft Azure Datacenter Hardware and Software Architecture. Microsoft Ignite. September 29, 2017, https://www.youtube.com/watch?v=Lv8fDiTNHjk.

117

Gartner Forecasts Worldwide Public Cloud Revenue to Grow 17.3 Percent in 2019. Gartner. September 12, 2018, https://www.gartner.com/en/newsroom/pressreleases/2018-09-12-gartner-forecasts-worldwide-public-cloud-revenue-to-grow-17-percent-in-2019.

118

Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2016–2021. Cisco. November 19, 2018, https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/serviceprovider/global-cloud-index-gci/white-paper-c11-738085.pdf.

119

State of the Internet: Q1 2017 Report. Akamai. 2017, https://www.akamai.com/fr/fr/multimedia/documents/state-of-the-internet/q1–2017-state-of-the-internetconnectivity-report.pdf.

120

Gartner Forecasts Worldwide Public Cloud Services Revenue to Reach $260 Billion in 2017. Gartner. October 12, 2017, https://www.gartner.com/en/newsroom/pressreleases/2017–10–12-gartner-forecasts-worldwide-public-cloud-services-revenueto-reach-260-billionin-2017; and “Public Cloud Revenue to Grow.”

121

Armbrust et al. View of Cloud Computing.

122

British Airways IT Outage Caused by Contractor Who Switched off Power: Times // CNBC. June 2, 2017, https://www.cnbc.com/2017/06/02/british-airways-it-outagecaused-by-contractor-who-switched-off-power-times.html.

123

Amazon Compute Service Level Agreement. Amazon, last updated February 12, 2018, https://aws.amazon.com/ec2/sla.

124

Catherine Armitage. Optimism Shines through Experts' View of the Future // Sydney Morning Herald. March 24, 2012, https://www.smh.com.au/national/optimismshines-through-experts-view-of-the-future-20120323–1vpas.html.

125

Gareth Mitchell. How Much Data Is on the Internet? // Science Focus, n. d., https://www.sciencefocus.com/future-technology/how-much-data-is-on-the-internet.

126

A History of the World in 100 Objects: Early Writing Tablet // BBC. 2014, http://www.bbc.co.uk/ahistoryoftheworld/objects/TnAQ0B8bQkSJzKZFWo6F-g.

127

Library of Ashurbanipal. British Museum, n. d., http://www.britishmuseum.org/research/research_projects/all_current_projects/ashurbanipal_library_phase_1.aspx.

128

Mostafa El-Abbadi. Library of Alexandria. Encyclopaedia Britannica. September 27, 2018, https://www.britannica.com/topic/Library-of-Alexandria.

129

Mike Markowitz. What Were They Worth? The Purchasing Power of Ancient Coins // CoinWeek. September 4, 2018, https://coinweek.com/education/worthpurchasing-power-ancient-coins.

130

Christopher F. McDonald. Lost Generation: The Relay Computers // Creatures of Thought (blog). May 10, 2017, https://technicshistory.wordpress.com/2017/05/10/lost-generation-the-relay-computers.

131

Delay Line Memory // Wikipedia, last updated December 20, 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Delay_line_memory#Mercury_delay_lines.

132

Timeline of Computer History: Memory & Storage. Computer History Museum, n. d., http://www.computerhistory.org/timeline/memory-storage.

133

Timeline of Computer History: 1980s. Computer History Museum, n. d., http://www.computerhistory.org/timeline/1982/#169ebbe2ad45559efbc6eb357202f39.

134

The History of Computer Data Storage, in Pictures // Royal Blog. April 8, 2008. https://royal.pingdom.com/2008/04/08/the-history-of-computer-data-storage-inpictures.

135

Western Digital Breaks Boundaries with World’s Highest-Capacity microSD Card // Western Digital. August 31, 2017, https://www.sandisk.com/about/media-center/press-releases/2017/western-digital-breaks-boundaries-with-worlds-highestcapacity-microsd-card.

Gil Press. A Very Short History of big data // Forbes. May 9, 2013, https://www.forbes.com/sites/gilpress/2013/05/09/a-very-short-history-of-big-data.

137

Doug Laney. 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety // META Group, February 6, 2001, http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocityand-Variety.pdf.

138

Seth Grimes. Unstructured Data and the 80 Percent Rule // Breakthrough Analysis. August 1, 2008, http://breakthroughanalysis.com/2008/08/01/unstructured-dataand-the-80-percent-rule.

139

Steve Norton. Hadoop Corporate Adoption Remains Low: Gartner // Wall Street Journal. May 13, 2015, https://blogs.wsj.com/cio/2015/05/13/hadoop-corporateadoption-remains-low-gartner.

140

Bernard Marr. The Amazing Ways Google Uses Deep Learning AI // Forbes. August 8, 2017, https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/08/08/the-amazingways-how-google-uses-deep-learning-ai/#1d9aa5ad3204.

141

Cade Metz. AI Is Transforming Google Search. The Rest of the Web Is Next // Wired. February 4, 2016, https://www.wired.com/2016/02/ai-is-changing-the-technologybehind-google-searches.

142

Steven Levy. Inside Amazon’s Artificial Intelligence Flywheel // Wired. February 1, 2018, https://www.wired.com/story/amazon-artificial-intelligence-flywheel.

143

A. M. Turing. Computing Machinery and Intelligence // Mind. October 1950. 59 (236). P. 433–460.

Dartmouth Workshop. Wikipedia, last updated January 13, 2019, https://en.wikipedia.org/wiki/Dartmouth_workshop.

145

John McCarthy et al. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. JMC History Dartmouth. August 31, 1955, http://wwwformal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html.

146

James Pyfer. Project MAC. Encyclopaedia Britannica. June 24, 2014, https://www.britannica.com/topic/Project-Mac.

147

Project Genie. Wikipedia, last updated February 16, 2019, https://en.wikipedia.org/wiki/Project_Genie.

John Markoff. Optimism as Artificial Intelligence Pioneers Reunite // New York Times. December 8, 2009, http://www.nytimes.com/2009/12/08/science/08sail.html.

149

USC Viterbi’s Information Sciences Institute Turns 40. USC Viterbi. April 2012, https://viterbi.usc.edu/news/news/2012/usc-viterbi-s356337.htm.

150

Will Knight. Marvin Minsky Reflects on a Life in AI // MIT Technology Review. October 30, 2015, https://www.technologyreview.com/s/543031/marvin-minskyreflects-on-a-life-in-ai.

151

Louis Anslow. Robots Have Been about to Take All the Jobs for More Than 200 Years // Timeline. May 2016, https://timeline.com/robots-have-been-about-to-takeall-the-jobs-for-more-than-200-years-5c9c08a2f41d.

Workhorse of Modern Industry: The IBM 650. IBM Archives, n. d., https://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/650/650_intro.html.

153

iPhone X: Technical Specifications. Apple Support. September 12, 2018, https://support.apple.com/kb/SP770.

154

Apple iPhone X: Full Technical Specifications // GSM Arena, n. d., https://www.gsmarena.com/apple_iphone_x-8858.php.

155

Marvin Minsky, Seymour Papert. Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry. Cambridge: MIT Press, 1969.

156

Henry J. Kelley. Gradient Theory of Optimal Flight Paths // Ars Journal. 1960. 30 (10). P. 947–954.

157

Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение. М.: ДМК-Пресс, 2018.

158

James Lighthill. Artificial Intelligence: A General Survey // Lighthill Report (blog), survey published July 1972, http://www.chilton-computing.org.uk/inf/literature/reports/lighthill_report/p001.htm.

159

Домингос П. Верховный алгоритм. Как машинное обучение изменит наш мир. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016.

Peter Jackson. Introduction to Expert Systems. Boston: Addison-Wesley, 1998.

161

Bob Violino. Machine Learning Proves Its Worth to Business // InfoWorld. March 20, 2017, https://www.infoworld.com/article/3180998/application-development/machine-learning-proves-its-worth-to-business.html.

162

R. C. Johnson. Microsoft, Google Beat Humans at Image Recognition // EE Times. February 18, 2015, https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325712.

163

Jacques Bughin et al. Artificial Intelligence: The Next Digital Frontier. McKinsey Global Institute. June 2017.

164

Michael Porter, James Heppelmann. How Smart Connected Products Are Transforming Competition // Harvard Business Review. November 2014; Porter, Heppelmann. How Smart Connected Products Are Transforming Companies // Harvard Business Review. October 2015.

165

J. Meister, K. Mulcahy. How Companies Are Mastering Disruption in the Workplace // McGraw Hill Business Blog. October 2016, https://mcgrawhillprofessionalbusinessblog.com/2016/10/31/how-companies-are-mastering-disruption-in-theworkplace.

166

Maureen Dowd. Elon Musk’s Billion-Dollar Crusade to Stop the A. I. Apocalypse // Vanity Fair. March 2017, https://www.vanityfair.com/news/2017/03/elon-muskbillion-dollar-crusade-to-stop-ai-space-x.

167

Dan Dovey. Stephen Hawking’s Six Wildest Predictions from 2017 – from a Robot Apocalypse to the Demise of Earth // Newsweek. December 26, 2017, http://www.newsweek.com/stephen-hawking-end-year-predictions-2017–755952.

168

Richard Socher. Commentary: Fear of an AI Apocalypse Is Distracting Us from the Real Task at Hand // Fortune. January 22, 2018, http://fortune.com/2018/01/22/artificial-intelligence-apocalypse-fear.

169

Gartner Says by 2020, Artificial Intelligence Will Create More Jobs Than It Eliminates. Gartner. December 13, 2017, https://www.gartner.com/en/newsroom/pressreleases/2017-12-13-gartner-says-by-2020-artificial-intelligence-will-create-morejobs-than-it-eliminates.

170

Artificial Intelligence Will Dominate Human Life in Future: PM Narendra Modi // Economic Times. May 10, 2017, https://economictimes.indiatimes.com/news/politics-and-nation/artificial-intelligence-will-dominate-human-life-in-futurepm-narendra-modi/articleshow/58606828.cms.

171

Jillian Richardson. Three Ways Artificial Intelligence Is Good for Society // iQ by Intel. May 11, 2017, https://iq.intel.com/artificial-intelligence-is-good-for-society.

172

Gal Almog. Traditional Recruiting Isn’t Enough: How AI Is Changing the Rules in the Human Capital Market // Forbes. February 9, 2018, https://www.forbes.com/sites/groupthink/2018/02/09/traditional-recruiting-isnt-enough-how-ai-ischanging-the-rules-in-the-human-capital-market.

173

2017 Annual Report. AI Index. 2017, http://aiindex.org/2017-report.pdf.

174

Искусственный интеллект был главной темой Всемирного экономического форума в Давосе в 2017, 2018 и 2019 годах. См.: Artificial Intelligence. World Economic Forum annual meeting. January 17, 2017, https://www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2017/sessions/the-real-impact-of-artificial-intelligence; AI and Its Impact on Society // Business Insider. January 25, 2018, http://www.businessinsider.com/wef-2018-davos-ai-impact-society-henry-blodget-microsoft-artificial-intelligence-2018–1; Artificial Intelligence and Robotics. World Economic Forum Archive, n. d., https://www.weforum.org/agenda/archive/artificial-intelligence-and-robotics.

175

Nicolaus Henke et al. The Age of Analytics: Competing in a Data-Driven World. McKinsey Global Institute. December 2016.

176

LinkedIn 2018 Emerging Jobs Report // LinkedIn. December 13, 2018, https://economicgraph.linkedin.com/research/linkedin-2018-emerging-jobs-report.

177

Will Markow et al. The Quant Crunch: How the Demand for Data Science Skills Is Disrupting the Job Market // IBM and Burning Glass Technologies. 2017, https://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/im/en/iml14576usen/analytics-analyticsplatform-im-analyst-paper-or-report-iml14576usen-20171229.pdf.

178

Catherine Shu. Google Acquires Artificial Intelligence Startup DeepMind for More Than $500 Million // TechCrunch. January 26, 2014, https://techcrunch.com/2014/01/26/google-deepmind.

179

Richard Evans, Jim Gao. DeepMind AI Reduces Google Data Centre Cooling Bill by 40 % // DeepMind. July 20, 2016, https://deepmind.com/blog/deepmind-aireduces-google-data-centre-cooling-bill-40.

180

Tony Peng. DeepMind AlphaFold Delivers ‘Unprecedented Progress’ on Protein Folding // Synced Review. December 3, 2018, https://syncedreview.com/2018/12/03/deepmind-alphafold-delivers-unprecedented-progress-on-protein-folding.

181

David Cyranoski. China Enters the Battle for AI Talent // Nature. January 15, 2018. 553. P. 260–61, http://www.nature.com/articles/d41586-018-00604-6.

182

Carolyn Jones. ‘Big data’ Classes a big Hit in California High Schools // Los Angeles Daily News. February 22, 2018, https://www.dailynews.com/2018/02/22/big-dataclasses-a-big-hit-in-california-high-schools.

Deep Learning Specialization. Coursera, n. d., https://www.coursera.org/specializations/deep-learning.

Insight Data Science Fellows Program // Insight, n. d., https://www.insightdatascience.com.

185

Dorian Pyle, Cristina San José. An Executive’s Guide to Machine Learning // McKinsey Quarterly. June 2015, https://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/an-executives-guide-to-machine-learning.

Philipp Gerbert et al. Putting Artificial Intelligence to Work. Boston Consulting Group. September 28, 2017, https://www.bcg.com/publications/2017/technologydigital-strategy-putting-artificial-intelligence-work.aspx.

187

Mik Lamming, Mike Flynn. ‘Forget-Me-Not’ Intimate Computing in Support of Human Memory // Rank Xerox Research Centre. 1994.

188

Kevin Ashton. That ‘Internet of Things’ Thing // RFID Journal. June 22, 2009, http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986.

189

John Koetsier. Smart Speaker Users Growing 48 % Annually, to Hit 90M in USA This Year // Forbes. May 29, 2018, https://www.forbes.com/sites/johnkoetsier/2018/05/29/smart-speaker-users-growing-48-annually-will-outnumber-wearable-tech-usersthis-year.

190

Derived from C. Gellings et al. Estimating the Costs and Benefits of the Smart Grid. EPRI, March 2011.

191

Joe McKendrick. With Internet of Things and big data, 92 % of Everything We Do Will Be in the Cloud // Forbes. November 13, 2016, https://www.forbes.com/sites/joemckendrick/2016/11/13/with-internet-of-things-and-big-data-92-ofeverything-we-do-will-be-in-the-cloud.

192

Jennifer Weeks. U. S. Electrical Grid Undergoes Massive Transition to Connect to Renewables // Scientific American. April 28, 2010, https://www.scientificamerican.com/article/what-is-the-smart-grid.

193

James Manyika et al. The Internet of Things: Mapping the Value beyond the Hype. McKinsey Global Institute. June 2015, http://bit.ly/2CDJnSL.

Metcalfe’s Law. Wikipedia, last updated December 28, 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Metcalfe%27s_law.

195

Alejandro Tauber. This Dutch Farmer Is the Elon Musk of Potatoes // Next Web. February 16, 2018, https://thenextweb.com/full-stack/2018/02/16/this-dutchfarmer-is-the-elon-musk-of-potatoes.

James Manyika et al. Unlocking the Potential of the Internet of Things. McKinsey. June 2015, https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/ourinsights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world.

197

Michael Porter, James Heppelmann. How Smart Connected Products Are Transforming Competition // Harvard Business Review. November 2014; Michael E. Porter, James E. Heppelmann. How Smart, Connected Products Are Transforming Companies // Harvard Business Review. October 2015.

198

Number of Connected IoT Devices Will Surge to 125 Billion by 2030, IHS Markit Says // IHS Markit. October 24, 2017, http://news.ihsmarkit.com/press-release/number-connected-iot-devices-will-surge-125-billion-2030-ihs-markit-says.

Automation and Anxiety // The Economist. June 25, 2016, https://www.economist.com/news/special-report/21700758-will-smarter-machines-cause-massunemployment-automation-and-anxiety.

201

Technology Could Help UBS Cut Workforce by 30 Percent: CEO in Magazine // Reuters. October 3, 2017, https://www.reuters.com/article/us-ubs-group-techworkers/technology-could-help-ubs-cut-workforce-by-30-percent-ceo-inmagazine-idUSKCN1C80RO.

202

Abigail Hess. Deutsche Bank CEO Suggests Robots Could Replace Half the Company's 97,000 Employees // CNBC. November 8, 2017, https://www.cnbc.com/2017/11/08/deutsche-bank-ceo-suggests-robots-could-replace-half-itsemployees.html.

203

Anita Balakrishnan. Self-Driving Cars Could Cost America's Professional Drivers up to 25,000 Jobs a Month, Goldman Sachs Says // CNBC. May 22, 2017, https://www.cnbc.com/2017/05/22/goldman-sachs-analysis-of-autonomous-vehicle-jobloss.html.

Louis Columbus. LinkedIn’s Fastest-Growing Jobs Today Are in Data Science and Machine Learning // Forbes. December 11, 2017, https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2017/12/11/linkedins-fastest-growing-jobs-today-are-in-datascience-machine-learning.

205

Louis Columbus. IBM Predicts Demand for Data Scientists Will Soar 28 % by 2020 // Forbes. May 13, 2017, https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2017/05/13/ibm-predicts-demand-for-data-scientists-will-soar-28-by-2020/#71fc10fb7e3b

Nicolas Hunke et al. Winning in IoT: It's All about the Business Processes. Boston Consulting Group. January 5, 2017, https://www.bcg.com/en-us/publications/2017/hardware-software-energy-environment-winning-in-iot-all-about-winningprocesses.aspx.

207

Nicolas Hunke et al. Winning in IoT: It’s All about the Business Processes. Boston Consulting Group. January 5, 2017, https://www.bcg.com/en-us/publications/2017/hardware-software-energy-environment-winning-in-iot-all-about-winningprocesses.aspx.

208

Harald Bauer et al. The Internet of Things: Sizing Up the Opportunity. McKinsey. December 2014, https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/ourinsights/the-internet-of-things-sizing-up-the-opportunity.

209

Tyler Clifford, “RBC’s Mark Mahaney: Amazon Will Compete Directly with FedEx and UPS–‘It’s Just a Matter of Time’ // CNBC. November 8, 2018, https://www.cnbc.com/2018/11/08/amazon-will-soon-compete-directly-with-fedex-ups-rbcs-markmahaney.html.

210

Porter, Heppelmann. Smart, Connected Products.

211

Porter, Heppelmann. Smart, Connected Products.

212

‘Whoever Leads in AI Will Rule the World’: Putin to Russian Children on Knowledge Day // RT News. September 1, 2017, https://www.rt.com/news/401731-ai-ruleworld-putin.

213

Информация, изложенная в этой главе, представляет собой взгляд автора и может не совпадать с мнением редакции. *Прим. ред.*

214

Worldwide Threat Assessment of the U. S. Intelligence Community. Office of the Director of National Intelligence. January 29, 2019, 5, https://www.dni.gov/files/ODNI/documents/2019-ATA-SFR-SSCI.pdf.

215

Brendan Koerner. Inside the Cyberattack That Shocked the US Government // Wired. October 23, 2016, https://www.wired.com/2016/10/inside-cyberattack-shocked-us-government.

216

Devlin Barrett. U. S. Suspects Hackers in China Breached about Four (4) Million People’s Records, Officials Say // Wall Street Journal. June 5, 2015.

Tim Dutton. An Overview of National AI Strategies // Medium. June 28, 2018, https://medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd.

218

Annual Report to Congress: Military and Security Developments Involving the People's Republic of China. US Department of Defense. May 16, 2018, https://media.defense.gov/2018/Aug/16/2001955282/-1/-1/1/2018-CHINA-MILITARY-POWERREPORT.PDF.

219

Report to Congress. US Department of Defense. May 2018.

220

Bill Gertz. China in Race to Overtake U. S. Military in AI Warfare // National Interest. May 30, 2018, https://nationalinterest.org/blog/the-buzz/china-race-overtakeus-military-ai-warfare-26035.

Stephanie Jamison et al. Outsmarting Grid Security Threats. Accenture Consulting. 2017, https://www.accenture.com/us-en/insight-utilities-outsmart-gridcybersecurity-threats; Peter Maloney. Survey: Most Utility Executives Say Cybersecurity Is a Top Concern // Utilitydive. October 5, 2017, https://www.utilitydive.com/news/survey-most-utility-executives-say-cybersecurity-is-a-topconcern/506509.

222

Rebecca Smith. U. S. Risks National Blackout from Small-Scale Attack // Wall Street Journal. March 12, 2014, https://www.wsj.com/articles/u-s-risks-national-blackoutfrom-small-scale-attack-1394664965.

223

James Woolsey, Peter Vincent Pry. The Growing Threat from an EMP Attack // Wall Street Journal. August 12, 2014, https://www.wsj.com/articles/james-woolseyand-peter-vincent-pry-the-growing-threat-from-an-emp-attack-1407885281.

224

2008 EMP Commission Report. Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack. April 2008, https://empactamerica.org/our-work/why-is-emp-a-threat/the-emp-commission/commission-reports.

225

House Subcommittee Hearing: Electromagnetic Pulse (EMP): Threat to Critical Infrastructure, Panel II. US House Committee on Homeland Security. May 8, 2014, https://www.govinfo.gov/content/pkg/CHRG-113hhrg89763/html/CHRG-113hhrg89763.htm.

226

Ted Koppel. Lights Out: A Cyberattack, a Nation Unprepared, Surviving the Aftermath. New York: Broadway Books, 2015. 15 p.

227

Кодовое название американской программы по разработке ядерного оружия, принятой в августе 1942 года. *Прим. перев.*

John R. Allen, Amir Husain. On Hyperwar. Proceedings. US Naval Institute. July 2017, https://www.usni.org/magazines/proceedings/2017–07/hyperwar.

229

Kyle Mizokami. Russia Tests Yet Another Hypersonic Weapon // Popular Mechanics. December 27, 2018, https://www.popularmechanics.com/military/weapons/a25694644/avangard-hypersonic-weapon.

230

Providing for the Common Defense. US Department of Defense, September 2018, https://media.defense.gov/2018/Oct/03/2002047941/-1/-1/1/PROVIDING-FORTHe-COMMON-DEFENSE-SEPT-2018.PDF.

231

David Axe. The U. S. Air Force Is Headed for a Crash: Too Many Old Planes, Not Enough Cash // Daily Beast. December 25, 2018, https://www.thedailybeast.com/the-us-air-force-is-headed-for-a-crash-too-many-old-planes-not-enough-cash.

232

Сводка Стратегии национальной обороны США за 2018 год. Министерство обороны США, 2019.

233

Отчет перед Конгрессом.

234

Stephen Losey, “Fewer Planes Are Ready to Fly: Air Force Mission-Capable Rates Decline amid Pilot Crisis // Air Force Times. March 5, 2018, https://www.airforcetimes.com/news/your-air-force/2018/03/05/fewer-planes-are-ready-to-flyair-force-mission-capable-rates-decline-amid-pilot-crisis.

235

Axe. U. S. Air Force.

236

The FY2019 Defense Overview Book. US Department of Defense. February 13, 2018, https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2019/FY2019_Budget_Request_Overview_Book.pdf.

237

Tajha Chappellet-Lanier. DIU Chooses Ex-presidential Innovation Fellow to Fill Director Role // Fedscoop. September 24, 2018, https://www.fedscoop.com/michaelbrown-diu-director.

238

Providing for the Common Defense.

239

Sean Kimmons. After Hitting Milestones, Futures Command Looks Ahead to More // Army News Service. October 9, 2018, https://www.army.mil/article/212185/after_hitting_milestones_futures_command_looks_ahead_to_more.

240

Summary of the 2018 National Defense Strategy.

241

Kris Osborn. F-35 Combat Missions Now Have Operational ‘Threat Library’ of Mission Data Files // Fox News. October 24, 2018.

242

Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education. National Science and Technology Council. December 2018, https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf.

243

National Background Investigations Bureau. Report on Backlog of Personnel Security Clearance Investigations // Clearance Jobs. September 2018.

244

Lindy Kyzer, How Long Does It Take to Get a Security Clearance (Q1 2018)? // Clearance Jobs. March 13, 2018, https://news.clearancejobs.com/2018/03/13/longtake-get-security-clearance-q1–2018.

245

Rick Docksai. Continuous Evaluation System Aims to Streamline Security Clearance Investigations // Clearance Jobs. September 7, 2018, https://news.clearancejobs.com/2018/09/07/continuous-evaluation-system-aims-to-streamline-securityclearance-investigations.

246

Christopher Harress. The Sad End of Blockbuster Video: The Onetime $5 Billion Company Is Being Liquidated as Competition from Online Giants Netflix and Hulu Prove All Too Much for the Iconic Brand // International Business Times. December 5, 2013, http://www.ibtimes.com/sad-end-blockbuster-video-onetime-5-billion-company-being-liquidated-competition-1496962.

247

Greg Satell. A Look Back at Why Blockbuster Really Failed and Why It Didn’t Have To // Forbes. September 5, 2014, https://www.forbes.com/sites/gregsatell/2014/09/05/a-look-back-at-why-blockbuster-really-failed-and-why-itdidnt-have-to/#6393286c1d64.

248

Celena Chong. Blockbuster’s CEO Once Passed Up a Chance to Buy Netflix for Only $50 Million // Business Insider. July 17, 2015, http://www.businessinsider.com/blockbuster-ceo-passed-up-chance-to-buy-netflix-for-50-million-2015–7.

249

Jeff Desjardins. The Rise and Fall of Yahoo! // Visual Capitalist. July 29, 2016, http://www.visualcapitalist.com/chart-rise-fall-yahoo.

250

Jeff Desjardins. The Rise and Fall of Yahoo! // Visual Capitalist. July 29, 2016, http://www.visualcapitalist.com/chart-rise-fall-yahoo.

251

Jeff Desjardins. The Rise and Fall of Yahoo! // Visual Capitalist. July 29, 2016, http://www.visualcapitalist.com/chart-rise-fall-yahoo.

252

Associated Press, “Winston-Salem Borders Store to Remain Open despite Bankruptcy // Winston-Salem Journal. February 16, 2011, https://archive.is/20110219200836/http://www2.journalnow.com/business/2011/feb/16/3/winstonsalem-borders-store-remain-open-despite-ba-ar-788688.

253

Associated Press, “Winston-Salem Borders Store to Remain Open despite Bankruptcy // Winston-Salem Journal. February 16, 2011, https://archive.is/20110219200836/http://www2.journalnow.com/business/2011/feb/16/3/winstonsalem-borders-store-remain-open-despite-ba-ar-788688.

254

Associated Press, “Winston-Salem Borders Store to Remain Open despite Bankruptcy // Winston-Salem Journal. February 16, 2011, https://archive.is/20110219200836/http://www2.journalnow.com/business/2011/feb/16/3/winstonsalem-borders-store-remain-open-despite-ba-ar-788688.

255

Associated Press, “Winston-Salem Borders Store to Remain Open despite Bankruptcy // Winston-Salem Journal. February 16, 2011, https://archive.is/20110219200836/http://www2.journalnow.com/business/2011/feb/16/3/winstonsalem-borders-store-remain-open-despite-ba-ar-788688.

256

Transformation d’Engie: Les grands chantiers d’Isabelle Kocher // RSE Magazine. January 4, 2018, https://www.rse-magazine.com/Transformation-d-ENGIE-lesgrands-chantiers-d-Isabelle-Kocher_a2531.html#towZyrIe8xYVK106.99.

257

Isabelle Kocher: ‘We Draw Our Inspiration from the Major Players in the Digital World’. ENGIE. November 3, 2016, https://www.ENGIE.com/en/group/opinions/open-innovation-digital/usine-nouvelle-isabelle-kocher.

258

По данным 2019 года, компания насчитывала 74 миллиона потребителей, прибыль составила €80,3 миллиарда, а количество умных счетчиков, установленных в Европе, – 44 миллиона. *Прим. ред.*

259

Enel Earmarks €5.3bn for Digital Transformation // Smart Energy International. November 28, 2017, https://www.smart-energy.com/news/digital-technologiesenel-2018-2020.

260

Derek du Preez. Caterpillar CEO – ‘We Have to Lead Digital. By the Summer Every Machine Will Be Connected’ // Diginomica. April 25, 2016, https://diginomica.com/2016/04/25/caterpillar-ceo-we-have-to-lead-digital-by-the-summer-everymachine-will-be-connected.

261

A Q&A with 3M’s New CEO Mike Roman. 3M Company. July 31, 2018, https://news.3m.com/qa-3m-new-ceo-mike-roman.

262

MDA является разновидностью концепции «Разработка, управляемая моделями»: модельно-ориентированного подхода к разработке программного обеспечения. *Прим. науч. ред.*

263

Michael Sheetz. Technology Killing Off Corporate America: Average Life Span of Companies under 20 Years // CNBC. August 24, 2017, https://www.cnbc.com/2017/08/24/technology-killing-off-corporations-average-lifespan-of-company-under-20-years.html.

264

Thomas M. Siebel. Why Digital Transformation Is Now on the CEO's Shoulders // McKinsey Quarterly. December 2017, https://www.mckinsey.com/businessfunctions/digital-mckinsey/our-insights/why-digital-transformation-is-now-onthe-ceos-shoulders.

265

Dan Marcec. CEO Tenure Rates. Harvard Law School Forum on Corporate Governance and Financial Regulation. February 12, 2018, https://corpgov.law.harvard.edu/2018/02/12/ceo-tenure-rates.

266

Sheeraz Raza. Private Equity Assets under Management Approach $2.5 Trillion // Value Walk. January 31, 2017, http://www.valuewalk.com/2017/01/private-equityassets-management-approach-2–5-trillion.

267

Preeti Varathan. In just Two Hours, Amazon Erased $30 Billion in Market Value for Healthcare’s biggest Companies // Quartz. January 30, 2018, https://qz.com/1192731/amazons-push-into-healthcare-just-cost-the-industry-30-billion-in-market-cap.

268

Alison DeNisco Rayome. Why CEOs Must Partner with IT to Achieve True Digital Transformation // TechRepublic. February 21, 2018, https://www.techrepublic.com/article/why-ceos-must-partner-with-it-to-achieve-true-digital-transformation.

269

Claudio Feser. How Technology Is Changing the Job of the CEO // McKinsey Quarterly. August 2017, https://www.mckinsey.com/global-themes/leadership/how-technology-is-changing-the-job-of-the-ceo.

Rayome. CEOs Must Partner with IT.

271

Khalid Kark et al. Stepping Up: The CIO as Digital Leader // Deloitte Insights. October 20, 2017, https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/cio-insider-businessinsights/cio-leading-digital-change-transformation.html.

Ivan Levingston. Health Stocks Fall after Amazon, JPMorgan, Berkshire Announce Health-Care Deal // Bloomberg. January 30, 2018, https://www.bloomberg.com/news/articles/2018–01–30/health-stocks-slump-as-amazon-led-groupunveils-efficiency-plans; Paul R. LaMonica, Jeff Bezos and His Two Friends Just Spooked Health Care Stocks // CNN. January 30, 2018, http://money.cnn.com/2018/01/30/investing/health-care-stocks-jpmorgan-chase-amazon-berkshirehathaway/index.html.

273

Levingston. Health Stocks Fall; LaMonica. Jeff Bezos.

Antoine Gourévitch et al. Data-Driven Transformation: Accelerate at Scale Now. Boston Consulting Group. May 23, 2017, https://www.bcg.com/publications/2017/digital-transformation-transformation-data-driven-transformation.aspx.

275

Jacques Bughin. Digital Success Requires a Digital Culture. McKinsey. May 3, 2017, https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporatefinance/our-insights/the-strategy-and-corporate-finance-blog/digital-successrequires-a-digital-culture.

Forrester Consulting. Realizing CEO-Led Digital Transformations. Thought Leadership paper commissioned by C3.ai. May 2018, https://c3iot.ai/wp-content/uploads/Realizing-CEO-Led-Digital-Transformations.pdf.

277

Peter Dahlström et al. From Disrupted to Disruptor: Reinventing Your Business by Transforming the Core. McKinsey. February 2017, https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/from-disrupted-to-disruptorreinventing-your-business-by-transforming-the-core.

278

Gerald C. Kane et al. Aligning the Organization for Its Digital Future // MIT Sloan Management Review. July 26, 2016, https://sloanreview.mit.edu/article/one-weirdtrick-to-digital-transformation.

279

Глик Дж. Информация. История. Теория. Поток. М.: Corpus, 2016.

280

Айзексон У. Инноваторы. Как несколько гениев, хакеров и гиков совершили цифровую революцию. М.: Corpus, 2019.

281

Домингос П. Верховный алгоритм. Как машинное обучение изменит наш мир. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016.

282

Майер-Шенбергер В., Кукьер К. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013.

283

Агравал А., Ганс Дж., Голдфарб А. Искусственный интеллект на службе бизнеса. Как машинное прогнозирование помогает принимать решения. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019.

Бринолфссон Э., Макафи Э. Вторая эра машин. Работа, прогресс и процветание в эпоху новейших технологий. М.: АСТ, 2017.

285

Adi Gaskell. The Tech Legend Who Pays Staff to Upskill // Forbes. August 17, 2018, https://www.forbes.com/sites/adigaskell/2018/08/17/the-tech-legend-that-paysstaff-to-upskill.