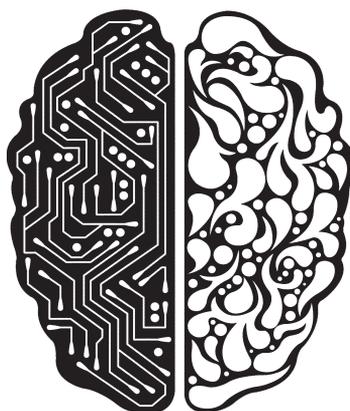


Серия «Стратегическая аналитика»



В.В. ОВЧИННИКОВ

Дорога в мир искусственного интеллекта



Москва

Институт экономических стратегий

РУБИН

2017

УДК 004.8
ББК 32.813
О355

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Агеев Александр Иванович — доктор
экономических наук, профессор

Райков Александр Николаевич — доктор
технических наук, профессор



Издание осуществлено в рамках совместной программы ИНЭС —
МНИИПУ по исследованию процессов цифровой трансформации

РПП ИНЭС Р1726

ISBN 978-5-93618-263-1

© В.В. Овчинников, 2017

© Институт экономических стратегий, 2017

© РУБИН, 2017



СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ. Дорога в мир искусственного интеллекта . . .	9
ВВЕДЕНИЕ	14

ГЛАВА 1. Искусственный интеллект

Его польза и вред для человечества	28
1.1. Что мы понимаем под искусственным интеллектом?	28
1.2. Компьютерные технологии с искусственным интеллектом.	34
1.3. Проблемы ИИ.	39
1.4. Перспективы и реальность использования ИИ	43
1.5. Искусственный интеллект и эмоции	53

ГЛАВА 2. История развития искусственного интеллекта

2.1. Технологические революции.	57
2.2. Искусственный интеллект в эпоху первой технологической революции	63
2.3. Системная конструкция объектов ИИ в период первой технологической революции	74
2.4. Особенности производительных двигательных сил в период первой технологической революции	76



2.5. Основные виды функциональных и процессных моделей водяных турбин	78
2.6. Функциональные, процессные и математические модели «умных» водяных двигателей Сегнера	79
2.7. Функциональные и процессные модели Фурнейрона	82

ГЛАВА 3. Искусственный интеллект

в эпоху второй технологической революции	86
3.1. Начало революции	86
3.2. Основные предпосылки для технологического прорыва в эпоху второй технологической революции	88
3.3. Основные научно-технические достижения в эпоху второй технологической революции	91
3.4. Функциональная модель Уатта	92
3.5. Технологический прорыв в текстильной промышленности	93
3.6. Прорыв в области насосного машиностроения	94
3.7. Прорыв в области парового автомобилестроения	95
3.8. Системная конструкция второй технологической революции	102

ГЛАВА 4. Искусственный интеллект в эпоху

третьей технологической революции	105
4.1. Электричество — путь к новой технологической культуре и новые способы реализации ИИ	105
4.2. История развития электрической производительной двигательной силы	107
4.3. Индустрия изобретений электрической производительной двигательной силы	114
4.4. Системная конструкция третьей технологической революции	117
4.5. Усиление интеллектуальных возможностей человека в эпоху третьей технологической революции	119



ГЛАВА 5. Искусственный интеллект в эпоху четвертой технологической революции	122
5.1. Сущность четвертой технологической революции	122
5.2. Искусственный интеллект в эпоху четвертой технологической революции	127
5.3. Системная конструкция четвертой технологической революции	130
5.4. История развития двигателей внутреннего сгорания	131
ГЛАВА 6. Искусственный интеллект в эпоху пятой технологической революции.	134
6.1. Всеобщая компьютеризация пятого технологического уклада	134
6.2. История развития механических вычислительных устройств для усиления вычислительного интеллекта человека	139
6.3. Начальный этап развития электронных вычислительных машин	143
6.4. Первое поколение электронных вычислительных машин	148
6.5. Второе поколение электронных вычислительных машин	149
6.6. Третье поколение электронных вычислительных машин	152
6.7. Четвертое поколение электронных вычислительных машин	154
6.8. Пятое поколение электронных вычислительных машин . .	155
ГЛАВА 7. Искусственный интеллект на пороге шестой технологической революции	158
7.1. Распространение роботов в промышленности как проявление новых форм производительных интеллектуальных сил.	158



7.2. Анатомия искусственного интеллекта в медицине.	161
7.3. Нейронная элементная база нервной системы человека или животного	162
7.4. Битва СССР с США за обладание искусственным интеллектом	169

**ГЛАВА 8. Искусственный интеллект в эпоху
шестой технологической революции 176**

8.1. Основные риски развития интеллектуальных способностей роботов, сравнимых со способностями человека	176
8.2. Фабрики нанозлектронной элементной базы для ИИ	178
8.3. Схемотехника элементной базы ИИ	182
8.4. Компьютерное моделирование биологических механизмов	185

**ГЛАВА 9. Основы конструирования искусственного
интеллекта с помощью конвергенции
технологий NBIC и SSEIC 191**

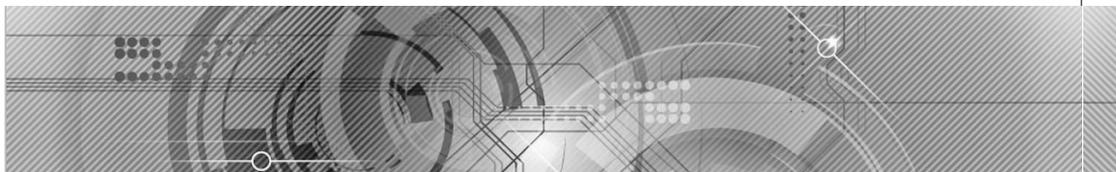
9.1. Идеи и знания о конвергенции технологий.	191
9.2. Системная конструкция конвергенции.	195
9.3. Искусственный интеллект конвергенции рыночной власти	196
9.4. Технологические революции и конвергенция технологий	202
9.5. Конструирование роботов с искусственным интеллектом с помощью конвергенции технологий SSEIC. . .	205

Глава 10. Институциональная революция в сфере ИИ. . . . 215

10.1. Основные институты, преобразующие знания, технологии и производство в продукцию NBIC	215
10.2. Экономический и финансовый пояс институтов на рубеже XX столетия	219



10.3. Системная конструкция экономического и финансового пояса в XX в.	223
10.4. Проблемы сложившейся в XX столетии бюрократической системы конвергенции высоких технологий.	224
10.5. Судьба нынешних кластеров.	225
10.6. Научные и технологические парки разработки ИИ	226
Глава 11. Институциональная реформа на пороге шестой технологической революции	229
11.1. Расстановка интеллектуальных производительных сил в XXI в.	229
11.2. Институциональная революция интеллектуальных производительных сил	241
11.3. Основные риски проектов ОПОП и ЕАЭС.	243
11.4. Методы анализа рисков, влияющих на качество интеграции партнерств.	245
11.5. Пять интеллектуальных производительных сил в модели рынка М. Портера.	247
11.6. Институциональная реформа интеллектуальных производительных сил	249
11.7. Путь в Единое экономическое пространство	257
11.8. Что предстоит сделать для добросовестной конкуренции интегрированных экономик ЕАЭС и ОПОП	264
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	267
ЭПИЛОГ	270
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Искусственный интеллект и искусственный разум	281
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Неолитическая, промышленная и научно-техническая революции общественного строя	289



ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Путь к промышленной революции.	295
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Нанoeлектронные технологии.	297
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Применение когнитивных технологий для глубокого машинного мышления.	306
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Информационные технологии. Моделирование поведения человека или животного	325
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Биотехнологии	352
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Глубина машинного обучения.	359
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Технологические революции и циклы ИИ.	364
ПРИЛОЖЕНИЕ 10. Конвергенция технологий	386
ПРИЛОЖЕНИЕ 11. Основы взаимодействия глобальной конкуренции, конвергенции знаний, технологий и производства ИИ	396
ПРИЛОЖЕНИЕ 12. Научно-технический прорыв. Парадигма технологических революций	450
ГЛОССАРИЙ	453
ЛИТЕРАТУРА.	522

ПРЕДИСЛОВИЕ

ДОРОГА В МИР ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Я думаю, что наш разум — это программа, в то время как мозг — аналог компьютера. Теоретически возможно скопировать содержимое мозга на компьютер и таким образом создать форму вечной жизни. Сегодня, однако, это не в наших силах.

Фурастье Жак. Технический прогресс и капитализм с 1700 по 2100 год / Какое будущее ожидает человечество? Прага: Мир и социализм, 1964, с. 157–159.

Мой мозг — только приемное устройство. В космическом пространстве существует некое интеллектуальное ядро, откуда мы черпаем знания, силы, вдохновение. Я не проник в тайны этого ядра, но знаю, что оно существует.

Томас Эдисон

Президент и основатель Всемирного экономического форума Клаус Шваб в своей книге «Четвертая промышленная революция» пишет: «Мы стоим у истоков революции, которая фундаментально изменит то, как мы живем, работаем и общаемся друг с другом. По масштабу, объему и сложности четвертая промышленная революция не имеет аналогов во всем предыдущем опыте человечества. Нам предстоит увидеть ошеломляющие технологические прорывы в самом широком спектре областей, включая искус-



ственный интеллект, роботизацию, автомобили-роботы, трехмерную печать, нанотехнологии, биотехнологии и многое другое».

«Глобальная конкуренция за превосходство в области искусственного интеллекта может стать причиной начала Третьей мировой войны» — так выразили свое мнение многие всемирно известные эксперты на Всемирном экономическом форуме, прошедшем на швейцарском курорте в Давосе в январе 2017 г. Человек делает шаг в неизведанный мир искусственного интеллекта. Теоретически это дает ему возможность скопировать содержание мозга на биокомпьютер и использовать эту возможность в военных целях. Но беда в том, что этот шаг с одинаковой вероятностью может стать шагом к *триумфу небывалых возможностей или к роковым последствиям, ведущим в пропасть Третьей мировой войны.*

За прошедшие шесть столетий человек научился использовать энергию падающей воды, пара, электричества, двигателей внутреннего сгорания, а на заключительной стадии — атомных источников и, конечно, информационных технологий. Переход от одного источника энергии к другому неизбежно сопровождался технологической революцией, обеспечивающей развитие человечества и легко перераставшей в кровавые социальные конфликты и войны. Но если первые три технологические революции прошли с относительно небольшими человеческими жертвами, то четвертая обошлась человечеству в десятки миллионов человеческих жизней, которые унесла Вторая мировая война. Пятая технологическая революция трансформировалась в многолетнюю холодную войну и в соревнование ядерных проектов. *На этом этапе технологических революций двигательные производительные силы (основанные на энергии падающей воды, пара, электричества и углеводорода) снизили свою деятельность и уступили пальму первенства интеллектуальным производительным силам.*

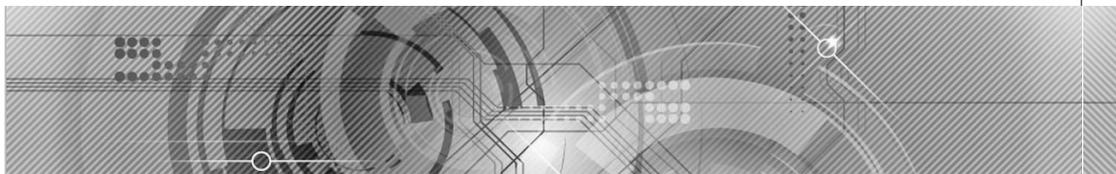
Сегодня на пороге — *шестая технологическая революция, использующая «умный» Интернет. Этот Интернет создает высокоинтеллектуальные платформы знаний, технологий и производства,*



создающие производительные силы искусственного интеллекта. Но ничто так не раскрывает сложность человеческого интеллекта, как попытка создать биокомпьютер, который будет так же умен, как человек. Строительство небоскребов, полеты в космос, секреты Большого взрыва — все это ерунда по сравнению с тем, чтобы повторить наш собственный мозг или хотя бы просто понять его. В настоящее время мозг человека — самый сложный объект во всей Вселенной.

Возможность создать компьютер, который будет умен, как человек, в общем, а не только в одной области, представляется очень привлекательной. Создать компьютер, который может перемножать два десятизначных числа за долю секунды — очень просто. Создать такой, который сможет различить, где собака, а где кошка, — невероятно сложно. Создать программу для компьютера, которая может обыграть гроссмейстера? Нет проблем. Со сложными вещами — вроде вычислений, расчета стратегий финансовых рынков, перевода языка — компьютер справляется с легкостью, а с простыми вещами — зрение, движение, восприятие — нет. Как выразился Дональд Кнут, *«искусственный интеллект сейчас делает практически все, что требует «мышления», но не может справиться с тем, что делают люди и животные не задумываясь».*

Далее Дональд Кнут приводит пример некоей системы, способной улучшать свой начальный интеллект на определенном уровне — скажем, простого обывателя или школьника. Развившись — скажем, до уровня Эйнштейна, — такая система начинает развиваться уже с интеллектом Эйнштейна, ей требуется меньше времени на развитие, а скачки происходят все большие, позволяя системе превзойти любого человека. По мере быстрого развития искусственный интеллект взмывает до небесных высот в своей интеллектуальности и становится сверхразумной системой. Этот процесс называется взрывом интеллекта, способным нанести ущерб любой стране мира не хуже ядерного взрыва.



Ученые спорят о том, как быстро искусственный интеллект достигнет уровня современного человека. Большинство ученых считают, что такие системы мы получим к 2040 г., всего через 25 лет, что очень и очень мало по меркам развития технологий. Возникает вопрос: а каким тогда станет так называемое цифровое общество? Ведь даже такие институты современного общества, как банки, будут превращаться в *финансовые супермаркеты*, торгующие не только финансовыми инструментами, но и услугами, которые сейчас оказывает государство.

Интернет из совокупности сайтов этого цифрового общества трансформируется в *совокупность интеллектуальных оболочек*, способных самостоятельно реализовывать сложные проекты развития производительных, главным образом интеллектуальных сил. Ряд профессий становится ненужным — людей заменят программы и нейронные сети. Особенно это коснется таких профессий, как юрист, страховщик и банкир, — работы в привычном смысле слова для них в ближайшем будущем может не остаться. Однако это не значит, что учиться по данным специальностям не нужно. Специалистам необходимо осваивать современные технологии и получать дополнительные навыки вне университетских курсов.

Постепенно каждый из нас в качестве реального человека будет интересовать цифровой мир все меньше и меньше. Зато значение нашей онлайн-копии в социальных сетях, наоборот, станет неуклонно повышаться, поскольку сможет сказать о своем физическом оригинале очень многое. Всех будет интересовать ваша цифровая копия, которая хранится в облаках больших данных, а не вы... При этом важно понимать, что все мы будем абсолютно прозрачны для цифрового мира. Практически ничего не удастся скрыть. Далеко не все готовы смириться с таким положением дел, но это ключевой тренд на ближайшие годы. Банкам в новом мире, по всей видимости, не останется места, их полностью заменит искусственный интеллект в финансовых супермаркетах.



В свою очередь, облака больших данных объединят психологию и методы изучения характера и способностей человека. Уже появляются новые методы анализа поведения человека, использующие наши лайки в Facebook. Ряд ученых доказали, что 11–12 лайков достаточно для того, чтобы узнать человека так, как знает его коллеги; 230 лайков — как супруг или супруга. Ну а 300 лайков позволят исследователю изучить его на уровне родителей. Конечно, это только гипотеза, но доказывать ее будет искусственный интеллект.

Искусственный интеллект способен перевернуть все наши представления о возможности считывания роботом наших жестов и мимики. Представьте: вы входите в дом и, не произнеся ни слова, не прикоснувшись ни к одному датчику, можете управлять приборами. Это делается с помощью движений рук, движений пальцев, мимики. Можно привести множество результатов исследований в области искусственного интеллекта, доказывающих перспективность интеллектуализации наших усилий.

Но всегда нужно помнить об уроках создания орудия массового поражения и приложить все усилия к предотвращению появления умных монстров, способных стереть человечество с лица земли.

*Из заключения группы экспертов ряда глобальных
индустриальных центров стратегических партнеров
Всемирного экономического форума в Давосе*

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемый читатель!

На наших глазах совершается очередная технологическая революция. Суть этой революции заключается в трансформации производительной двигательной силы в производительную интеллектуальную силу. Первая сила в течение многих столетий охватывала в основном производство материальных благ и стала причиной пяти предыдущих технологических революций. Вторая — только начинает набирать темпы развития, но за короткое время достигла значительных успехов в рыночной экономике. Почему это произошло? Да потому, что общество наиболее развитых в экономическом отношении стран стало остро нуждаться не только в материальных благах, но и в новых знаниях, технологиях и в производстве интеллектуальных благ.

Под производительной силой мы все понимаем систему, состоящую из специалистов, обладающих необходимыми навыками и компетенциями, и средств производства, с помощью которых осуществляется преобразование сырья в готовую продукцию. При этом производительная двигательная сила осуществляет действия, направленные на производство материальных активов (орудий труда или продуктов потребления). Индикатором эффективности этой силы служит коэффициент полезного действия.



Производительная интеллектуальная сила направлена на производство знаний, технологий, различной продукции и создает нематериальные активы. Именно вторая сила привела в действие разные экономические и технологические механизмы, способствующие развитию шестой технологической революции.

Шестая технологическая революция совершается под флагом создания систем, машин и механизмов, способных обучаться и думать. Под термином «думать» понимается способность машины или механизма (робота) решать задачи, алгоритмы которых неизвестны. Тем самым человек усиливает свои интеллектуальные возможности и получает себе в помощники устройства, ассоциируемые с разумным поведением человека. Этот результат в дальнейшем тексте упоминается многократно как глубокое машинное мышление и как когнитивные технологии. Надо отметить, что добиться этого результата совсем не просто. Для достижения убедительного результата в глубоком машинном мышлении требуется освоить основные когнитивные технологии и способы конвергенции наиболее употребляемых технологий. Под конвергенцией здесь понимаются действия разработчиков «умных» машин, направленные на сближение и взаимное проникновение разных технологий с целью получения совершенно новых возможностей искусственного интеллекта (ИИ).

Искусственный интеллект (ИИ) — это совокупность действий в области знаний, технологий, производств, направленных на создание компьютерных программ, способных решать те интеллектуальные задачи, которые сейчас могут быть решены только человеком. Идей и знаний о конвергенции технологий недостаточно для конструирования устройств с искусственным интеллектом. Нужна институциональная основа конвергенции технологий в области образовательных, инновационных, финансовых супермаркетов вместо кластеров, технопарков, инкубаторов и других традиционных способов решения этой проблемы. Нужно осваивать новые формы конвергенции предпринимательской деятельности



с использованием ИИ в преобразовании изобретений и открытий в уникальные коммерческие продукты.

Дальше всего в использовании ИИ продвинулись системы, заменяющие человека в управлении транспортным средством. В этом случае понятие «искусственный интеллект» означает совокупность действий бортового компьютера, направленных на повышение эффективности различных форм управления транспортным средством в зависимости от дорожной обстановки. Компьютер может использовать более сложные психологические понятия и фиксировать более сложные ситуации реальности — такие как поиск информации по смыслу, подготовка проектных решений. В этом случае использование компьютера в экспериментальной психологии не только расширяет возможности анализа психических процессов, но и выступает как функциональная модель для изучения научного творчества вообще.

Использование компьютера для поиска и хранения информации — новый этап в развитии того, что психологи называют «искусственной памятью» человечества. Компьютеры позволяют сосредоточиться на решении отдельных творческих задач. Например, на подготовке заявки на изобретение или открытие, доказательств его новизны и практической ценности. Положение о своеобразии человеческого мышления по сравнению с процессами переработки информации компьютером является методологическим принципом теории проектирования устройств с ИИ. Компьютер должен быть достаточно совершенным, приспособленным к человеческой деятельности, а человек — к условиям работы с компьютером. Психология вместе с когнитивной кибернетикой составляют теоретический фундамент внедрения ИИ в разные сферы умственного труда.

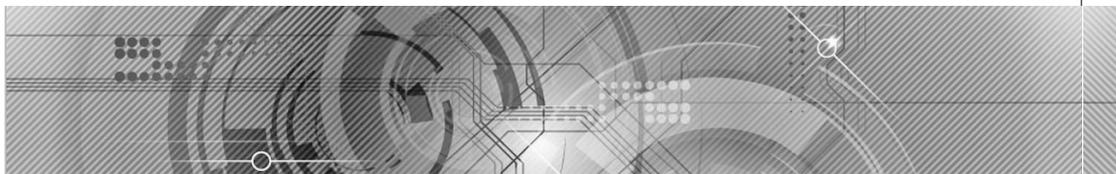
Искусственные нейронные сети пришли к нам из биологии. Они состоят из пороговых двоичных элементов, функциональные возможности которых аналогичны большинству элементарных функций биологического нейрона — нервной клетки. Нейро-



ны организуются по способу, который может соответствовать (или не соответствовать) анатомии мозга. Они выстраиваются в цепи, соединяются. Искусственные нейронные сети демонстрируют удивительное число свойств, присущих мозгу животных или человека. Они обучаются на основе приобретения жизненного опыта, обобщают предыдущие прецеденты для применения к новым случаям и извлекают существенные знания из поступающей информации, содержащей излишние данные.

Несмотря на такое функциональное сходство, даже самый оптимистичный их защитник не рискнет предположить, что в скором будущем искусственные нейронные сети будут дублировать функции человеческого мозга. Пока реальный «интеллект», демонстрируемый самыми сложными нейронными сетями, находится ниже уровня «интеллекта» дождевого червя, и энтузиазм должен быть умерен в соответствии с современными реалиями. Однако неверно игнорировать удивительное сходство в функционировании некоторых пороговых нейронных сетей с человеческим мозгом. Эти возможности, как бы они ни были ограничены сегодня, наводят на мысль, что глубокое проникновение в человеческий интеллект, а также множество революционных приложений могут быть не за горами. Возможно, что скоро люди научатся создавать большие нейронные сети, объединять их в системы и в конечном счете получать более совершенные способы совершенствования интеллектуальной силы человека.

За последние 300 лет человечество прошло большой исторический путь к созданию сначала механических вычислительных устройств (первая и вторая технологические революции). Затем наступила эра электрических вычислительных устройств на электромагнитных реле (третья технологическая революция). Заключительным аккордом стало создание пяти поколений электронных вычислительных машин, в том числе микроэлектронных, а потом наноэлектронных нейрокомпьютеров и биологических компьютеров. Тем самым человек накопил опыт использования



интеллектуальных технологий нейронных сетей, доступного машинного обучения и глубокого обучения. Нейронные сети находятся в самом основании этой пирамиды. Они представляют собой особый тип компьютерной архитектуры, которая необходима для создания искусственного интеллекта. Следующий уровень — это машинное обучение, которое выступает в роли программного обеспечения для нейронных сетей. Оно позволяет выстроить процесс обучения таким образом, чтобы машина искала нужные ответы в гигантских массивах данных. Пирамиду венчает *глубокое обучение* — особый тип машинного обучения, приобретший невероятную популярность за последнее десятилетие во многом благодаря двум новым возможностям: резко подешевевшей вычислительной мощности и безграничным информационным просторам, известным как «интеллектуальный Интернет».

Истоки концепции нейронных сетей берут свое начало в 50-х гг. прошлого века, когда исследование искусственного интеллекта оформилось в отдельную область научных изысканий. Тогда эти исследования были нацелены на создание систем противоракетной обороны СССР и США, использующих различные биологические компьютеры, воплощенные в микросхемах нейронов. В целом структура нейронных сетей отдаленно напоминает строение человеческого мозга и представляет собой сеть узлов, выстроенных наподобие нейронных связей. По отдельности эти узлы не представляют ничего выдающегося, они могут отвечать лишь на самые примитивные вопросы, но их совместная деятельность (конвергенция) способна решать сложнейшие задачи. Гораздо важнее, что при наличии правильных алгоритмов нейронные сети можно обучить, что подчеркивает их когнитивные свойства.

Генеральный директор компании Tesla Motors Илон Маск в своих выступлениях постоянно подчеркивает, каким образом парк обучающихся нейронных сетей, собирающих поступающие данные, помогает обучить все машины, если одна из них что-то «усвоила». Конечным этапом и целью данного исследования не



является создание стандартного или гибкого искусственного интеллекта. Скорее всего, это будет неким распределением в компьютерной сети большого количества отдельных «разумов».

Дальнейшее развитие цивилизации пойдет, видимо, по пути слияния интеллекта человека и искусственного интеллекта с помощью конструктора конвергенции самых разных технологий. Человечество стоит на пороге открытий, которые позволят с помощью нанотехнологий и когнитивных технологий вживлять в мозг — и в искусственный, и в настоящий — микрочипы с огромным количеством информации, которые не только значительно повысят умственные способности, но и смогут защищать мозг от внешнего воздействия. Т.е. предсказывается появление «умных» нанороботов, которые будут проникать в головной мозг через капилляры и непосредственно взаимодействовать с человеческими нейронами. Микрочипы позволят людям запоминать неограниченное количество информации, просчитывать варианты со скоростью компьютера и даже общаться с виртуальным миром через собственную нервную систему.

Компания IBM объявила о начале работы над биологическим компьютером, работающим по принципу человеческого мозга. Проект финансируется из государственного бюджета США.

Специалисты IBM и пяти ведущих университетов США поставили перед собой задачу объединить знания по биологии с компьютерным воспроизведением работы нейронов. В результате они надеются разработать систему, по сложности сравнимую с мозгом кошки. Для участия в проекте IBM объединяет ведущих психологов, нейробиологов и специалистов в области нанoeлектроники, биотехнологий, компьютерных и когнитивных (склонных к самообучению) технологий, усиливающих интеллектуальную производительную силу.

Разработки в области компьютерных технологий уже позволяют симулировать деятельность мозга небольшого млекопитающего, например мыши. Для этого нужно использовать 55 млн ис-



кусственных нейронов и полтриллиона межнейронных синапсов. Подобные эксперименты стали возможны совсем недавно. Только сейчас ученым удалось достигнуть плотности нейронного материала, сопоставимой с мозгом животного, — 10 млрд нейронов на квадратный сантиметр.

Из существующих технологий заслуживает внимания компьютерный код, воспроизводящий межнейронные связи. Благодаря этому коду компьютер можно запрограммировать «обучиться» определенной функции или действию. Синапсы, или межнейронные связи нейронов мозга, создаются, распадаются, укрепляются или ослабевают в зависимости от деятельности мозга. Одна из главных трудностей исследования — разработка материала, который сможет воссоздать эту особенность мозга.

Если эта проблема будет решена, то в отличие от существующей технологии, позволяющей лишь запрограммировать искусственный мозг на решение той или иной задачи, компьютер сможет на основании накопленных знаний, памяти и «опыта» анализировать данные — то, что мы называем «способностью думать».

Важно усвоить, что у человечества существует три пути в свое будущее. Первый путь — это ничего не делать и ждать пришествия искусственного интеллекта. Второй путь — это попытки на основе тщательного анализа функционирования биологических механизмов сконструировать их компьютерные аналоги. Это направление доминирует в медицине, позволяет осуществлять сложнейшие операции и изготавливать искусственные органы и конечности человека или животного. На втором пути человек сможет усиливать свои возможности в области ИИ так, как он это делал до сих пор с помощью механических, электрических и электронных компьютеров. Третий путь означает поиск аналогов компьютерных программ и алгоритмов в мире взаимодействия живых организмов. Третий путь основан на создании «умных механизмов», где нет ни спайков, ни дендритов, более того — принципы их работы далеки от работы головного мозга. Фактически третий путь



означает, что в нейронных сетях берется только нужное и ничего «нейронного» в работе искусственного интеллекта ученые не замечают. Например, это могут быть алгоритмы глубинного обучения, созданные на основе понимания того, как обрабатывает информацию и учится человеческий мозг.

Мнение о том, что «думающие как человек» роботы будут сопровождать нас в недалеком будущем, напрямую связано с идеей, согласно которой искусственный интеллект, нейронные сети, глубинное обучение являются достоянием исключительно современной науки. Ведь, если допустить мысль о том, что все это было придумано десятилетия назад (а роботы к сегодняшнему дню так и не захватили мир), «порог ожиданий» от научных достижений вообще и скорости их развития в частности придется серьезно снизить. Это просто архитектура, созданная в надежде, что когда-нибудь люди создадут подходящие для нее алгоритмы.

Учитывая, что в нашем мозге насчитывается порядка 100 млрд нейронов, 100 млрд глиальных клеток и 100 трлн соединений между нейронами, крайне маловероятно, что мы в ближайшем будущем, даже с учетом последних достижений в области нанoeлектроники, сможем «в точности воссоздать» эту архитектуру и заставить ее работать. А вот молекулярные биологи, изучающие геном человека и его отличия от близких родственников людей по эволюционной цепочке, дают более обнадеживающие прогнозы: оказывается, геном человека отличается от генома шимпанзе на 125 миллионов пар оснований. Цифра большая, но не бесконечно огромная, что дает повод надеяться, что на основании этих данных группа ученых сможет составить если не «работающий прототип», то как минимум сколь бы то ни было адекватное «генетическое описание» человеческого мозга или, скорее, базовые принципы, лежащие в основе его работы.

Наиболее значимые принципы, определяющие работу человеческого интеллекта, лежат в 125 миллионах пар оснований, а не в остальных 96% генома, которые у человека и шимпанзе совпа-



дают. Так сможем ли мы создать искусственный интеллект, равный по возможностям человеческому? Получится ли у нас в обозримом будущем понять, как именно работает наш собственный мозг? Ряд ученых считают, что это вполне возможно, если вооружиться верой в светлое будущее и в то, что многие вещи в природе работают по более простым законам, чем это кажется на первый взгляд.

К началу Всемирного экономического форума в Давосе в 2017 г. были опубликованы материалы исследований социальных последствий внедрения искусственного интеллекта, в которых приводятся прогнозы на ближайшие пять лет. Так, внедрение искусственного интеллекта и робототехники, по прогнозам аналитиков, приведет к сокращению 5 млн работников в 15 экономически развитых странах.

По словам ряда исследователей — участников Всемирного экономического форума (в частности, профессора Рэя Курцвейла и предпринимателя Илона Маска), в мире искусственного интеллекта наблюдается новый подход к функциональной модели межнейронных связей. Они высказывают мнение, что «проблема кода межнейронных связей и искусственного интеллекта в целом состоит в том, что ее создатели отталкивались от ограниченного круга задач. Мы же сначала разрабатываем с помощью новых механизмов институтов знаний и технологий сетевой экономики некоторый универсальный алгоритм, что в разы расширит круг возможностей компьютера-мозга».

В то же время глобальные эксперты Всемирного экономического форума в Давосе подчеркивают, что некоторые компании, такие как Mercedes-Benz, идут по обратному пути. Компания недавно отказалась от автоматизированных конвейеров и поменяла роботов на людей, объясняя это тем, что роботы не могут выполнить то большое количество разнообразных задач, которые стоят перед компанией. Это положение — ключевое для определения пользы искусственного интеллекта. Там, где существует многооб-



разии способов решения задач, требуется человек с его интуицией. Поэтому не все так однозначно. К тому же дальнейшее продвижение в области создания искусственного интеллекта может привести к появлению новых рабочих мест, т.к. новые технологии не только уничтожают старую эпоху, но и создают новую.

И, наконец, человечеству важно осознать, что достижение всех перечисленных выше результатов в области искусственного интеллекта возможно только при условии накопления критической массы знаний, технологий и производства, способной трансформировать множества производительных двигательных сил в множества производительных интеллектуальных сил. А это может произойти только в условиях глобальной конвергенции множества технологий в области наноэлектроники, биотехнологий, информационных и когнитивных технологий. Фактически в мире создается единая платформа для конвергенции (слияния) множества технологий из разных стран мира с целью создания новых технологий, соединяющих самые лучшие достижения в области нанотехнологий, биологических, информационных и когнитивных технологий.

При этом лидирование в области нанотехнологий обеспечит возможность изготавливать наноэлектронные чипы с разрешающей способностью в 10 нм, а в ближайшем будущем еще меньше, вплоть до молекулярного уровня. Успехи в области биотехнологий позволят понять функциональные модели, описывающие основные действия биологических организмов. Достижения в области информационных технологий дадут нам возможность превратить функциональные модели в процессные и моделировать работу биологических механизмов с помощью мощных суперкомпьютеров. И, наконец, когнитивные технологии позволят нам понять, каким образом происходит процесс осмысления данных и обучения в мозгу человека или животного.

Важно отметить, что все перечисленные технологии существовали и раньше. Так, автор данной монографии участвовал



в 70-х гг. прошлого века в разработках вычислительных средств, основанных на применении пороговых логических элементов и арифметики в остаточных классах, реализованных в формате микроэлектроники с разрешающей способностью в десятки микрометров. Такие элементы позволяли существенно снижать энергопотребление и размеры, но адекватность функциональной модели, например действиям вычислительных устройств арифметики в остаточных классах, существенно снижалась. Для воспроизводства аналога и его моделирования, например глаза кошки с его несколькими тысячами нейронов, требовалась лаборатория, занимающая целый этаж, оснащенная существовавшими в то время вычислительными монстрами ЭВМ ЕС и мощными энергоустановками.

Тем не менее то, что было сделано, позволило нам наблюдать отдельные аспекты функционирования мозга кошки и, главное, отработать необходимые для решения задач противоракетной обороны схемотехнику и системотехнику нейронных связей. Наблюдались и отдельные признаки обучения с участием центральной нервной системы животных. Главное, что было сделано, — разработана необходимая схемотехника отдельных участков центральной нервной системы на формальных пороговых элементах — аналогах нейронов. Сейчас этот опыт востребован американскими и китайскими центрами схемотехники, применяющими для создания искусственного интеллекта биотехнологии и нанотехнологии с разрешающей способностью в несколько нанометров.

Остается только позавидовать — в хорошем смысле этого слова — нынешним ученым и специалистам и пожелать новым поколениям ученых при нынешнем уровне достижений нанoeлектроники, биотехнологий, компьютерных и когнитивных технологий создать такую схемотехнику и системотехнику, которая была бы намного ближе к реальным нейронным сетям. Такая возможность есть в новой облачной и интеллектуальной конструкции исследо-



вательской мировой лаборатории, обладающей гигантскими вычислительными ресурсами, использующей глобальные промышленные центры, инновационные, образовательные и финансовые супермаркеты. Главное, что нужно усвоить нынешним ученым и специалистам, — это то, что на наших глазах совершается институциональная революция, обеспечивающая с помощью новых институтов превращение знаний в изобретения и открытия, а технологий и производства — в коммерчески выгодные продукты искусственного интеллекта.

Так почему искусственный интеллект нуждается в создании новых институтов, воплощенных в понятие «супермаркеты»? Да потому, что инновационные супермаркеты с высокой эффективностью преобразуют изобретения и открытия в области искусственного интеллекта в коммерчески выгодные продукты. То же самое касается образовательных супермаркетов, которые преобразуют знания, полученные в процессе обучения в проектных семинарах, в изобретения и открытия и другие виды интеллектуальной собственности. И, наконец, финансовые супермаркеты гораздо лучше, чем традиционные банки, защищают от финансовых угроз XXI в. и обеспечивают высокую эффективность инвестиций с помощью глобальных инвестиционных стандартов. Что касается таких институтов, как глобальные промышленные центры, то они координируют действия новых институтов, направленные на глобальную конкуренцию, а также преобразуют знания и технологии, полученные в результате действий супермаркетов, в производство объектов интеллектуальной собственности. О таких институтах мы только мечтали и с такими глобальными лабораториями мы знакомим читателя.

Но этого мало. С помощью новой мировой исследовательской лаборатории нужно освоить такие предметы глобальной научной конкуренции, как глобальные инвестиционные стандарты, интеллектуальные оболочки и плоская сетевая экономика. Данная книга делает упор на ознакомление читателя с основными процесса-



ми создания необходимых и достаточных условий для накопления знаний, технологий и производства объектов искусственного интеллекта на принципах разделения труда, использования лучших мировых стандартов и международного опыта. Только таким способом можно найти ту дорогу, которая приведет всех нас в мир искусственного интеллекта. Конечно, книга не претендует на то, что все события, затронутые в ней, достаточно полно описывают проблемы и методы их решения. Но даже то, что изложено, позволяет судить о тех трудностях, с которыми столкнется любой специалист, занимающийся проблемами конвергенции технологий. Облегчает этот адский труд инфраструктура (коллективный искусственный интеллект), осуществляющая конвергенцию технологий по упрощенной формуле NBIC и SSEIC. В состав такой инфраструктуры входят фабрики для производства нанoeлектронных компонентов и небольшие предприятия, занимающиеся производством биотехнологий.

Фабрика нанотехнологий — это прорыв в будущее, когда человек осуществляет управление материей на уровне молекул с размерами компонентов схем от 1 до 100 нм, когда уникальные явления создают возможности для необычного применения инструментов, воздействующих на атомы и молекулы. Благодаря этому нанотехнологии образуют фундамент для биотехнологий, информационных технологий и когнитивных технологий, которые могут принадлежать владельцам из разных стран.

В эту же инфраструктуру входят компании, занимающиеся компьютерным моделированием различных биологических механизмов для их воплощения в нанoeлектронных схемах. Кроме того, инфраструктура через проектные семинары ведет подготовку кадров для остальных участников. Такое сочетание новых технологий обеспечивает возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты ИИ, имеющие принципиально новые качества и позволяющие создавать электронные наносхемы, не уступающие природным аналогам. Инфраструктура



помогает осуществлять глобальную экспертизу проектов, разрабатывать процессную модель предмета ИИ, принципиальные схемы и конструкторскую документацию, необходимую для размещения заказа на фабрике наноэлектроники.

Важное место в инфраструктуре занимают институты интеллектуальной собственности, инновационные и финансовые супермаркеты. Этот особый класс институтов появился сравнительно недавно в результате проведения первой стадии институциональных реформ. Эти институты начинают вытеснять с рынка инноваций кластеры, технопарки, стартапы и т.д. Уже состоявшиеся реформы положили начало созданию новых поколений фабрик наноэлектроники, центров биотехнологий, суперкомпьютеров и обучающих центров на базе образовательных проектных семинаров. Конечно, это только самое начало движения в мир искусственного интеллекта, но темпы этого движения впечатляют.