

УДК 004.8-053.2

ББК 32.813я71

Л64

Литвинцева Л. В.

Л64 Искусственный интеллект. Беседы со школьниками. — СПб.: БХВ-Петербург, 2019. — 312 с.: ил.

ISBN 978-5-9775-4008-7

Книга предназначена для первого знакомства с наукой «искусственный интеллект». В форме бесед школьников с учеными, разработчиками интеллектуальных систем и роботов представлена ясная картина того, что и как изучает эта современная научная дисциплина, описаны ее основные идеи, понятия, модели и методы. Рассказано, как наделять искусственные создания способностью логически мыслить и рассуждать так, как это умеет человек, что такое нечеткие высказывания и нечеткие множества, генетические алгоритмы и «мягкие» вычисления, как использовать искусственный интеллект в системах управления парковкой беспилотного автомобиля. Также читатели узнают, что такое нейросети и как обучаются роботы, как проводятся конференции по искусственному интеллекту и в каком направлении искусственный интеллект будет развиваться дальше.

Для школьников средних и старших классов

УДК 004.8-053.2

ББК 32.813я71

Группа подготовки издания:

Руководитель проекта	<i>Евгений Рыбаков</i>
Зав. редакцией	<i>Екатерина Сависте</i>
Иллюстрации и верстка	<i>Марины Дамбиевой</i>
Оформление обложки	<i>Марины Дамбиевой</i>

«БХВ-Петербург», 191036, Санкт-Петербург, Гончарная ул., 20.

ISBN 978-5-9775-4008-7

© Литвинцева Л. В., 2019

© Оформление. ООО «БХВ-Петербург», ООО «БХВ», 2019

БЛАГОДАРНОСТИ

Несколько слов о самом главном. О тех людях, без поддержки которых не было бы этой книги. Она появилась при содействии многих родных и близких мне людей.

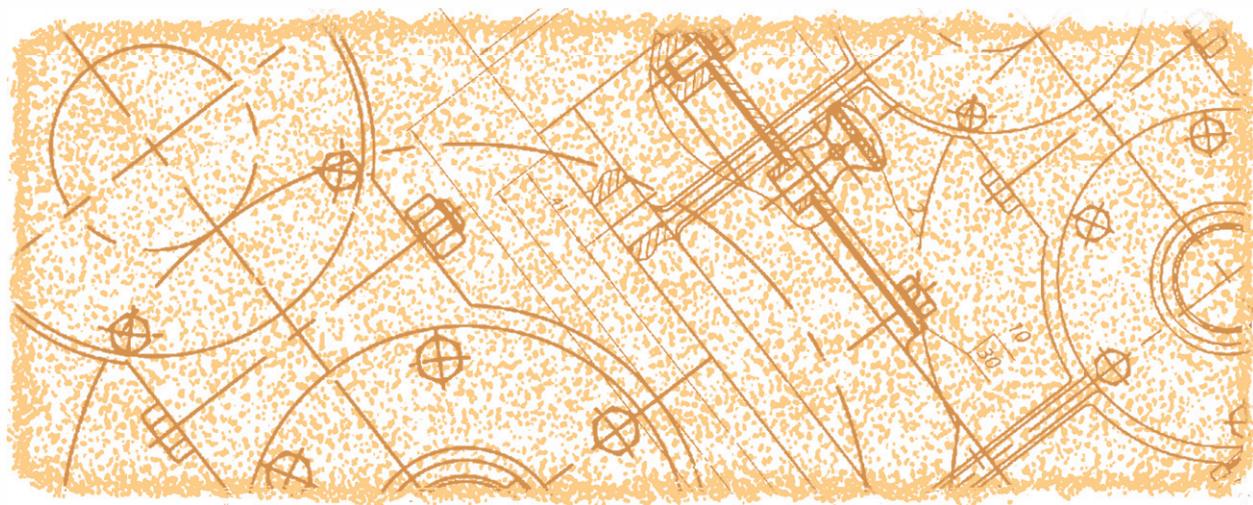
Моя огромная благодарность — моей дочери Насте. Это моё счастье, радость и гордость, которые всегда со мной. При её поддержке, любви и мудрости эта книга появилась на свет. Настя мой самый дорогой первый читатель.

Вторая моя огромная благодарность — всей моей семье: моим чудесным внукам, талантливому мудрому Мите, моему уникальному мужу, Профессору. Их советы и поддержка — неиссякаемый источник энергии и творчества.

Я благодарна всем своим друзьям и особенно моим физтеховским подругам Наде и Тане за дружескую и эмоциональную поддержку. Надя, занимаясь изучением физико-химических процессов в атмосфере, тем не менее, заинтересованно прочитала рукопись и дала несколько ценных советов. Вот что значит дружба!

Большую роль в появлении книги сыграла также известная в среде «Разумного пути» Мария Разбаш, щедро дарующая доброту, мудрость, понимание, творческий взгляд на жизнь. Мария, низкий Вам поклон.

Я также очень благодарна Евгению Евгеньевичу Рыбакову, зам. главного редактора издательства «БХВ», который поверил в автора и в актуальность и полезность этой книги, а также Марине Валерьевне Дамбиевой, замечательному художнику-дизайнеру издательства. Благодаря их поддержке и оригинальным творческим решениям книга получилось именно такой, какая она есть.

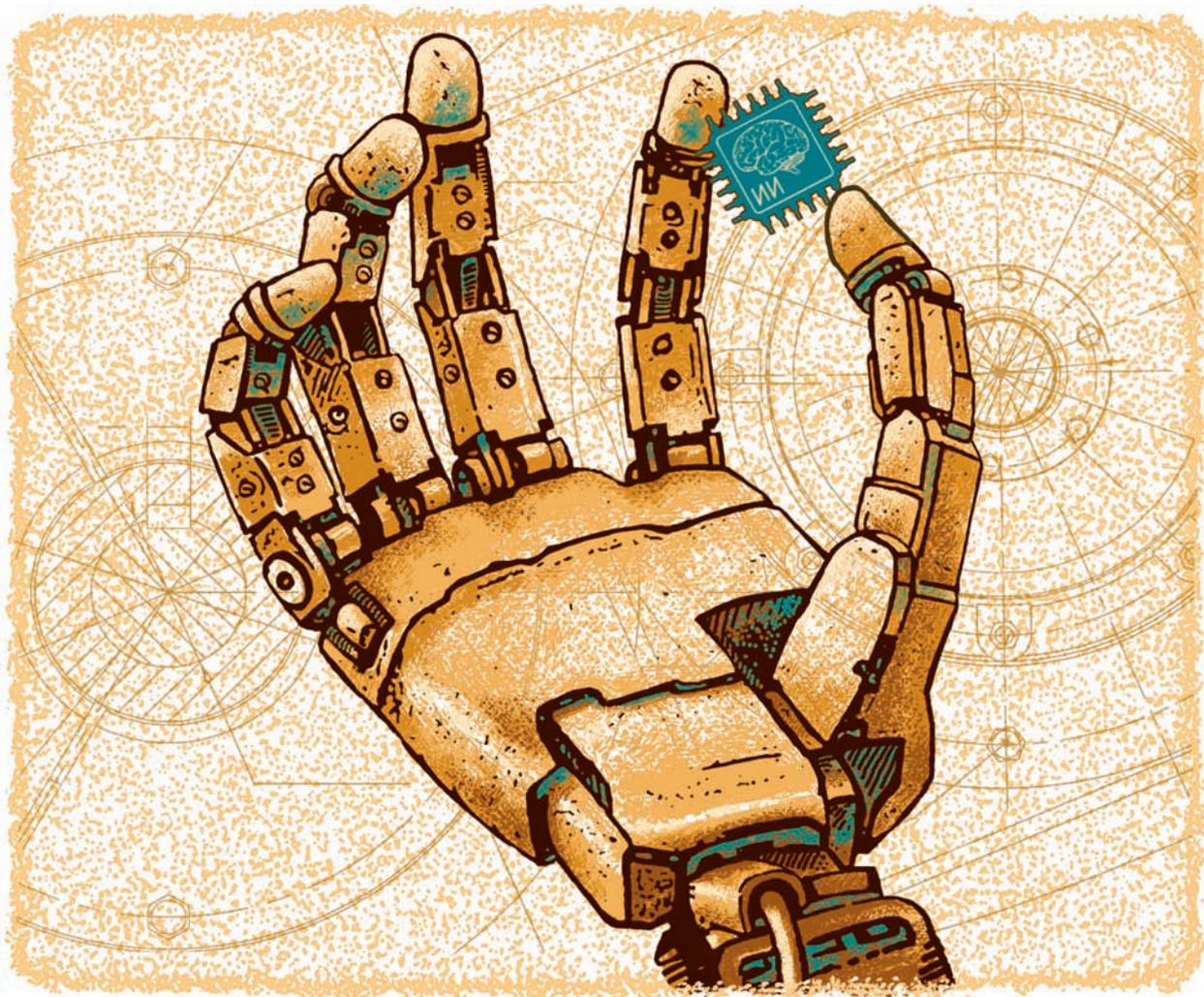


ПРЕДИСЛОВИЕ

В этой книге в форме бесед с любознательными школьниками рассказывается о науке «искусственный интеллект» (ИИ) и её направлениях исследований.

В книге есть персонажи. Это восьмиклассница Аня — смешливая почемучка, про которую учителя говорят: «Аня, не больше 10 вопросов в день». И десятиклассник Артём — обстоятельный рукастый молодой человек, который увлекается робототехникой. Этот весёлый тандем друзей посещает занимательные лекции молодых учёных, постигая премудрости науки ИИ.

Учёные обсуждают со школьниками задачи, которые решаются в рамках основных направлений в ИИ, объясняют их научную суть, а также способы и примеры их решения.



Каждому направлению ИИ посвящена своя глава-беседа. Всего таких бесед шесть. Их научная тема охватывает следующие разделы ИИ.

1. Что такое данные, информация и знания, в чём их отличия и как они представляются в системах ИИ. Тест Тьюринга и уровни понимания входной информации. Устройство систем взаимодействия с человеком на естественном языке. Знакомство с диалоговыми и экспертными системами, персональными помощниками, чат-ботами и так далее.
2. Какие есть способы рассуждений у людей, и как строятся логические модели рассуждений. Знакомство с типами логик, включая неклассические логики, среди которых — логики времени и пространства, необходимые роботам.
3. Нечёткие вычисления в задачах ИИ. Знакомство с нечёткой логикой и нечётким выводом, с нечётким управлением, например, движением роботов.
4. Что такое генетические алгоритмы и как они работают. Их практическое применение в задачах ИИ, например, в задаче автоматической парковки автомобиля.
5. Способы обучения в системах ИИ. Введение в нейровычисления. Знакомство с типами искусственных нейронных сетей и алгоритмами их обучения. Пример нечётких нейронных сетей для задач управления движением и взаимодействием роботов.
6. Как должны быть устроены интеллектуальные роботы. Знакомство с миром роботов и обсуждение их «интеллекта». Знакомство с моделями и алгоритмами целенаправленного поведения роботов.

В результате школьники получают знания о базовых понятиях, математических моделях, методах и алгоритмах теории искусственного интеллекта.

Автор стремилась максимально упростить восприятие, а также заинтересовать читателей красотой научных решений, при этом не увлекаясь излишней сложностью. Если не всегда удавалось её избежать, читателям всегда предоставлялся выбор перейти к следующей странице, не теряя при этом дальнейшей нити рассуждений.

Автор надеется, что эта книга позволит читателям легко и с удовольствием войти в тему изучения науки ИИ, а также обрести начальный багаж знаний для восприятия сложных университетских курсов (в случае если они выберут себе такую профессию).

Автор использовала свой большой опыт научной и педагогической деятельности на протяжении многих лет работы как у нас в стране, так и за рубежом.

ВВЕДЕНИЕ



— Сова, — сказал Кролик деловито, — у нас с тобой есть мозги. У остальных — опилки. Если в этом Лесу кто-то должен думать, а когда я говорю «думать», я имею в виду думать по-настоящему, то это наше с тобой дело.

— Да, — сказала Сова, — я этим и занимаюсь.

А. А. Милн. «Винни-Пух и все-все-все»

...Тихий летний вечер. Мы сидим на даче с внучкой Аней. Я пишу научную статью в журнал, а Аня развлекается с программой «Сири» на своём мобильном телефоне.

— Бабушка, послушай, что говорит мне «Сири», она такая умная!

— Да неужели? Например? — улыбнувшись, спросила я.

— Ну, например, я её попросила: «Эй, Сири, позвони моей бабушке», а она ответила: «У меня нет номера телефона твоей бабушки». Представляешь?

— Представляю. А вообще-то, что такое «**умная**», по-твоему?

— Ну, по-моему, умная, если она умеет отвечать на вопросы.

— А как насчёт понимания?

— Ну, если правильно отвечает, значит, умеет **понимать**.

— А что это значит — **понимать**?

Аня задумалась.

— Наверное, понимать — значит находить смысл информации, которую тебе дают.

— Правильно. По-научному я бы сказала так: понимать — значит уметь «интерпретировать» входную информацию.

Устройство, или программа, которая этим занимается, называется *процессором*. Например, есть цифровые процессоры. Они понимают только язык чисел. Такой процессор стоит, например, в твоём калькуляторе. Он понимает только цифры, и с ним можно «говорить» путём нажатия кнопок, каждая из которых обозначает число или операцию, которую с этим числом надо сделать, например, вычесть или умножить. А есть *лингвистические процессоры*. Это программы, которые понимают (интерпретируют) человеческую речь. Таким процессором в твоём Айфоне пользуется голосовой помощник, который называется «Сири».

А вот является ли умной программа «Сири»? Хочешь, поговорим об этом? Что это такое — искусственный разум?

— Конечно, хочу!

ЧТО ТАКОЕ ИНТЕЛЛЕКТ И ЧТО ДОЛЖНА УМЕТЬ УМНАЯ МАШИНА?

— Когда мы говорим об умном человеке, мы говорим, что человек наделён интеллектом. А компьютер? Или телефон? Или любая другая электронная машина, например робот? Может ли у него быть интеллект? Что должна уметь умная машина, по-твоему?

— Умная машина? Ну, я не знаю... Мне кажется, что умная машина должна иметь много знаний.

— Правильно. **Интеллект связан с умением накапливать знания.** А откуда машина берёт свои знания?

— Наверное, знания ей человек даёт.

— Да, конечно, и это тоже так. В машину можно «заложить» много знаний. Например, в твой телефон заложена твоя записная книжка, в которой хранятся номера телефонов всех твоих друзей. Кстати, не забудь внести туда и мой номер, ведь мы же тоже друзья? Но умный человек, а также умная машина, обладающая интеллектом, должны уметь **самостоятельно** находить знания. Ну, например, в твой телефон не заложены сведения о погоде на завтра, но «Сири» умеет пользоваться Интернетом и находить там нужную информацию. Верно?

— Конечно.

— Что ещё?

— Пока не придумала...

— Для того чтобы электронному устройству, сделанному, по большому счёту, из железа, стать «умным», ему прежде всего нужно научиться **понимать** тот язык, на котором к нему обращается человек. Согласна?

— Да, согласна.

ТОЛКОВЫЙ СЛОВАРЬ

Интеллект означает ум, рассудок, мыслительные способности человека.

Итак, мы выяснили три признака интеллекта:

- умение накапливать знания;
- умение общаться и взаимодействовать с помощью языка;
- умение понимать;

ЧТО ЕЩЁ ДЕЛАЕТ МАШИНУ «УМНОЙ»?

— А что ещё делает машину «умной»?

— Хм... — задумалась Аня. — Не могу больше ничего придумать.

— Добавим к интеллекту способности логически мыслить и планировать свои действия. Но и это не всё.

— О, я знаю, я знаю! — воскликнула Аня. — Умный человек ещё любит учиться! Мой папа говорит, что он больше всего на свете любит учиться.

— Правильно. Способность к обучению и к самообучению — очень важная черта любого интеллекта.

— Бабушка, а как компьютер или робот обучаются? Они же не ходят в школу...

— Способами обучения и наделения интеллектом машин и роботов занимается наука, которая называется «**искусственный интеллект**».

Теперь мы выделили уже шесть интеллектуальных способностей:

- умение накапливать знания;
- умение общаться и взаимодействовать с помощью языка;
- умение понимать;
- умение обучаться и самообучаться;
- умение логически мыслить;
- умение планировать и исполнять свои действия.

— Что мы ещё забыли?

ЧТО ТАКОЕ АБСТРАКТНО МЫСЛИТЬ И МОГУТ ЛИ РОБОТЫ ЭТО ДЕЛАТЬ?

— А ещё у человеческого интеллекта есть **способность к абстрактному мышлению**.

Это умение мыслить не предметами, а понятиями о предметах. Например, ты знаешь, что атомы состоят из ядра и электронов, а ядро — из протонов и нейтронов. Ты знаешь, что Солнце — это огромная звезда, а не маленький шарик. Что на дне океана темно. Но никто не видел электрона, никто и никогда не бывал на Солнце, немногие люди побывали на дне океана. Но мы знаем о свойствах этих предметов не потому, что видели предмет, а по проявлению его свойств в видимом для нас мире.

Абстрактное мышление — это ключ к творчеству и научному прогрессу. Это именно то, что отличает человека от животного и от робота.

Абстрактное мышление – это умение мыслить не предметами, а понятиями о предметах.

— А роботы и компьютеры могут абстрактно мыслить? — спросила Аня.

— Это как раз самое сложное. Пока компьютеры и роботы находятся в рамках вычислительных процессов. Можно ли запрограммировать процесс творчества — вопрос открытый. А может, и не надо их этому учить?

Дорогие читатели, хотите узнать, как создаются умные программы и роботы?

Приглашаем вас вместе с Аней окунуться в мир науки *искусственного интеллекта (ИИ)*.

ЧТО ТАКОЕ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ?

Это **наука**, которая создаёт математические модели и алгоритмы интеллектуальных способностей человека, а программисты воплощают эти модели в программах компьютера и роботах.

Любая система, обладающая интеллектом, должна уметь находить, запоминать, накапливать и целенаправленно использовать свои знания для решения новых задач.

Учёные в области ИИ считают, что именно эти способности определяют **IQ** — коэффициент машинного, искусственного, интеллекта.

IQ (intelligence quotient, читается «ай-кью») – коэффициент, который характеризует уровень интеллекта.



В современном мире рассматриваются различные степени машинного IQ: от систем «слабого искусственного интеллекта» к системам «сильного искусственного интеллекта».

Историческая справка

Своё название «*искусственный интеллект*» наука обрела в 1956 году во время научного семинара молодых учёных (в городе Дартмур, США).

На этом семинаре обсуждались **возможности моделирования интеллекта человека с помощью вычислительных машин**. Математика в то время исследованием таких задач не занималась. И эта область исследований представлялась новой и активно исследовалась.

Результатом работы семинара стала идея, предложенная **Джоном Маккарти**, назвать данную область научных исследований *искусственным интеллектом* (ИИ).

Так родилась наука «искусственный интеллект».

ТРИ УЧЁНЫХ КИТА НАУКИ «ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»

Наука «искусственный интеллект» держится на научных достижениях трёх знаменитых учёных китов — это **Алан Тьюринг**, **Норберт Винер** и **Джон фон Нейман**. Имена этих математиков хорошо известны всему миру.



Алан Тьюринг



Норберт Винер



Джон фон Нейман

Винер сформулировал важнейший *принцип кибернетики*, который гласит: «**нет непроходимой пропасти между живым организмом и неживым автоматом**» (1948 год).

Тьюринг ввёл понятие **универсальной машины Тьюринга**, с помощью которого определил понятие **алгоритма**. В 1950 году Алан Тьюринг предложил тест, связанный с определением мышления искусственной системы. Это известный тест Тьюринга.

В 1951 году фон Нейман сформулировал **принципы организации вычислительных систем**, которые легли в основу современных вычислительных машин (компьютеров).



Кибернетика – наука об общих закономерностях управления в живых и неживых системах.

Универсальная машина Тьюринга – абстрактная вычислительная машина.

Алгоритм – это конечная последовательность команд или шагов, которые надо выполнить, чтобы решить поставленную задачу.

ЧТО МОЖЕТ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, ВОПЛОЩЁННЫЙ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ И РОБОТАХ?

С начала появления науки ИИ прошло всего лишь чуть более **60 лет**. А современные информационные технологии и компьютеры уже настолько проникли в нашу жизнь, что многим из нас существование без общения с компьютером стало невыносимым!

Вот некоторые впечатляющие достижения в разработке систем ИИ и роботов.

Программа *Deep Blue* победила в шахматной игре чемпиона мира по шахматам Гарри Каспарова (впервые это случилось в 1997 году).

Робот Асимо научился прекрасно ходить как человек и даже танцевать (2000 год). С тех пор появилось много роботов-андроидов.

Появились роботы, понимающие речь, распознающие лица и даже улыбку своих собеседников.

Автономный робот-геолог «Кьюри́осити» уже 7 лет изучает поверхность Марса и передаёт интересную информацию людям.

Программа *AlphaGo* обыграла одного из величайших игроков старинной китайской игры «го» (это произошло совсем недавно — в марте 2016 года).

Роботы компании «Бостон динамик» умеют ходить, прыгать и даже кувыряться.

Программа «Сири» (*Siri*) компании Apple понимает человеческую речь и служит персональным помощником, который может понимать вашу речь, говорить, исполнять ваши поручения и даже шутить. И таких программ уже много.

Роботы-хирурги научились выполнять сложные операции.

И это только начало.

ЗНАКОМСТВО С НАУКОЙ В ТЕХНОПАРКЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Для того чтобы сделать знакомство с наукой ИИ увлекательным и интересным, школьница-восьмиклассница Аня со своим другом, десятиклассником Артёмом, отправятся в **Технопарк искусственного интеллекта** на встречи с учёными. Там они встретят замечательных учителей и друзей, которые помогут школьникам понять, как создаются умные программы и роботы и что для этого надо знать.

Постепенно они будут приобретать всё новые знания. Узнают, как научить робота общаться и понимать человеческий язык, рассуждать, ставить цели и находить решения, понимать окружающий мир, в котором мы все живём, и обучаться.

Узнают также, что такое *нечёткая математика* и *нечёткие вычисления*, зачем роботам нужны *генетические алгоритмы*, и какую способность проявляют искусственные *нейронные сети*.

Напоследок они побывают на конференции учёных и послушают умные разговоры о том, можно ли реализовать способности разума вычислительными процедурами. Каковы перспективы развития умных созданий, и существует ли качественная разница между *искусственным разумом* и *человеческим разумом*. И что ИИ может сделать для нас уже сейчас?

Обо всем об этом мы поговорим вместе с вами, дорогие читатели. Согласны?

Тогда в путь!

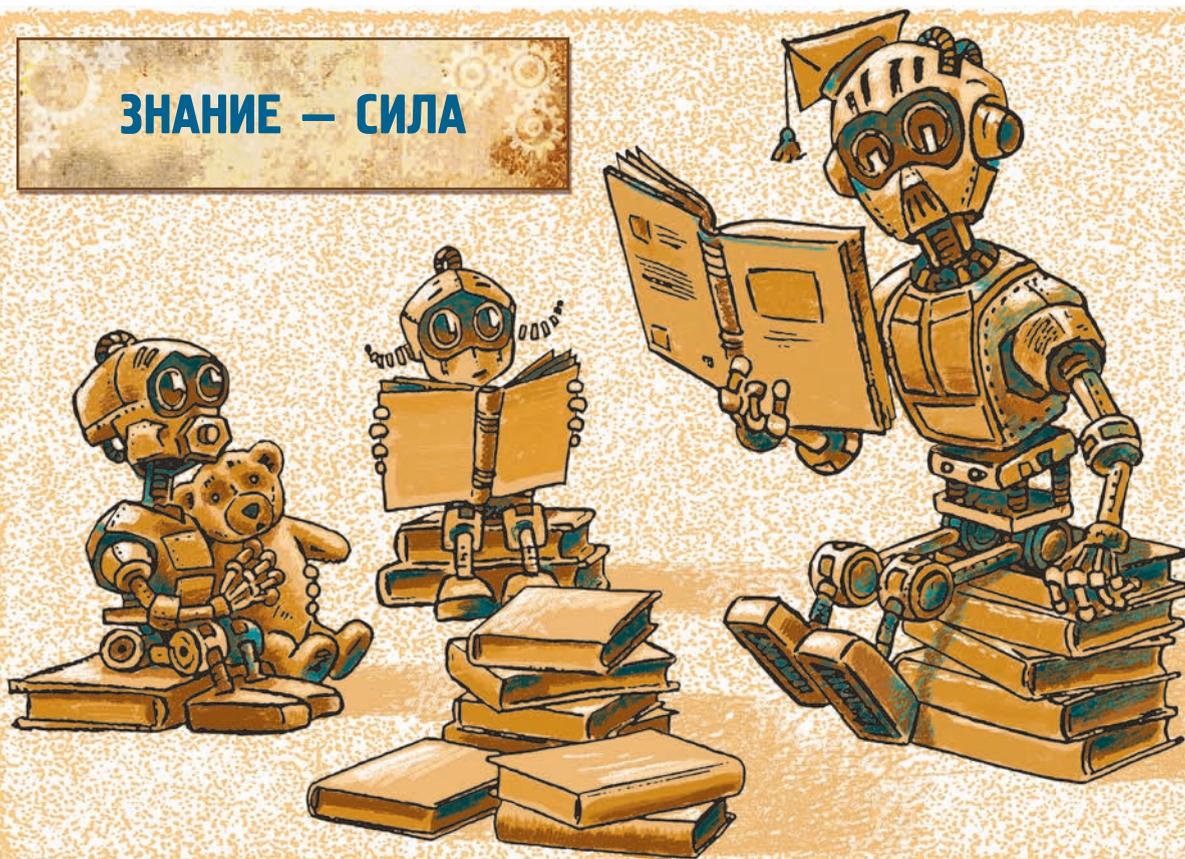


ГЛАВА 1

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ. ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО

В которой Артём и Аня посещают в Технопарке искусственного интеллекта лабораторию моделей представления знаний и обработки естественного языка, узнают, что такое данные, информация и знания и чем они отличаются друг от друга. Знакомятся с различными моделями представления знаний в ИИ. Узнают, как в системах ИИ реализуется умение общаться и понимать человеческий язык. Изучают модель диалога и устройство лингвистических процессоров. Постигают уровни понимания в системах ИИ и знакомятся с тестом Тьюринга для определения IQ машинного интеллекта. Знакомятся с экспертными системами, чат-ботами, искусственными собеседниками и обсуждают их интеллектуальные способности.

ЗНАНИЕ — СИЛА



ГЛАВА 1. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ. ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО	(14)
ЗНАКОМСТВО С ПРОГРАММИСТОМ В ЛАБОРАТОРИИ ТЕХНОПАРКА	(16)
Первая заповедь программиста	(18)
ЧТО ТАКОЕ ДАННЫЕ, ИНФОРМАЦИЯ И ЗНАНИЯ И В ЧЁМ ИХ РАЗЛИЧИЯ?	(19)
От данных к базам данных	(20)
Что такое информация?	(20)
Что такое знания?	(25)
Знания в системах ИИ	(27)
Модели представления знаний в ИИ	(29)
УМЕНИЕ ОБЩАТЬСЯ	(38)
Диалог с Чеширским Котом	(39)
Диалог с компьютером	(41)
Лингвистический процессор	(42)
РАЗГОВОР О ПОНИМАНИИ	(53)
Что такое понимание?	(54)
Уровни понимания	(55)
IQ-тест для систем искусственного интеллекта, предложенный Тьюрингом	(58)
ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ЗНАНИЙ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ	(61)
Родоначальница диалоговых систем программа «Элиза»	(62)
Персональные голосовые помощники. Программа «Сири»	(63)
Что такое чат-боты?	(65)
Что такое экспертные системы?	(67)
Перспективы развития систем обработки знания	(72)
ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 1	(75)



ЗНАКОМСТВО С ПРОГРАММИСТОМ В ЛАБОРАТОРИИ ТЕХНОПАРКА

В один из воскресных дней моя внучка, восьмиклассница Аня, напомнила мне:

— Бабушка, ты обещала рассказать о науке «искусственный интеллект» и о том, как учёные создают умные программы и машины.

— У меня идея. Хочешь посмотреть наш Технопарк искусственного интеллекта? — предложила я. — Мой бывший студент, его зовут Борис, — хороший программист. Он работает в лаборатории *моделей представления знаний и обработки естественного языка*. Он интересно рассказывает о своей работе. Я напишу ему по электронной почте и попрошу о встрече. Хочешь посмотреть наш технопарк?

— Хочу! А можно я приглашу с собой своего друга Артёма. Он учится в десятом классе и увлекается робототехникой, — попросила Аня.

— Конечно. Вдвоём вам будет веселее.



В следующее воскресенье Аня с Артёмом приехали в Технопарк искусственного интеллекта, чтобы своими глазами увидеть, что же это такое.

Технопарк был особенным. Это огромный научный центр с множеством научных и учебных лабораторий. В центре проводились выставки новых технологий, компьютеров и роботов. А ещё были классы для занятий. В них молодые учёные рассказывали о том, что такое искусственный интеллект, и как устроены программы, проявляющие ту или иную интеллектуальную способность.

Ребята нашли лабораторию, в которой работал молодой кандидат наук Борис. Постучав, вошли в лабораторию и огляделись.

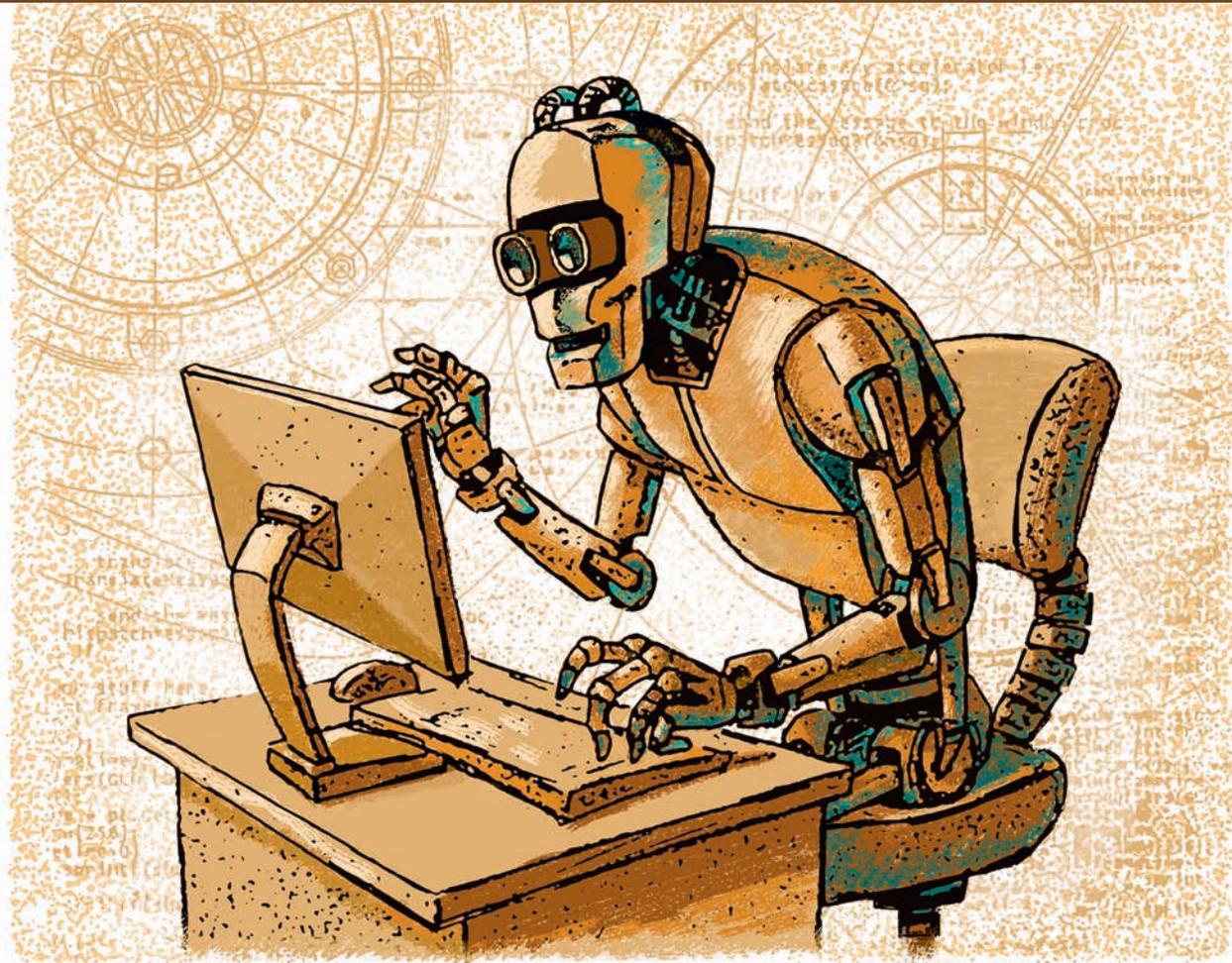
— Смотри, Артём, что тут написано на стене, — прошептала Аня.

ДЕВИЗ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

**«О том, над чем мы работаем сегодня,
другие подумают только завтра».**

— А тут ещё одна интересная мысль, — сказал Артём и прочитал:

**«ПРОГРАММИСТ – ЭТО НЕ ЧЕЛОВЕК,
ЭТО ПРОСТО НОВАЯ ФОРМА ЖИЗНИ».**



Первая заповедь программиста

Начало было интригующим.

В это время программист в наушниках, сидящий за компьютером, повернулся к ребятам и произнёс:

— Здравствуйте, дорогие гости! Я немного увлёкся, извините! Но я ждал вас! Меня зовут Борис. Как вы догадались, я по жизни программист. Чем могу служить?

— Уважаемый программист! — сказала школьница. — Меня зовут Аня. А это мой друг Артём. Мы хотели бы познакомиться с вашей наукой, и у нас есть вопросы.

— Похвально! И какие же они?

— Нам хотелось бы узнать, как вы создаёте ваши умные программы, — сказал Артём. — И что для этого нужно знать?

— Ну что ж, хороший вопрос. Попробую ответить. С чего начнём? — и тут же смешливо добавил: — *Первая заповедь программиста: не знаешь, что делать, начни с главного.*

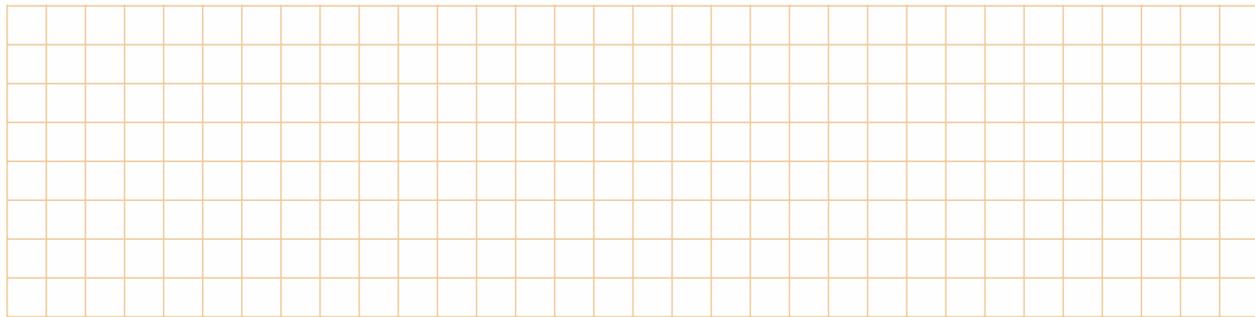
Начнём с определения того, что мы, разработчики умных программ, считаем системами с искусственным интеллектом.

Борис взглянул на ребят и задал вопрос.

— Посмотрите на определение системы, обладающей интеллектом. Какое ключевое слово в этом определении? Как вы думаете?

Система обладает интеллектом, если она умеет находить, запоминать, накапливать и целенаправленно использовать свои знания для решения проблем.

Именно эти способности определяют качество любого интеллекта, в том числе и машинного.



ЧТО ТАКОЕ ДАННЫЕ, ИНФОРМАЦИЯ И ЗНАНИЯ И В ЧЁМ ИХ РАЗЛИЧИЯ?

— Ключевое слово здесь — по-моему, знание, — ответил Артём.

— Совершенно верно, молодец! Поэтому, прежде чем говорить о системах с искусственным интеллектом, нам надо сначала понять, что такое **знание**. Согласны?

— Согласны, — ответила Аня.

— О'кей. Тогда начнём разбираться. Прежде всего рассмотрим следующие важные понятия: **данные**, **информация** и **знания**. Дадим определение каждому из них и обсудим, в чём их различия. Начнём с данных.

Данные первичны. Это то, что фиксируют органы восприятия действующего существа (человека, робота или программы). Сами по себе данные из внешнего мира ничего не значат. Важно, **кто** их воспринимает (выбирает) и **как** собирается их использовать.

Лягушка, например, способна уловить лишь сигналы о движении мошки, которой можно подкрепиться, или сигналы опасности, когда над ней самой нависает тень. Всё остальное, что происходит в мире, для лягушки — бесполезный шум...

Мозг человека воспринимает мир несравненно богаче. Для него имеет значение и шум дождя, и цвет рябины за окном, и школьный звонок на перемену, и номер телефона одноклассницы, и даже сколько бит содержится в терабайте.

Данные в компьютере бывают трёх типов: *внутренние данные* находятся в памяти программы или в базе данных в компьютере; *входные данные* вводит человек для решения задачи; *выходные данные* получают в ходе выполнения программы решения задачи.



Данные для решения задач в компьютере могут быть очень разными. Это могут быть числовые и символьные списки, таблицы, тексты, фотоснимки, заметки, аудиоданные, изображения и так далее.

От данных к базам данных

Когда данных становится настолько много, что они не вмещаются на страницах одной или даже нескольких книг, возникает **проблема, как с ними работать**. Для этого головы одного программиста недостаточно. Вот тут-то на сцену и выходят **базы данных** в сопровождении своих специальных программ, называемых **системами управления базами данных (СУБД)**.



База данных (БД) – совокупность данных из некоторой области, хранимых в компьютере в соответствующем формате и в сопровождении системы управления БД.

Система управления базами данных (СУБД) – программная система управления БД, включающая инструменты заполнения данных в БД, их редактирования, а также поиска нужных элементов данных в БД.

СУБД берут на себя заботу наполнения и сохранения баз данных, их редактирования и модификации, а также поиска нужных элементов данных. Это целое направление в информатике и программировании. Мы его на этом оставим.

Нас интересуют знания и системы, работающие на основе знаний. Поговорим об этом.

Что такое информация?

Слово «*информация*» можно встретить в лексиконе практически любого человека, ведь мы живём в век информации! Значение этого слова более-менее понимают все, но всё же заглянем в словарь иностранных слов, а затем посмотрим на определения, которые принимаются в рамках той или иной научной теории.

СЛОВАРЬ ИНОСТРАННЫХ СЛОВ

Информация – 1) сообщение о чём-либо; 2) сведения, являющиеся объектом хранения, обработки и передачи.

НАУКА «ИНФОРМАТИКА»

Информация – это данные, записанные в формализованном виде, который позволяет собирать, хранить и обрабатывать эту информацию на компьютере.

НАУКА «КИБЕРНЕТИКА» (Н. ВИНЕР)

Информация – это обозначение содержания, полученное из внешнего мира с помощью наших органов чувств.

ТЕОРИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ (Г. КАСТЛЕР)

Информация есть случайный и запомненный выбор одного варианта из нескольких возможных и равноправных.

Посмотрите внимательно на эти определения. Есть вопросы?

Всё ли на свете есть информация?

— Какое-то непонятное последнее определение! Выбор какого такого варианта?! — спросила Аня.

— Варианта какого-то события или какого-то состояния, или сообщения. Вот, например, давай с тобой подбросим монетку вверх, поймем на ладошку и посмотрим, что выпало: «орёл» или «решка».

Подбрасывание монеты.

События: монета упала «орлом» или монета упала «решкой».



«**решка**» — лицевая сторона монеты

«**орёл**» — обратная сторона монеты

Борис вытащил из кармана монетку и перебросил её Анне.

— Лови!

— Что у тебя выпало? Какой вариант? — спросил Борис.

— «Орёл», — ответила Аня.

— Вот видишь. Это и есть выбор события «выпал орёл». Верно?

— Ну да. И что тут особенного? — удивилась Аня.

— Особенность тут в том, что ты нам сообщила об этом, сказав, что «выпал орёл». А мы запомнили.

— Получается, что всё на свете есть информация! — задумчиво произнёс Артём.

— **Всё, что мы можем воспринять своими органами чувств (или опосредованно), обработать с помощью своих мыслительных процессов и запомнить**, — уточнил Борис и добавил: — Во всех информационных процессах используется **запоминаемая информация**.

Как измерять информацию?

Идея красивая и простая.

Клод Шённон, американский инженер, криптоаналитик и математик, рассматривал текстовые сообщения T , содержащие символы из некоторого алфавита.

Пусть в простейшем случае эти сообщения будут о том, **что** выпадает при подбрасывании монетки. Пусть у нас будет сообщение от Ани: $T =$ «выпал орёл». Представим это сообщение следующим образом.

Обозначим сообщение «выпал орёл» с помощью символа 1, а сообщение «выпала решка» — с помощью символа 0. В этом случае математики говорят, что алфавит сообщений состоит из двух символов: $\{1, 0\}$. Или говорят, что сообщения представляются в **бинарном алфавите**.

Теперь мы можем записать сообщение от Ани «выпал орёл» как: $T = \{1\}$.

Мы видим, что **длина этого сообщения** (количество символов в сообщении) равна единице. Запишем это как $N = 1$.

Мы с вами убедились, что при подбрасывании монеты выпадает одно из двух: «орёл» или «решка». В этом случае математики говорят, что **эти события равновероятные**.

Вероятность того, что выпадет «орёл» (p_1) или «решка» (p_0) равна $1/2$.

А теперь смотрим на формулу вычисления количества информации в Анином сообщении.

Формула Шеннона

$$\begin{aligned}
 I_N &= -N (p_0 \log_2 p_0 + p_1 \log_2 p_1) = -1 \cdot \left(\frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{2} \right) = \\
 &= -1 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot (-1) + \frac{1}{2} \cdot (-1) \right) = 1.
 \end{aligned}$$

Значение $I_N = 1$ представляет минимальное количество информации и называется **битом**.

Аня посмотрела на формулу в растерянности.

Борис тут же спросил:

— Аня, ты что? Не знаешь, что такое логарифмы?

— Нет, мы в школе их ещё не проходили, — смутилась Аня.

— А! Ничего страшного! — проговорил Борис. — Не проблема. Я тебя научу, как не бояться формул.

ПРИМЕЧАНИЕ. Дорогие друзья! Воспользуемся советом известного писателя и физика Роджера Пенроуза: «Если вы испытываете ужас перед формулами (как большинство людей), то я вам советую полностью игнорировать строку с формулой. Надо одарить формулу пытливым, но не проникающим взглядом, а затем двинуться вперёд. Переведите взгляд на следующий за формулой текст. Он поможет вам понять, что в ней важно, а что можно спокойно пропустить на данный момент прочтения. К ней можно возвращаться по мере желаний углубиться в понимание, и со временем вы всё поймёте!»

ПРИМЕЧАНИЯ К ФОРМУЛЕ ШЕННОНА. Знак «минус» в формуле Шеннона поставлен для того, чтобы величина I_N была положительной. Так как логарифм (для величин меньше 1) — величина отрицательная. Двоичные логарифмы выбраны для удобства.

Измерение информации в компьютере

Итак, мы уяснили, что количество информации (или объём информации) измеряется в битах.

В компьютере информация тоже кодируется с помощью двоичной знаковой системы — 0 или 1. Здесь бит также является минимальной единицей измерения информации.

Следующей по величине единицей измерения информации в компьютере является **байт**. Один байт равен 8 битам. Рассматриваются также кратные байту единицы измерения количества информации. Это килобайт, мегабайт, гигабайт и так далее.

Например, вот вы знаете, сколько бит в гигабайте?

Это довольно большое число. **1 Гбайт = 8 589 434 592 бит.**

— А что дальше, за гигабайтом? — спросила Аня.

— А дальше идёт *терабайт*, равный 1024 Гбайт. В битах это число ещё большее!

Далее идут *петабайт*, равный 1024 терабайт, *эксабайт* и так далее. Это тоже очень большие числа! Кстати, вот вам история про большие числа.

Байт – величина информации, равная 8 битам.

1 байт = 8 бит = $2 \cdot 2 \cdot 2 = 2^3$ бит.

1 килобайт (Кбайт) = 1024 байт или **8192** бит.

1 мегабайт (Мбайт) = 1024 Кбайт или **8 388 608** бит.

1 гигабайт (Гбайт) = 1024 Мбайт или **8 589 434 592** бит.

1 терабайт = 1024 Гбайт или **8 796 093 022 208** бит.

История про большие числа

Однажды один математик обсуждал со своим юным другом большие числа. В ходе разговора зашла речь о числе со ста нулями, у которого не было собственного названия. Мальчик предложил назвать это число googol («гугол»). Идея математику понравилась, и впоследствии он ввёл это слово для обозначения очень большого числа. Так оно и прижилось. И кстати, название компании Google является искажённым написанием слова «гугол» (googol).

Важные выводы: от информации к знаниям

Первый. Информация воспринимается некоторой информационной системой. Каждая информационная система воспринимает поток информации от своих органов чувств (или датчиков). Как правило, бóльшая часть воспринимаемой информации избыточна. Это либо бесполезный шум, либо эта информация не является ценной с точки зрения существования данного существа (то есть его целей).

Второй. В реальных процессах принятия решений используется не просто информация, а **ценная информация** (или осмысленная информация). Чем в большей мере информация помогает достижению цели действующего существа, тем более ценной она является.

Третий. При восприятии и обработке информации в любой интеллектуальной системе **общее количество информации уменьшается и остаётся только ценная**. Она представляет собой то, что и есть знание. Этот процесс называется **извлечением знаний**. Способность к извлечению знаний — очень важное качество любого интеллекта.

Четвёртый. **Способность извлекать знания зависит от воспринимающего существа**. Если говорить о людях, то слух или туманный намёк может для умного

человека стать знанием или источником знаний. А для человека, не любящего думать, и ворох информации останется просто информацией, без превращения в знания.

Что такое знания?

Википедия

Знание – это результат процесса познавательной деятельности.

Викисловарь

Знание – это осведомлённость в какой-либо области.

Гуманитарная энциклопедия

Знания – это полученная определённым способом и упорядоченная некоторым образом информация, которая с разной степенью достоверности отражает внешний мир.

Учёные в области искусственного интеллекта

Знание – это ценная информация, содержащая усвоенные понятия, свойства и законы внешнего мира, а также правила и способы достижения целей действующего существа.

Мы будем использовать определение знаний, которое дается учёными в области искусственного интеллекта.

В современном мире систем ИИ существуют два основных направления их разработок:

- на основе моделей человеческих знаний и стратегий принятия решений (традиционный ИИ);
- на основе моделей машинного самообучения.

Традиционный подход в разработке систем ИИ связан с передачей системам ИИ человеческих знаний и стратегий принятия решений. Во втором случае система ИИ развивается сама (как ребёнок).

Человеческий интеллект развивался миллионы лет и накопил огромные знания. Искусственный интеллект развивается всего каких-то 60–70 лет.

Сколько лет понадобится ИИ, чтобы путём самообучения достигнуть некоторого уровня человеческого интеллекта, не говоря уже о том, чтобы его превзойти? Ответ очевиден.

Именно поэтому при разработке систем ИИ учитываются идеи и алгоритмы обоих направлений.

Это мы и будем обсуждать в наших дальнейших беседах. Наш разговор мы начнём со способов представления знаний в системах ИИ.

И прежде всего обсудим, в чём *основное различие между данными, информацией и знанием в системах ИИ.*

От данных к элементарным единицам и структурам знаний

Рассмотрим простой пример.

В память компьютера нужно записать данные всех студентов определённого университета: фамилии студентов, в каком году они поступили, на каком факультете и на каком курсе учатся и так далее.

Представим эту информацию в виде списков, содержащих значения следующих типов данных: «ФИО», «год поступления», «факультет», «курс обучения» и так далее. В простейшем случае это можно сделать в виде списка в алфавитном порядке. Например, так, как показано в этом примере.

Пример. Данные о студентах в виде списка:

(...

(Арбатов Андрей Иванович, 2018, юридический, 1)

(Иванов Сергей Сергеевич, 2015, экономический, 4)

(Петров Сергей Евгеньевич, 2014, математический, 3)

...

(Сидоров Никита Петрович, 2013, управление, 6)

...)

Этих данных большое количество — столько, сколько студентов в конкретном вузе в текущем году.

Что не так с этим списком? Сами по себе эти данные не несут никакого смысла. Про смысл знает программист, который будет писать программу обработки этих данных.

Однако, если мы заведем таблицу, в которой будут колонки с фамилией, годом рождения, факультетом, курсом обучения и другими сведениями, тогда *эти данные будут более осмысленными.* Например, такая таблица может выглядеть следующим образом (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Фамилия, имя, отчество	Год поступления	Факультет	Курс
Арбатов Андрей Иванович	2018	юридический	1
Иванов Сергей Сергеевич	2015	экономический	4
Петров Сергей Евгеньевич	2014	математический	3
Сидоров Никита Петрович	2013	управление	6
...

В этой таблице каждое «данное» в колонке уже имеет свой «смысл». Например, Петров — это фамилия человека, математический — это название факультета, а цифра 3 — это третий год (курс) обучения. Понимаете, ребята?

— Да, понимаем, — ответила Аня. — И что это нам даёт?

— Смотрите: каждая колонка представляет не просто какие-то данные, а некоторую **элементарную единицу знания**. В этой таблице каждое данное принадлежит к своему классу понятий, представляющему ту или иную единицу знания. При этом сама таблица представляет собой не просто совокупность разнородных данных, а является **элементарной структурой знаний**.

Знания в системах ИИ

Если собрать набор элементарных единиц знаний, никак не связанных между собой, то это ещё *не будут знания*. Для того чтобы куча единиц знаний стала знанием, должны быть указаны, какие существуют *семантические отношения (смысловые связи)* между различными типами данных в них.

Примеры типов семантических отношений между единицами знаний

«Часть — целое» (например, колесо — часть велосипеда).

«Подкласс — класс» (например, кот — млекопитающее).

«А находится на Б» (например, кот находится на велосипеде).

«Причина — следствие» (кот упал и со страху убежал).

«Раньше», «позже» (например, сначала кот упал, а потом убежал).

Можно выделить некоторый базовый набор семантических отношений между простейшими единицами знаний. С помощью этих отношений мы получим не про-

сто свалку элементарных единиц знаний — семантически организованную структуру знаний!

Поэтому учёные в ИИ говорят, что *знания обладают внутренней структурой!* В этом основное отличие знаний от данных!

Знания могут быть общего типа, профессиональные (предметные) знания или в виде личного опыта.

Типы знаний: общие, профессиональные, личный опыт

Общее знание — это такое знание, которое известно всем (из некоторой группы). В ИИ мы говорим, что люди в процессе своего развития (от младенчества к профессиональной деятельности) создают свою *модель внешнего мира*. Другими словами, мы связываем усвоенные понятия, свойства и законы внешнего мира в некоторую картину мира в своей голове.

К общему знанию, например, можно отнести такое знание: *«все люди смертны»*, или *«реки текут в море»*, или *«планета Земля вращается вокруг Солнца»*.

— А, ну да, «дважды два равняется четыре». «Волга впадает в Каспийское море»... Да мы тут все сейчас заснём, перечисляя все эти общие факты, — засмеялась Аня.

— Как ты собираешься учить своего робота, *чтобы он тебя понимал* — это раз, *чтобы умел решать сложные задачи* — это два, *чтобы помогал тебе* — это три. А? — спросил Борис.

— Действительно, *как?* — задумалась Аня.

— Вот об этом и речь. Окончив школу, люди выбирают себе профессию и идут учиться в университет, в котором приобретают профессиональные знания, например знания врача (обо всех болезнях и лечении больных) или знания инженера, или строителя, или программиста и так далее. Мы в искусственном интеллекте говорим, что эти знания составляют *модель предметной области*.

— Понимаете, Аня, Артём? — спросил программист.

— Да. Но как всё это знание записать в виде вашей таблицы, уважаемый Борис? Я что-то не представляю, — задумалась Аня.

— И правильно, что не очень понимаешь. Всё знание в виде таблицы не представишь! Нужны *разные способы*, — ответил Борис. — Вот об этом мы и будем сейчас говорить.

Модель – это всегда некоторое упрощённое представление о реальном объекте, процессе или явлении заданной предметной области.

Математическая модель – это модель, записанная на некотором формальном языке.

Формальный язык – это язык, характеризующийся точными правилами построения выражений языка (формальная грамматика) и точными правилами их интерпретации. Такими языками являются, например, языки программирования, на которых пишутся компьютерные программы.

Модель внешнего мира – это записанные в памяти структуры знаний, отражающие усвоенные понятия, свойства, принципы и законы окружающего мира.

Модель предметной области – это записанные в памяти структуры знаний, отражающие понятия, свойства, принципы и законы конкретной области профессиональной деятельности.

Модели представления знаний в ИИ

Надо отдавать себе отчёт в том, что знание нужно не только иметь, но и представлять его в компьютере с помощью определённых средств и определённым образом, чтобы не получилось так, как говорится в этом афоризме: «Я очень много знаю, но практически ничего не помню».

Модель представления знаний в ИИ – это формальный способ записи и обработки знания в системе ИИ.

На рис. 1.1 показаны основные модели представления знаний, которые используются в теории ИИ. На протяжении этой книги мы познакомимся со всеми этими моделями.

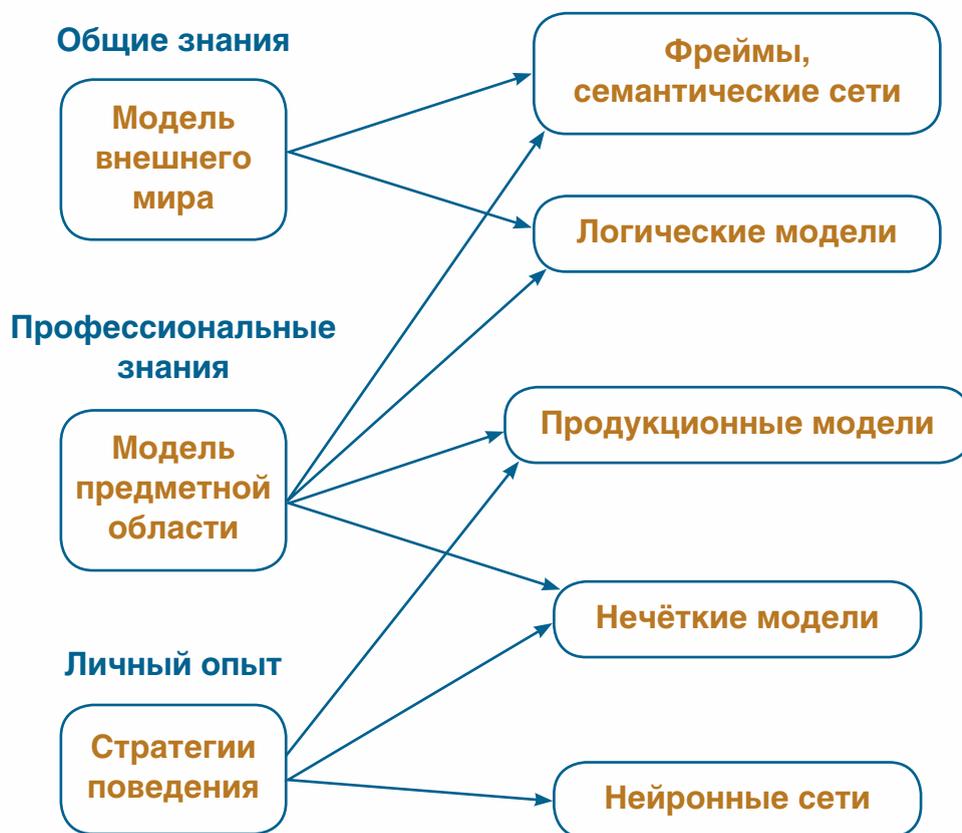


Рис. 1.1

Базы знаний в системах искусственного интеллекта

По аналогии с базами данных и СУБД строят базы знаний (БЗ) и системы управления базами знаний (СУБЗ).

В общем случае *база знаний* может состоять из различных разделов. Каждый раздел содержит знания разного типа. Например, так, как это схематически показано на рис. 1.2 (для задачи управления поведением робота). Структуру базы знаний задаёт разработчик для решения тех задач, под которые разрабатывается система ИИ.

ПРИМЕЧАНИЕ. О деревьях решений см. главу 6.

База знаний (БЗ) – совокупность взаимосвязанных и структурированных единиц знаний с заданной моделью представления знаний и системой управления базой знаний.

Система управления базами знаний (СУБЗ) – программная система, включающая инструменты заполнения данных в базах знаний, их редактирования, а также поиска нужных элементов знаний в БЗ.

Сценарий – структура знаний, описывающая взаимосвязь событий во времени.



Рис. 1.2

Что такое фрейм?

Историческая справка

Один из авторов фундаментальных работ по ИИ Марвин Минский в 1975 году предложил использовать понятие «фрейм» (от английского слова *frame* — кадр, рамка) для обозначения структуры, с помощью которой можно описывать различные единицы знания.

С помощью модели фреймов учёные пытались описать устройство памяти человека. Однако оказалось, что такая модель очень упрощённая, и для описания памяти и механизма мышления человека не очень годится. А вот для представления некоторых знаний в системах ИИ она вполне подходит и успешно используется.

Фрейм – структура (список), содержащая описание объекта в виде атрибутов (свойств, слотов) и их значений.

Например, этот список может быть представлен так:

(Имя_фрейма

имя слота 1: <значение слота 1> / <#присоединённая процедура 1>;

имя слота 2: <значение слота 2> / <#присоединённая процедура 2>;

имя слота n: <значение слота 1> / <#присоединённая процедура n >))

Имя фрейма задаёт некоторую элементарную единицу знания в базе знаний. Набор единиц знаний в БЗ зависит от тех задач, которые решает разрабатываемая система ИИ.

Важные замечания

1. В качестве значений слотов могут быть конкретные данные или ссылка на другой фрейм, или некоторая присоединённая процедура.
2. <Присоединённая процедура> означает, что значением слота является некая вычислительная процедура, которую надо выполнить.
3. Символ *n* показывает количество слотов в данной структуре.
4. В конкретной программной реализации языка фреймов может быть другой синтаксис.