

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие от издательства	4
Введение	5
<hr/>	
Часть I. Общая теоретическая информация.....	11
Глава 1. Основная терминология.....	13
Глава 2. История и основные вехи развития разума.....	53
Глава 3. Принципы использования и философские аспекты	63
Глава 4. Ценность человеческой экспертизы.....	85
<hr/>	
Часть II. Технологические основы ГенИИ	93
Глава 5. Технологии, лежащие в основе ГенИИ.....	95
Глава 6. Некоторые математические основы трансформеров	107
Глава 7. Некоторые математические основы диффузионных моделей.....	118
Глава 8. Инженерные подходы и архитектуры	121
<hr/>	
Часть III. Фундаментальные и мультимодальные модели	139
Глава 9. Теоретическая база под фундаментальные модели	141
Глава 10. Обзор основных моделей и их применение	147
<hr/>	
Часть IV. Визионерство и будущее ГенИИ	155
Глава 11. Прогнозы развития технологии	157
Глава 12. Возможные социальные и экономические последствия.....	170
Глава 13. Этические и философские аспекты.....	189
Заключение.....	210
Библиография	213

ПРЕДИСЛОВИЕ ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Отзывы и пожелания

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

Вы можете написать отзыв прямо на нашем сайте www.dmkpress.com, зайдя на страницу книги, и оставить комментарий в разделе «Отзывы и рецензии». Также можно послать письмо главному редактору по адресу dmkpress@gmail.com, при этом напишите название книги в теме письма.

Если есть тема, в которой вы квалифицированы, и вы заинтересованы в написании новой книги, заполните форму на нашем сайте по адресу http://dmkpress.com/authors/publish_book/ или напишите в издательство по адресу dmkpress@gmail.com.

Список опечаток

Хотя мы приняли все возможные меры для того, чтобы удостовериться в качестве наших текстов, ошибки все равно случаются. Если вы найдете ошибку в одной из наших книг – возможно, ошибку в тексте или в коде, – мы будем очень благодарны, если вы сообщите нам о ней. Сделав это, вы избавите других читателей от расстройств и поможете нам улучшить последующие версии этой книги.

Если вы найдете какие-либо ошибки в коде, пожалуйста, сообщите о них главному редактору по адресу dmkpress@gmail.com, и мы исправим это в следующих тиражах.

Нарушение авторских прав

Пиратство в интернете по-прежнему остается насущной проблемой. Издательство «ДМК Пресс» очень серьезно относится к вопросам защиты авторских прав и лицензирования. Если вы столкнетесь в интернете с незаконно выполненной копией любой нашей книги, пожалуйста, сообщите нам адрес копии или веб-сайта, чтобы мы могли применить санкции.

Пожалуйста, свяжитесь с нами по адресу электронной почты dmkpress@gmail.com со ссылкой на подозрительные материалы.

Мы высоко ценим любую помощь по защите наших авторов, помогающую нам предоставлять вам качественные материалы.

ВВЕДЕНИЕ

В 2019 году я написал и издал книгу «Искусственный интеллект» [Душкин, 2019], попытавшись отразить в ней простым языком, доступным каждому читателю, довольно сложные концепции, лежащие в основе современных подходов к разработке систем искусственного интеллекта. Одним из главных мотивов было желание показать, что само междисциплинарное направление, которое носит название «искусственный интеллект», опирается не только и не столько на искусственные нейронные сети как наиболее широко известный метод построения интеллектуальных систем. За многие десятилетия был разработан значительный репертуар методов, которые позволяют решать когнитивные задачи, приоткрывая завесу тайны о природе человеческого разума.

В научных и инженерных кругах в полной мере применяются все имеющиеся на сегодняшний день подходы, методы и модели искусственного интеллекта, при помощи которых строятся самые разнообразные когнитивные архитектуры, лежащие в основе интеллектуализированных информационных систем, автоматизированных систем управления и компьютерных систем других классов. Но на уровне массового пользователя, конечно же, доступны только решения, основанные на больших языковых моделях [Зайцев, 2024]. В конце 2022 года, а именно 30 ноября 2022 года, наконец-то стала массово доступна одна из таких моделей – ChatGPT, основанная на архитектуре GPT версии 3.5 [Raiaan et al., 2024]. Можно сказать, что в этот момент произошёл прорыв в массовом сознании, и в обиход миллионов людей всех возрастов, социальных групп и профессий быстро вошли термины «искусственный интеллект», «нейронные сети» и тому подобные понятия.

Спустя два года после появления массово доступных больших языковых моделей можно сделать вывод, что в сознании людей, далёких от научной деятельности в области искусственного интеллекта, сложились определённые стереотипы об искусственном интеллекте, его устройстве и задачах, которые он решает. Нельзя сказать, что эти стереотипы некорректны или в корне неправильны, но они имеют определённого рода перекося в сторону больших языковых моделей и чуть-чуть в сторону диффузионных моделей, на основе которых устроена генерация изображений, видео и иных данных подобных модальностей.

Именно из понимания этих фактов сложилось желание написать следующую книгу, которую я назвал «Генеративный искусственный интеллект», – для того чтобы дать именно массовому пользователю, массовому читателю возможность более осознанно работать с новыми системами искусственного интеллекта, повышать свой собственный уровень эффективности, расширять возможности по применению систем искусственного интеллекта в своём быту, в своей работе, для хобби, для чего только хватит вашей фантазии. Интеллектуализированные системы, основанные на методах и моделях искусственного интеллекта, можно применять для автоматизации любых процессов вокруг нас, опираясь на инструменты и решения, которые есть буквально в каждом смартфоне. Уже сегодня мы способны достичь так называемой гиперавтоматизации деятельности [Stankov, 2024], когда у каждого человека под рукой будет армия ботов, выполняющих те или иные рутинные, а иногда даже и не очень рутинные задачи.

Но несмотря на то, что уже прошло более двух лет с момента появления общедоступных больших языковых моделей, я продолжаю слышать в их адрес негативные высказывания:

- большие языковые модели слишком плохо работают;
- я не знаю или не могу придумать, зачем мне нужна большая языковая модель;
- большие языковые модели слишком сложно применять в моей практике;
- использование больших языковых моделей нарушает правила хорошего тона.

Все эти отговорки, чтобы не использовать новые системы искусственного интеллекта, основанные на больших языковых моделях и других методах генерации данных, выглядят, честно говоря, довольно странно. Разумные люди всегда стремятся применять инструменты, которые предоставляет научно-технический прогресс, а те, кто этого не делают, остаются на обочине жизни. Здесь уместны слова Красной Королевы о том, что нужно бежать изо всех сил, чтобы хотя бы оставаться на месте [Кэрролл, 1991]. Эти слова следует вспоминать каждый раз, когда мы сталкиваемся с подобным проявлением неолуддизма.

Справедливости ради, нельзя сказать, что использование больших языковых моделей не несёт никаких рисков и проблем. Разу-

меется, есть проблемы, есть риски и существенные ограничения – где модели можно использовать, когда их можно использовать, при каких условиях их приемлемо использовать. Существуют даже опасения относительно того, как будет развиваться каждый конкретный человек и человечество в целом из-за того, что сегодня рядом с нами сосуществуют большие языковые модели, и количество сгенерированных текстов в информационном пространстве уже начинает превосходить количество аутентичных текстов, написанных людьми [Bender et al., 2021]. Всё это создаёт определённые риски и угрозы, которые необходимо воспринимать осознанно, понимая, к чему они ведут.

Поэтому главной задачей этой книги я вижу для себя предоставление читателю полной информации о том, что из себя представляют системы генеративного искусственного интеллекта (ГенИИ), как их использовать обдуманно и как не навредить их использованием никому, в первую очередь себе.

Значимость исследований и разработок в области ГенИИ неоспорима. В современном мире технологии уже занимают центральное место в большинстве аспектов жизни, а потому ГенИИ становится всё более важным инструментом для инноваций и улучшения качества жизни. Он позволяет не только автоматизировать рутинные задачи, но и создавать новые формы искусства, развлекательных и образовательных материалов, медицинских и научных исследований, а также бизнес-решений.

В последние годы мы наблюдаем экспоненциальный рост числа приложений, использующих ГенИИ. Эти технологии проникают в здравоохранение, где помогают создавать новые лекарства и диагностировать болезни, в маркетинг, где они персонализируют предложения и улучшают клиентский опыт, в производство, где автоматизируют процессы и минимизируют затраты. Образование также становится более доступным и персонализированным благодаря генеративным моделям, которые могут адаптироваться к потребностям каждого учащегося [Akrap et al., 2025].

Актуальность темы этой книги обусловлена тем, что ГенИИ открывает перед обществом и бизнесом, перед каждым отдельным человеком широчайшие перспективы. С каждым днём появляются новые приложения и концепции, основанные на генеративных моделях, и знание о них становится критическим фактором успеха в современном мире. Компании, которые активно внедряют эти технологии, получают значительные конкурентные преимуще-

щества, увеличивают свою эффективность и производительность, а также переходят на новый уровень автоматизации.

Тем не менее использование ГенИИ связано с рядом вызовов и рисков. Существует обоснованная необходимость применения этических подходов к разработке и применению этих технологий, чтобы избежать негативных последствий для общества и отдельных людей. Важно осознавать, что модели ГенИИ в руках злоумышленников могут создавать убедительно выглядящие фальшивки, манипулировать общественным мнением и оказывать влияние на права и свободы личности. Поэтому обеспечение безопасности и этичности использования инструментов на базе ГенИИ должно быть приоритетом для разработчиков и пользователей.

Цель этой книги – предоставить читателю как можно более полное и достоверное руководство по использованию моделей и инструментов ГенИИ по состоянию на момент её написания. Я вполне отдаю себе отчёт в том, что уже в момент выхода в свет этот текст частично утратит актуальность, однако я надеюсь, что книга поможет не только освоить концепции и подходы, лежащие в основе ГенИИ, но и предоставит практические рекомендации по этичному и эффективному внедрению этих технологий в различные области жизни и работы каждого читателя через описание общих принципов.

Книга последовательно проведёт вас через весь имеющийся к настоящему моменту инструментарий ГенИИ, начиная с базовых принципов и заканчивая сложными примерами и практическими типовыми сценариями. Благодаря этому подходу каждый сможет найти в книге ответы на свои вопросы и вдохновение для создания собственных инновационных проектов на базе как существующих моделей ГенИИ, так и в области фундаментальных исследований.

В книге тринадцать глав.

Первая глава посвящена общей теоретической информации о ГенИИ. Дается определение генеративного искусственного интеллекта, описывается история его развития, и приводятся основные вехи. В главе перечислены принципы работы и философские аспекты. Большое внимание уделено основным технологиям, лежащим в основе ГенИИ. В конце главы обсуждается ценность человеческой экспертизы, которая в эпоху повсеместного распространения моделей ГенИИ стала на порядок выше.

Вторая глава посвящена технологическим основам ГЕНИИ. В ней рассматриваются математические основы и используемые алгоритмы. Также подробно описаны инженерные подходы и архитектуры, на которых строятся современные модели искусственного интеллекта.

Третья глава рассматривает процесс генерации текста. В главе описаны основные принципы и технологии, применяемые для создания текстов. Приведены примеры использования: генерация формализованного документа, детского рассказа, повести с линейным сюжетом и художественного романа примерно на миллион знаков.

Четвёртая глава посвящена генерации изображений. В ней описаны технологии и инструменты, используемые для создания изображений. Приведены примеры использования: художественные изображения, открытки и постеры, промоматериалы.

Пятая глава посвящена генерации аудио. В главе изложены принципы работы и реализации генеративных звуковых приложений. Рассмотрены примеры применения: музыкальные композиции, аудиокниги, звуковые эффекты.

В *шестой главе* приведён обзор технологического процесса создания видео. Даны примеры использования: короткометражное видео, анимационные ролики и видеофильмы.

Седьмая глава посвящена генерации структурированной информации. Здесь рассматриваются примеры и приложения: чертежи и схемы, аналитические отчёты и заполнение форм, таблицы и графики, а также формулы и решения математических задач.

Восьмая глава посвящена генерации молекул. В главе обсуждаются биомедицинские и химические аспекты, лежащие в основе этих технологий. Приведены абстрактные примеры: создание новых лекарственных молекул, прогнозирование химических реакций.

Девятая глава описывает генерацию исходного кода программ. В ней подробно рассмотрены инструменты разработчиков для программирования и примеры их использования. Варианты использования включают автоматическое создание скриптов, разработку приложений и генерацию веб-сайтов.

Десятая глава рассматривает фундаментальные и мультимодальные модели. В ней приведён обзор основных моделей этих классов, описаны примеры моделей и их применение на практике.

Одиннадцатая глава посвящена созданию чат-ботов на основе больших языковых моделей. В ней подробно описан процесс создания и внедрения чат-ботов. Приведены варианты использования из различных областей, демонстрирующие применение этих технологий.

Двенадцатая глава охватывает понятие интернета когнитивных агентов. В главе рассмотрены понятия и определения, а также примеры реализаций и возможные сценарии использования.

Тринадцатая глава фокусируется на размышлениях о будущем ГенИИ. В неё включены прогнозы развития технологий и обсуждаются возможные социальные и экономические последствия. Также рассматриваются этические и философские аспекты использования ГенИИ.



Я приглашаю вас погрузиться в невероятный мир технологий и открыть для себя секреты самых передовых алгоритмов современности. Эта книга не только расскажет вам о принципах работы и возможностях ГенИИ, но и вдохновит на создание собственных инновационных проектов. Представьте себе, как с её помощью вы начнёте генерировать тексты, изображения, музыку и даже программный код, расширяя горизонты своих возможностей. Присоединяйтесь к технологической революции, которая происходит прямо сейчас. Ей суждено изменить ваш взгляд на будущее и сделать вас участником удивительных перемен. Не упустите шанс стать экспертом в области, которая формирует мир завтрашнего дня!

Р. В. Душкин,
Серпухов – Москва,
2024 год

Часть I

Общая теоретическая информация

В этой части нам предстоит заложить фундамент для понимания всех ключевых аспектов ГенИИ. Успех в изучении и применении этого направления во многом зависит от общего знания терминологии, истории и философских основ, на которых базируется ГенИИ. Также будут подробно рассмотрены ключевые технологии, заложенные в основу современных моделей и систем ГенИИ, с акцентом на значительно возросшей значимости человеческой экспертизы в эпоху, когда использование систем искусственного интеллекта становится повсеместным.

ГенИИ представляет собой научное и прикладное направление, включающее в себя множество дисциплин и подходов. Важным условием понимания этой области является осознание её широты и глубины, а также потенциала для трансформации различных аспектов человеческой жизни. В этой части книги будут даны определения основным терминам, рассмотрены исторические аспекты развития ГенИИ, проанализированы философские и этические вопросы, связанные с его использованием, а также приведено описание ключевых технологий, лежащих в основе подобных систем.

Эта часть будет полезна не только тем, кто только начинает своё знакомство с ГенИИ, но и профессионалам, которые хотят углубить свои знания и понимание соответствующих технологий. Она станет для читателя надёжным ориентиром в вопросах ГенИИ и вдохновит на дальнейшие исследования и эксперименты в этой области.

Глава 1.

ОСНОВНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

Терминология в области ГенИИ ещё не устоялась, особенно на русском языке, поэтому в этой главе будет предложен проект глоссария, в который войдут как нормативные термины из области искусственного интеллекта и машинного обучения, так и новые термины, специфичные именно для области ГенИИ и его прикладных применений. Консолидация и стандартизация терминов является важным шагом для создания общего языка, который должен служить основой для эффективного обмена знаниями и разработки технологий.

Цель этого проекта глоссария – обеспечить читателя базовым набором концепций, необходимых для понимания материалов, представленных в этой книге, и для ориентирования в быстро развивающейся области ГенИИ. Термины, включённые в глоссарий, охватывают различные аспекты ГенИИ, начиная с теоретических основ и заканчивая их практическим применением.

При этом важно отметить, что разработка современной терминологии является динамичным процессом. С каждым новым исследованием, с каждой новой разработкой появляются новые термины и обновляются значения уже известных понятий. Поэтому предлагаемый ниже глоссарий следует рассматривать как постоянно обновляющуюся структуру, которая будет расширяться и уточняться по мере развития науки и технологий в области ГенИИ.

В самом начале будет представлен список привычных терминов и понятий, характерных для искусственного интеллекта и машинного обучения в целом, для некоторых из которых даже существуют нормативные определения. Если уже имеется какое-либо определение термина, то на него даётся ссылка. Если же термин вводится впервые в этой книге, то библиографической ссылки в определении нет. Эти основные термины послужат базой для дальнейшего углублённого изучения сферы ГенИИ, обеспечивая необходимое понимание фундаментальных концепций и методов, применяемых в этой области.

Искусственный интеллект – комплекс научных, технологических и инженерных решений, направленных на создание систем,

способных к самостоятельному обучению и решению задач путём анализа и обработки данных, что определяется в Стратегии развития искусственного интеллекта в Российской Федерации до 2030 года [Указ № 490].

Однако тут важно сделать примечание. Искусственный интеллект – это, скорее, междисциплинарное научное направление, ориентированное на познание природы человеческого разума посредством моделирования когнитивных процессов при помощи компьютеров и их сетей. Кроме того, искусственный интеллект – это набор технологий, которые позволяют автоматизировать когнитивные задачи, ранее доступные только человеческому мозгу [Петрунин, 2023].

Крайне неправильно употреблять термин «искусственный интеллект» для обозначения гипотетического разумного существа искусственной природы, которое «живёт» и функционирует внутри вычислительного устройства. Такое обывательское понимание возникло из-за существенной антропоморфизации (очеловечивания) систем ИИ, что связано с наличием слова «интеллект» в этом термине.

Машинное обучение – процесс автоматического обучения и совершенствования поведения системы искусственного интеллекта на основе обработки массива обучающих данных без явного программирования [ГОСТ Р 59895].

Машинное обучение – это своего рода «программирование 2.0», где вместо явного программирования всех шагов решения задачи разработчик создаёт модель, которая обучается на примерах и сама строит функциональную зависимость между входными данными и выходом [Паттерсон & Гибсон, 2018]. В отличие от традиционного программирования, где все правила преобразования данных должны быть явно заданы программистом, машинное обучение позволяет системе самостоятельно выявлять закономерности в данных без необходимости их предварительного описания.

В процессе обучения модели машинного обучения функционируют как «чёрный ящик». Это означает, что внутренняя структура модели может быть сложной и непрозрачной для пользователя; однако она способна аппроксимировать любые функции благодаря своей универсальности [Зрелова и др., 2023]. Такие системы могут адаптироваться к новым данным без необходимости пере-программирования.

Обучение без учителя – процесс создания моделей машинного обучения, при котором алгоритм обучается на неразмеченных данных, то есть данных, где отсутствуют известные выходные значения [адаптировано из ПНСТ 553]. Этот тип машинного обучения решает типовую задачу кластеризации.

Обучение с учителем – процесс создания моделей машинного обучения, при котором алгоритм обучается на размеченных данных, то есть данных, где каждому входному значению соответствует известное выходное значение [адаптировано из ПНСТ 553]. Этот тип машинного обучения решает типовую задачу классификации.

Оба типа машинного обучения – обучение с учителем (иначе называемое контролируемым обучением) и обучение без учителя (неконтролируемое обучение) – олицетворяют собой этапы научного поиска и анализа данных. Обучение без учителя представляет собой первый этап, на котором алгоритмы анализируют сырые (неразмеченные) данные, пытаясь выявить скрытые закономерности и структуры. Этот процесс можно сравнить с исследовательской фазой, во время которой учёные собирают данные и ищут в них паттерны, которые могут быть неочевидны на первый взгляд.

После обнаружения скрытых закономерностей в данных в дело вступает обучение с учителем. На этом этапе данные уже размечены, то есть каждому выявленному паттерну присвоен определённый ярлык или категория. Алгоритмы машинного обучения используют эти размеченные данные для создания моделей, которые могут прогнозировать, к какой категории или ярлыку будут относиться новые, не наблюдаемые ранее данные. Этот этап можно сравнить с фазой верификации и использования научных гипотез, где на основе выявленных закономерностей делаются прогнозы и принимаются решения.

Таким образом, обучение без учителя и обучение с учителем являются взаимодополняющими процессами, которые вместе образуют целостный подход к анализу данных и решению задач, связанных с прогнозированием и классификацией.

Обучение с подкреплением – тип машинного обучения, при котором используется функция вознаграждения для оптимизации функции поведения или функции общего подкрепления путём последовательного взаимодействия агента со средой [ПНСТ 553].

При этом функция поведения или функция общего подкрепления отражает стратегию, которая была выучена в среде. Средой может быть любая модель с отслеживанием состояния.

Обучение с подкреплением – процесс, в рамках которого искусственный когнитивный агент многократно применяет метод проб и ошибок для самостоятельного выявления оптимальной стратегии взаимодействия со средой. Основная цель агента заключается в максимизации функции вознаграждения, которая отражает успешность его действий [Андронов & Прокофьева, 2022].

Особенность обучения с подкреплением заключается в том, что вознаграждение обычно выдаётся в самом конце реализации стратегии, поэтому агент должен помнить все свои шаги, которые составляют эту стратегию. Всё это также требует от агента способности сопоставлять последовательности шагов разных стратегий, чтобы выявлять те из них, которые ведут к улучшению результата.

Благодаря такому подходу агент может создавать стратегии, в которых некоторые шаги локально ведут к уменьшению текущего значения функции вознаграждения, но итоговый результат всё равно получается оптимальным. Это позволяет агенту находить более сложные и эффективные стратегии, которые могут включать временные жертвы ради достижения наилучшего конечного результата.

Искусственная нейронная сеть – сеть из двух или более слоёв нейронов, соединённых взвешенными связями с регулируемым весами, которая принимает входные данные и производит выходные [ПНСТ 553]. Нейроны в искусственной нейронной сети организованы в слои. Входные значения нейронной сети принимают нейроны входного слоя. Выходные значения нейронной сети выдают нейроны выходного слоя. Вычисления осуществляются в скрытых слоях, располагаемых между входным и выходным. Количество скрытых слоёв может быть ноль или более. При наличии хотя бы одного скрытого слоя нейронная сеть называется «глубокой». Глубина нейронной сети определяется количеством скрытых слоёв.

Искусственные нейронные сети являются одним из наиболее известных типов моделей машинного обучения и представляют собой универсальные вычислительные модели. Они состоят

из множества взаимосвязанных узлов (нейронов), организованных в слои, через которые проходят данные во время процесса обучения. Эти сети способны моделировать сложные нелинейные зависимости благодаря многослойной структуре и способности изменять свои параметры на основе различных принципов обучения [Николенко, 2024].

Нейронная сеть прямого распространения – архитектура искусственной нейронной сети, в которой информация передаётся только в прямом направлении от входного слоя к выходному слою [адаптировано из ПНСТ 553].

Рекуррентная нейронная сеть – архитектура искусственной нейронной сети, в которой результат вычислений скрытого или выходного слоя на предыдущем шаге может подаваться на вход предыдущим слоям [адаптировано из ПНСТ 553].

Свёрточная нейронная сеть – архитектура искусственной нейронной сети прямого распространения, которая использует операцию свёртки по крайней мере в одном из слоёв. Свёртка – математическая операция, реализующая скользящее скалярное произведение или кросс-корреляцию входных данных [адаптировано из ПНСТ 553].

Искусственная нейронная сеть – математическая модель, которая может быть реализована в виде вычислительного устройства. Она очень грубо напоминает то, как работает естественная нейронная сеть, хотя определённые параллели сделать можно. Но фактически это универсальная, то есть Тьюринг-полная вычислительная, модель, при помощи которой решается одна математическая задача – аппроксимация функции, определённой данными в табличной форме, и в этой таблице дана только часть функциональной зависимости выхода от входа [Николенко, 2024].

Любая функция может быть представлена как преобразование битовой строки в другую битовую строку, причём длины этих строк произвольны. Все имеющиеся на текущий день и все будущие нейронные сети решают только эту задачу. Все остальные задачи, которые они решают, сводятся к этой [Душкин, 2019]. Например, распознавание изображений, обработка естественного языка, прогнозирование временных рядов – все эти задачи в конечном итоге сводятся к аппроксимации функции, которая прогнозирует то, какое значение примет аппроксимируемая функция на данных, которых не было в процессе обучения искусственной

нейронной сети. Нейронные сети обучаются на примерах, чтобы найти оптимальные веса связей между нейронами, которые минимизируют ошибку аппроксимации.

Обратное распространение ошибки – основной метод машинного обучения в искусственных нейронных сетях. Позволяет вычислять, насколько сильно каждый вес связи между нейронами в нейронной сети влияет на общую ошибку, и корректировать его, чтобы минимизировать эту ошибку. Процесс состоит из двух этапов: сначала данные проходят через нейронную сеть и вычисляется ошибка между результатом работы сети и ожиданием (прямое распространение), затем вычисляются градиенты и обновляются веса связей (обратное распространение). Этот метод позволяет искусственным нейронным сетям обучаться, адаптируясь к новым данным [Горелова & Любимова, 2015].

Глубокое обучение, или глубинное обучение – подход к машинному обучению нейросетевых моделей для создания обширных иерархических представлений посредством обучения искусственных нейронных сетей с большим количеством скрытых слоев [адаптировано из ПНСТ 553]. Как указано выше, глубокой нейронной сетью считается сеть, у которой имеется хотя бы один скрытый слой. Тем не менее термин «глубокое обучение» обычно относится к архитектурам нейросетей, содержащих десятки и даже сотни скрытых слоёв.

Обработка естественного языка – обработка информации, основанная на понимании и синтезе естественно-языковых конструкций, а также задача искусственного интеллекта, решение которой охватывает знания и методы, применяемые при обработке лингвистических данных компьютером [адаптировано из ПНСТ 553].

Имеются разные подходы к обработке естественного языка. Всё начиналось с формальных грамматик Н. Хомского, и первое время казалось, что они помогут полностью разобрать и понять смысл текстов [Душкин, 2019]. Однако формальные грамматики оказались недостаточно гибкими для обработки всех нюансов и разнообразия естественных языков. Они не могли справиться с неоднозначностью и контекстуальной зависимостью, присущей человеческой речи.

Затем исследователи перешли на статистический анализ N-грамм и других синтагматических особенностей текста. Этот

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru