Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего профессионального образования

Санкт-Петербургский государственный университет

Институт «Высшая школа менеджмента»

Кафедра информационных технологий в менеджменте

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕНДОВ И БАРЬЕРОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТАРТАПОВ В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Выпускная квалификационная работа

студента 4 курса бакалаврской программы,

профиль – Менеджмент

ЧЕБЫШЕВ Иван Алексеевич



*(подпись)*

Научный руководитель:

д.э.н., профессор, заведующий кафедрой

информационных технологий в менеджменте

ГАВРИЛОВА Татьяна Альбертовна

*(подпись)*

Санкт-Петербург

2023

**ЗАЯВЛЕНИЯ О САМОСТОЯТЕЛЬНОМ ВЫПОЛНЕНИИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Я, Чебышев Иван Алексеевич, студент 4 курса направления 38.03.02 «Менеджмент» (профиль подготовки – Информационный менеджмент), заявляю, что в моей выпускной квалификационной работе на тему «Исследование трендов и барьеров в деятельности стартапов в области искусственного интеллекта», представленной в службу обеспечения программ бакалавриата для последующей передачи в государственную аттестационную комиссию для публичной защиты, не содержится элементов плагиата. Все прямые заимствования из печатных и электронных источников, а также из защищённых ранее курсовых и выпускных квалификационных работ, кандидатских и докторских диссертаций имеют соответствующие ссылки.

Мне известно содержание п. 9.7.1 Правил обучения по основным образовательным программам высшего и среднего профессионального образования в СПбГУ о том, что «ВКР выполняется индивидуально каждым студентом под руководством назначенного ему научного руководителя», и п. 51 Устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет» о том, что «студент подлежит отчислению из Санкт-Петербургского университета за представление курсовой или выпускной квалификационной работы, выполненной другим лицом (лицами)».



\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Подпись студента) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_25.05.2023\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Дата)

Содержание

[Введение 6](#_Toc135951409)

[Актуальность работы 7](#_Toc135951410)

[Обобщенная управленческая проблема 9](#_Toc135951411)

[Цели исследовательской работы, метаданные 10](#_Toc135951412)

[Глава 1. Теория сферы исследования 12](#_Toc135951413)

[1.1. Основные определения 12](#_Toc135951414)

[1.1.1. Искусственный интеллект 12](#_Toc135951415)

[1.1.2. Технологические стартапы 23](#_Toc135951416)

[1.1.3. Взаимосвязь инноваций и технологического предпринимательства 29](#_Toc135951417)

[1.2. Релевантные исследования 36](#_Toc135951418)

[1.2.1. Модель анализа характеристик стартапа и его сетевой активности 36](#_Toc135951419)

[1.2.2. Изучение ценности искусственного интеллекта 40](#_Toc135951420)

[1.3. Методы исследования и основные гипотезы 42](#_Toc135951421)

[Глава 2. Исследование характеристик отрасли и инвестиций в ней 43](#_Toc135951422)

[2.1. Исследование ключевых макропоказателей отрасли ИИ 43](#_Toc135951423)

[2.2. Драйверы роста и особенности рынка ИИ 49](#_Toc135951424)

[2.2.1. Влияние пандемии COVID-19 на развитие ИИ 49](#_Toc135951425)

[2.2.2. Облачные вычисления и Multi-Cloud 50](#_Toc135951426)

[2.2.3. Развитие глубокого обучения 50](#_Toc135951427)

[2.2.4. Увеличение спроса на коммуникативный искусственный интеллект 50](#_Toc135951428)

[2.2.5. Новые возможности в сфере аппаратных средств и сетевого соединения 51](#_Toc135951429)

[2.3. Ключевые игроки отрасли 54](#_Toc135951430)

[2.3.1. Крупные отраслевые игроки 54](#_Toc135951431)

[2.3.2. Влиятельные стартапы 55](#_Toc135951432)

[2.4. PESTEL-анализ 56](#_Toc135951433)

[2.4.1. Политические факторы 56](#_Toc135951434)

[2.4.2. Экономические факторы 57](#_Toc135951435)

[2.4.3. Факторы социального влияния 59](#_Toc135951436)

[2.4.4. Технологические факторы 60](#_Toc135951437)

[2.4.5. Экологические факторы 62](#_Toc135951438)

[2.4.6. Юридические факторы 63](#_Toc135951439)

[2.5. Анализ пяти сил конкуренции Портера 64](#_Toc135951440)

[2.5.1. Сила поставщиков 64](#_Toc135951441)

[2.5.2. Сила потребителей 65](#_Toc135951442)

[2.5.3. Внутриотраслевая конкуренция 65](#_Toc135951443)

[2.5.4. Угроза новых игроков 65](#_Toc135951444)

[2.5.5. Угроза заменителей 66](#_Toc135951445)

[2.6. Процесс инвестирования в технологические стартапы 66](#_Toc135951446)

[2.6.1. Способы проведения венчурного финансирования 66](#_Toc135951447)

[2.6.2. Этапы проведения инвестиционной сделки 67](#_Toc135951448)

[2.6.3. Критерии инвестирования в ИИ-стартап 70](#_Toc135951449)

[Глава 3. Анализ трендов и барьеров для стартапов-разработчиков ИИ 72](#_Toc135951450)

[3.1. Бизнес-модели стартапов 72](#_Toc135951451)

[3.1.1. Сферы разработки продуктов для ИИ-стартапов 72](#_Toc135951452)

[3.1.2. Распространенные масштабируемые модели предоставления услуг ИИ-стартапами 73](#_Toc135951453)

[3.2. Анализ отраслевых тенденций для ИИ-стартапов 73](#_Toc135951454)

[3.2.1. Драйверы развития технологии 75](#_Toc135951455)

[3.2.2. Развитие Deep Reasoning 78](#_Toc135951456)

[3.2.3. Small Data 79](#_Toc135951457)

[3.2.5. Улучшение метода Unsupervised Learning 79](#_Toc135951458)

[3.2.6. Эффективные алгоритмы и новые аппаратные мощности для ИИ 80](#_Toc135951459)

[3.2.7. Conversational AI и Explainable AI 80](#_Toc135951460)

[3.3. Барьеры в деятельности ИИ-стартапов 81](#_Toc135951461)

[3.3.1. Ограниченное количество экспертов в области 81](#_Toc135951462)

[3.3.2. Стоимость внедрения 81](#_Toc135951463)

[3.3.3. Недостатки процесса 82](#_Toc135951464)

[3.3.4. Кибербезопасность 83](#_Toc135951465)

[3.3.5. Низкое качество данных 83](#_Toc135951466)

[3.4. Описание и проверка статистических гипотез 84](#_Toc135951467)

[Заключение 89](#_Toc135951468)

[Список источников 91](#_Toc135951469)

[Приложение 1 99](#_Toc135951470)

# Введение

С момента изобретения компьютерных устройств спектр их задач расширился с произведения базовых вычислительных действий до полуавтономного управления транспортом, создания комплексных симуляций, работы с аудиальным вводом и выводом, распознавания изображений и даже до написания кода на основе предиктивных моделей обработки естественного языка. Многие из этих задач выполняются на основе программных комплексов, задуманных и спроектированных разработчиками и учеными как системы, способные к многосторонней обработке разнообразных данных, на основе которых они были бы способны прогнозировать результат или принимать решения подобно человеку – обычно системы с такими свойствами обобщенно называют термином «искусственный интеллект». В настоящее время невозможно недооценить значение искусственного интеллекта как технологии в масштабе всего человечества. Программные и инженерные решения на его базе применяются в широком спектре сфер деятельности человека: здравоохранении, транспортных технологиях, промышленном производстве, робототехнике, правоохранительных органах, электронном документообороте, лингвистике, создании других интеллектуальных сетей и систем (например, технологии интернета вещей) – и это лишь некоторые примеры, в которых ИИ способен осуществлять работу на сегодняшний день. Многие организации, занимающиеся изучением и созданием искусственного интеллекта, стремятся привести его к идеальной форме «независимого мыслящего агента», более реалистичной и продуктивной представляется такая его версия в рамках конкретного поля задач, которая будет содействовать человеку, дополняя слабые стороны в его работе, подобно тому как реализован алгоритм обнаружения раковых клеток, созданный командой исследователей на основе сверточной нейронной сети (CNN[[1]](#footnote-1)), способной решать задачи по распознаванию изображений: после объединения результатов работы программного комплекса и специалиста-патолога суммарная точность прогнозов (классификация клеток как злокачественных) составила 99,5%[[2]](#footnote-2).

Несмотря на то, что искусственный интеллект является важной технологической составляющей многих программных продуктов, процесс работы над созданием алгоритмов и кода, архитектуры продукта, его оптимизацией и доведением до финального состояния с учетом специфики работы на стороне заказчика является достаточно неоднородным процессом для различных организаций. Стартапы сталкиваются с большим количеством трудно прогнозируемых внешних и внутренних рисков, при этом многообразие путей развития продукта или технологии, применяемых методов обработки данных и «принятия решений», и способов реализации и продвижения лишь увеличивают сложность стратегического и тактического планирования и процесса разработки, что приводит нас к определению актуальности и управленческой проблемы исследования.

## Актуальность работы

В настоящее время определение дальнейших направлений развития искусственного интеллекта является приоритетной задачей для вновь возникающих стартапов, стремящихся разработать продукт для незанятой ниши с целью обеспечения конкурентного преимущества, при этом технология является одной из наиболее важных для современного бизнеса и науки. Компаниям приходится принимать решения о стратегии развития в условиях крайне ограниченных финансовых ресурсов, давления инвесторов и отсутствия большого штата разработчиков, при этом отдельно взятое ядро их продукта – искусственный интеллект и нейронные сети – не является конечным результатом их деятельности и должно быть скомбинировано с другими функциями и интерфейсами для того, чтобы представлять полноценный программно-аппаратный комплекс, доступный для использования потребителем или заказчиком. В то же время влияние стартапов-разработчиков искусственного интеллекта на трансформацию привычных видов бизнеса в целом и бизнес-процессов в частности, в том числе в области менеджмента, не могло остаться незамеченным со стороны крупных инвесторов, корпораций, некоммерческих организаций и исследовательских фондов, и других внешних стейкхолдеров, заинтересованных в том, чтобы приобретать активы, связанные с ИИ, способствовать его продвижению как массовой и доступной технологии и развивать ядро его технологий как с программной точки зрения, так и в сопутствующих областях, например, с помощью квантовых вычислений. Уже в текущем виде искусственный интеллект способен не только являться технологической основой для команд и организаций, разрабатывающих программное обеспечение и инженерные комплексы, но и облегчать рутинные активности существующему бизнесу, экономя ресурсы и время для проведения аналитических работ, поиска информации, оценки элементов маркетинговой стратегии, оптимизации цепей поставок и тому подобных действий.

Выявление отраслевых тенденций и особенностей, релевантных как для компаний, создающих программное обеспечение или программно-аппаратные комплексы, не включающие в себя использование технологии искусственного интеллекта, так и для тех из них, которые специализируются на создании продуктов на базе ИИ и R&D процессах в этом направлении, позволит точнее оценить как перспективы их роста, так и траекторию развития данной технологии, что может привести к появлению новых экономических и технологических возможностей, включая новые рыночные ниши. Определение барьеров, препятствующих деятельности таких стартапов, не менее приоритетно, так как позволяет рассмотреть причины, затрудняющие коммерциализацию ИИ-проектов или приводящие к их провалу, что потенциально поможет выявить способы смягчения негативных факторов и предусмотреть риски в будущем. Совокупность закономерностей позволит заинтересованным сторонам принимать более качественные управленческие решения в отношении стартапов, разрабатывающих решения на базе ИИ, в том числе точнее оценивать их экономику и технологические перспективы продукта. Дополнительно этому может способствовать изучение схожих и различающихся характеристик у стартапов-разработчиков ИИ, поскольку массовую адаптацию определенного тренда при определенных условиях можно назвать отраслевой тенденцией.

Важность исследования также подтверждают отраслевые источники, например искусственный интеллект в различных его формах (Causal AI, Machine Learning, Code Generation, Digital Twin of a Customer, Generative Design AI, Autonomic Systems) представлен в отчете Gartner “Hype Cycle for Emerging Tech, 2022”, каждая из данных технологий в данный момент получает изначальный импульс к развитию (на графике ниже перечисленные варианты применения искусственного интеллекта и технологий машинного обучения находятся в сегменте Innovation Trigger)[[3]](#footnote-3), во многом за счет технологических стартапов и Research & Development подразделений крупных компаний. Специфика данной стадии в особенности располагает к изучению рыночной конъюнктуры, трендов и препятствий на пути развития организаций, поскольку пользовательский дизайн, опыт и экономическая целесообразность продуктов на основе технологий в ней подлежат проверке.

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

1. Hype Cycle for Emerging Tech  
   Источник: [Gartner, 2022]

## Обобщенная управленческая проблема

Стартапы, разрабатывающие решения на базе искусственного интеллекта и машинного обучения, сталкиваются с различными трудностями в ходе развития и коммерциализации своего продукта, начиная от выбора технологического стека, заканчивая проработкой бизнес-модели и обучением конечных пользователей. Анализ тенденций в области разработки искусственного интеллекта в частности и в отрасли программного обеспечения в целом, рассмотрение характеристик таких организаций и барьеров, ограничивающих их деятельность, позволит заинтересованным сторонам, лицам, принимающим решения, инвесторам точнее оценить траекторию развития стартапов в этой области для принятия дальнейших управленческих решений (например, об инвестировании) с более высокой точностью: по статистике в первый год прекращают свое существование более 20% стартапов, к десятилетнему возрасту этот показатель достигает 70%, при этом в 2019 году предстояло закрыться 63% стартапов в области информационных технологий, что представляет собой наибольшую вероятность среди всех отраслей[[4]](#footnote-4),[[5]](#footnote-5). Кроме того, исследование основных драйверов работы стартапов, разрабатывающих ИИ, в сочетании с факторами, препятствующими их развитию, позволит определить болевые точки бизнеса для создания потенциальных рекомендаций и решений по их устранению, прогнозов или планов по дальнейшему развитию отрасли.

Изучение совокупности перечисленных болевых точек позволит инвесторам принимать более качественные решения в отношении инвестирования в перспективные стартапы на основе продуктового анализа и исследования инноваций с помощью предиктивного анализа.

## Цели исследовательской работы, метаданные

**Цель ВКР**: изучить отраслевые и внутренние тенденции в деятельности стартапов, разрабатывающих искусственный интеллект, определить барьеры и факторы, ограничивающие их развитие.

**Задачи ВКР**:

1. Задать теоретический бэкграунд к понятиям искусственного интеллекта и технологического стартапа, рассмотреть релевантные исследования;
2. Собрать данные о сфере разработки искусственного интеллекта, провести анализ отрасли разработки искусственного интеллекта, опционально провести опрос бизнеса (стартапы-разработчики ИИ или стартапы, занимающиеся разработкой ПО, обладающие экспертизой в сфере создания ИИ);
3. Рассмотреть технологические, экономические и проектные тренды в отрасли разработки искусственного интеллекта;
4. Провести анализ характеристик стартапов-разработчиков ИИ для выявления закономерностей и трендов;
5. Изучить отраслевые и внутренние барьеры и факторы ограничения роста стартапов;
6. Финализировать описание взаимосвязи ключевых характеристик, трендов, барьеров и траектории развития, создать EDA (опционально).

**Объект исследования**: стартапы в области искусственного интеллекта.

**Предмет исследования**: отраслевые и собственные характеристики, влияющие на развитие стартапов в области искусственного интеллекта.

**Формат работы**: эмпирическое исследование.

**Инструменты исследования**: фреймворки проектного управления, экономический анализ и фреймворки стратегической оценки, такие как PESTEL-анализ, анализ конкурентных сил Портера и др., описательная статистика, регрессионный анализ с помощью моделей на базе Pandas и Scikit-learn (библиотеки языка программирования Python 3), опционально создание EDA с помощью библиотек Python.

**Методы сбора информации**: изучение научной литературы, статей и профильных отраслевых интернет-ресурсов, проведение интервью с IT-стартапами, поиск открытых дата-сетов на специализированных платформах.

# Глава 1. Теория сферы исследования

Прежде, чем перейти к основной части исследования, необходимо задать единый понятийный аппарат в его рамках. Кроме того, в данном разделе будут рассмотрены ограничения исследования и релевантные научные работы, затрагивающие проблематику темы и раскрывающие связанные в ней концепции.

## 1.1. Основные определения

### 1.1.1. Искусственный интеллект

В первую очередь необходимо специфицировать терминологию для двух понятий, являющихся ключевыми для проводимого исследования – «искусственный интеллект» и «технологический стартап», - а также для их окружения, например, рассмотрев понятие венчурного капитализма. Для начала рассмотрим теорию, затрагивающую искусственный интеллект, варианты его классификаций и моделей представления, возможные сферы применения, теоретические прогнозы дальнейшего развития как технологии.

Согласно определению, представленному Джоном Маккарти, ученым в области информатики и одним из соавторов термина «искусственный интеллект», в работе «What is artificial intelligence», искусственный интеллект представляет собой науку и технологию создания «интеллектуальных» машин, и в особенности «интеллектуальных» или «разумных» компьютерных программ. Реализуется в виде сочетания устройства и программного обеспечения, система которых выполняет как вычислительные, так и некоторые «творческие» функции, считающиеся областью деятельности человека. Задача создания искусственного интеллекта сводится к тому, чтобы понять человеческое сознание с помощью компьютерных устройств, однако ИИ не будет ограничен биологическими методами[[6]](#footnote-6). Почти за шесть десятилетий до этого в фундаментальном труде «Computing machinery and intelligence» британский математик и криптограф Алан Тьюринг, задаваясь вопросами о том, способна ли вычислительная машина прийти к самостоятельным рассуждениям, или сознанию в человеческом понимании, пришел к выводу о том, что в случае прохождения определенного когнитивно-поведенческого теста, названного впоследствии тестом Тьюринга, представляющего собой эмпирический эксперимент, в ходе которого человеку, взаимодействующему с двумя или более агентами, остающимися для него неидентифицированными, предстоит определить при помощи серии задаваемых вопросов и получаемых ответов, является ли заданный агент компьютерной программой или человеком. Соответственно, задача машинного алгоритма в данном случае сводится к тому, чтобы ввести в заблуждение человека, проводящего тест, чтобы последний дал ложноположительный ответ в пользу компьютера, определив его как собеседника-человека, или затруднился это сделать – в таком случае алгоритму также засчитывается прохождение теста[[7]](#footnote-7). В дальнейшем определение Алана Тьюринга было расширено в работе С. Расселла и П. Норвига «Artificial Intelligence: A Modern Approach» где они предложили четыре потенциальных представления системы искусственного интеллекта в зависимости от ее целей и поведенческой модели:

* Человеческий подход (антропоцентризм)
  + Системы, «думающие» как люди;
  + Системы, ведущие себя как люди;
* Идеальный подход
  + Системы, «думающие» рационально (принимая во внимание наличие альтернативных издержек);
  + Системы, ведущие себя рационально[[8]](#footnote-8).

В современном виде искусственный интеллект представляет собой научную область, связывающую компьютерные науки, науку о данных и их первичном сборе, включающую в себя понятия машинного обучения и глубокого обучения[[9]](#footnote-9). В совокупности перечисленные системы используются для создания предсказаний (регрессионные задачи) и решению задач классификации на основании полученных внешних данных и паттернов, приобретенных алгоритмом за итерации обучения, если оно имплементировано. Несмотря на то, что существуют определенные технические и этические ограничения в отношении искусственного интеллекта, эксперты по всему миру сходятся во мнении, что эта технология является одной из фундаментальных для нового витка промышленного развития практически во всех сферах деятельности человека[[10]](#footnote-10).

Искусственный интеллект традиционно классифицируется как «слабый» и «сильный» в зависимости от того, с какими задачами способен справляться алгоритм и насколько он превосходит биологические когнитивные способности человека. Однако данную классификацию можно уточнить, специфицировав определения данных классов искусственного интеллекта.

Один из вариантов классификации искусственного интеллекта, представленный Эрендом Хинтце (Arend Hintze), исследователем в области интегративной биологии, компьютерных наук и инженерии в университете Мичигана, включает в себя четыре ключевых типа искусственного интеллекта, зависящие от методов обработки и хранения информации, выполняемых задач и схожести с биологическим человеческим мышлением[[11]](#footnote-11).

Первый тип – реактивные (реакционные) машины (Reactive Machines), они способны идентифицировать параметры системы, в рамках которой решается их задача, прогнозировать вероятность исходов и сохранять обработанные результаты. К этому типу искусственного интеллекта относятся, например, алгоритмы рекомендаций компании Netflix[[12]](#footnote-12) и компьютерная программа Deep Blue, одержавшая верх над шахматистом Гарри Каспаровым в 1997 году[[13]](#footnote-13). Такие алгоритмы способны автоматически реагировать на ограниченный набор комбинаций, определяемый фиксированной формой входных данных, их ограниченность выражается в неспособности обучаться, то есть их память не может быть использована для воздействия на решения в настоящем времени. Дополнительно стоит отметить, что данный тип искусственного интеллекта, даже несмотря на ограниченность поля деятельности, не способен просчитать все возможные будущие комбинации параметров (например, ходов в партии в го), поэтому его стратегия будет являться оптимальной лишь до определенного момента и в условиях рационального поведения других агентов, если они задействованы.

Второй тип – машины с ограниченной памятью (Limited Memory Machines). Обладая всеми способностями предыдущей разновидности систем искусственного интеллекта, машины с ограниченной памятью способны применять исторические данные (то есть, накопленную информацию) для корректировки своих предсказаний и предлагаемых решений. Однако такое использование памяти представляется временным, поскольку компьютерная программа не хранит весь перечень возможных данных и не обращается к нему в реальном времени в любой момент. Например, транспортное средство, снабженное функцией автономного вождения (автопилот) способно проанализировать ситуацию на дороге, сравнив данные лидаров (LIDAR) с аналогичными показателями в похожих обстоятельствах, однако такой запрос потребуется делать каждый раз, и с определенной вероятностью модель может склониться в пользу принятия решения, отличного от принятого в предшествующий раз.

Третий тип – машины с «теорией сознания[[14]](#footnote-14)» (Theory of Mind Machines). Данный тип является важным рубежом между современными системами искусственного интеллекта, имеющимися в распоряжении человечества, и ИИ, который мы можем создать в будущем, поскольку получает две важных способности:

1. Создавать описательные модели мира, то есть самостоятельно делать выводы о закономерностях и принципах работы окружающей действительности;
2. Учитывать, что у других агентов, причем как у искусственных, так и у биологических, например людей или животных, есть свой набор методов обработки данных, мотивы поведения и ограничения при решении задач на пути достижения целей, при этом их действия не всегда продиктованы рациональностью.

Наконец, четвертый тип искусственного интеллекта – машины с самосознанием (или осознанием себя). В данный момент рассуждения об этом типе сводятся к философско-теоретическим концепциям, однако не исключено достижение и этого этапа развития ИИ: в таком случае алгоритм, в дополнение к способностям предыдущих трех типов, сможет осознать себя и свою суть (компьютерная программа), назначение и ограничения, заложенные разработчиком. Кроме того, такая система искусственного интеллекта сможет создавать другие системы аналогично тому, как исследователи-люди создают искусственный интеллект. Сам Эренд Хинтце полагает, что в настоящее время создателям технологий искусственного интеллекта следует обратить внимание на проблемы памяти и ускорения обработки запросов, поскольку уровень технологического развития еще достаточно далек от саморазвивающихся и сознательных машин.

В технической среде общепринятой является еще одна классификация искусственного интеллекта, представляющую собой деление на последовательные стадии развития технологии: от узконаправленного ИИ к интеллектуальным системам общего назначения, а затем к искусственному супер-интеллекту, как это описано далее.

Ограниченный искусственный интеллект (Artificial Narrow Intelligence) – программно-аппаратный комплекс, специализирующийся в конкретной функциональной области, например распознавания изображений. Наглядным примером может выступить программа AlphaGo, разработанная подразделением Google DeepMind (британский стартап, приобретенный Google в 2014 году): в 2015 алгоритм одержал победу в стандартной партии в го над профессиональным игроком без применения правил гандикапа (ограничения для игровой партии, призванные упростить задачу предиктивного анализа для искусственного интеллекта)[[15]](#footnote-15), однако достаточно очевидно, что данный алгоритм не способен справляться с другими задачами и не сможет «переобучиться» с целью работы над обработкой естественных языков (Natural Language Processing[[16]](#footnote-16)). Современные системы искусственного интеллекта, основанные на машинном обучении и глубоком обучении, попадают в эту категорию, формирующую собой понятие «слабого» ИИ.

«Сильный» искусственный интеллект состоит из двух других категорий: общего ИИ и искусственного супер-интеллекта. Общий искусственный интеллект (Artificial General Intelligence) – программно-аппаратный комплекс, чьи способы обработки данных напоминают человеческие, то есть он может выполнять все те же задачи, что и человек. Общий искусственный интеллект моделирует или копирует мыслительные способности человека к получению данных, выделению из их потока нужной информации, сравнению результатов решения задачи и альтернативных издержек, быстрому обучению и использованию накопленного опыта[[17]](#footnote-17). AGI-системы также способны к обобщению и созданию ассоциативных взаимосвязей подобно человеческой памяти.

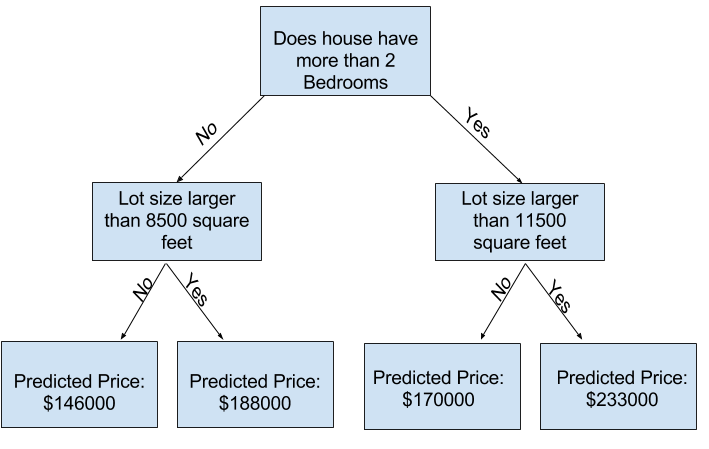
Следующая таблица демонстрирует структурные различия между ANI-алгоритмами и AGI-системами[[18]](#footnote-18).

1. Сравнение ANI и AGI

|  |  |
| --- | --- |
| Artificial Narrow Intelligence | Artificial General Intelligence |
| Специфическая задача или сфера применения | Общие сознательные действия |
| Модели, связанные с фиксированной проблемной областью и знаниями | Самообучается исходя из окружения и изменений в нем |
| Обучается на большом количестве (тысячи) размеченных и очищенных данных[[19]](#footnote-19) | Обучается на малом количестве примеров или на неструктурированных данных[[20]](#footnote-20) |
| Результат отражает задачу, работа без «понимания» | Способность использовать когнитивные паттерны, подобные человеческим |
| Знания не переходят в другие области и не применяются другими моделями, если не специфицировать отдельно | Автоматически применяет полученные знания и выводы в других доменах и моделях |
| Современные модели | Модели будущего |

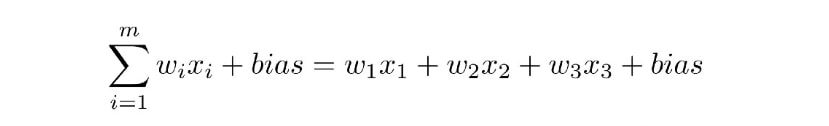
Наконец, искусственный супер-интеллект – ИИ, превосходящий человека практически во всех областях, включая научные изобретения, общие познания и социальные навыки. В своем концептуальном виде не является разработанной технологией, однако исследования в области машинного и глубокого обучения неуклонно способствуют его потенциальному появлению.

Говоря о двух последних терминах, следует точнее определить разницу между ними для дальнейшего изучения технологических тенденций и барьеров, поскольку эти понятия не являются взаимозаменяемыми. Машинное обучение (Machine Learning, ML) – раздел искусственного интеллекта, изучающий различные способы построения обучающихся алгоритмов, то есть изменяющихся каким-либо образом в зависимости от входных данных и результатов обработки или вычислений. Обычно в процессе обучения алгоритм постепенно повышает собственную точность (например, вероятность корректного предсказания у регрессионной модели). Машинное обучение требует большего участия от агента-человека, чем глубокое обучение, поскольку исследователям необходимо самостоятельно оценивать влияние изменения данных, получаемых моделью, на точность последней, а также, зачастую, оценивать релевантность коэффициентов, присвоенных ею независимым переменным и делать из этого выводы. Ниже приведена схема одной из основных моделей машинного обучения – дерева решений.



1. Схема простого дерева решений с двумя слоями «листьев»  
   Источник: [Kaggle][[21]](#footnote-21)

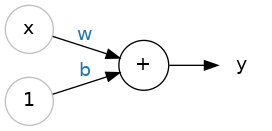
Глубокое машинное обучение, или глубокое обучение (Deep Learning, DL), в свою очередь менее требовательно к предварительной обработке и может оперировать неструктурированными данными, такими как рукописный текст или изображения, поскольку использует другие методы работы с данными, основывающиеся на нейронных сетях, выступая при этом подразделом классического машинного обучения. Глубокое обучение автоматизирует извлечение ключевых параметров, снижая этим зависимость от эксперта-человека, затем, используя искусственную нейронную сеть, содержащую в себе хотя бы три слоя, включая слои «input» и «output», вычисляет результат согласно формуле алгоритма. Классическая схема устройства нейронной сети, применяемой в глубоком обучении, может быть описана следующим уравнением.



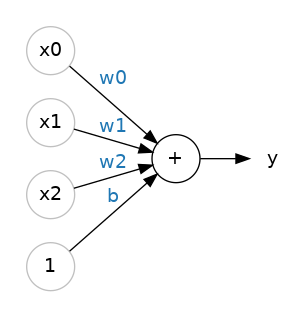
Левая его часть показывает определенный порог, которому должна соответствовать правая часть, выраженная в сумме произведений коэффициента значимости независимого параметра и значения i-ого параметра. В каждой части уравнения присутствует свободный коэффициент (bias) для внесения корректировок. Понимание фундаментального устройства работы нейронных сетей позволит более точно рассмотреть технологические тренды в работе современных ИИ-стартапов в главе 2 настоящей работы.

Каждая искусственная нейронная сеть (Artificial Neural Network) состоит из простейшей составляющей – искусственного нейрона, представляющего собой математическую модель биологического нейрона. Один нейронный юнит может иметь представление, аналогичное тому на схеме ниже, и описываться линейным уравнением

где *y* – пороговое значение, при преодолении которого нейрон активируется, произведение *w* и *x* – это значение независимой переменной с соответствующим ей весовым коэффициентом, *b* – свободный коэффициент (bias из формулы выше), служащий дополнительным методом уточнения. У нейрона могут быть множественные входы, например в случае, когда одна функция оценивания принимает несколько входных параметров, исходя из которых требуется определить результат ее работы.

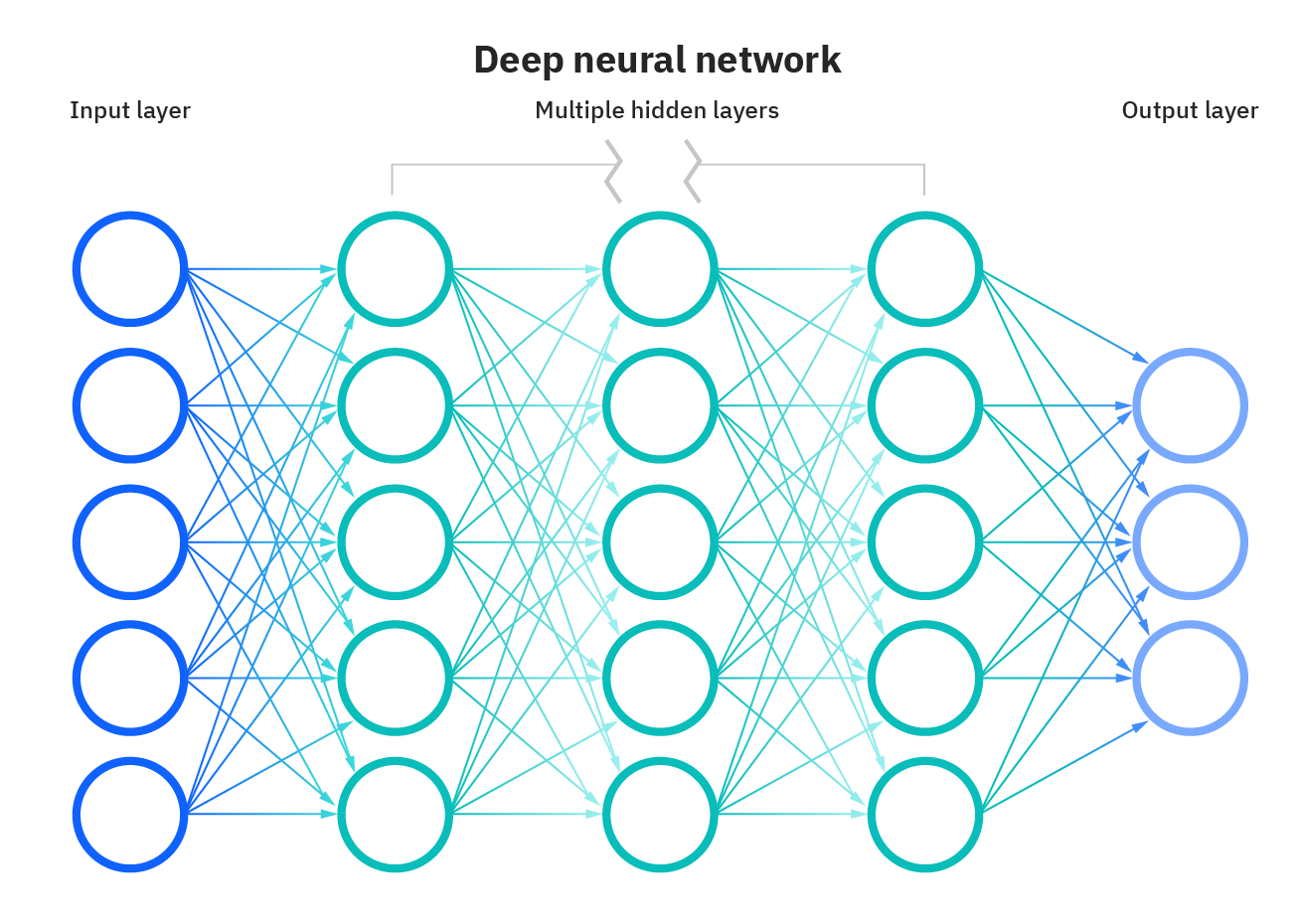


1. Один юнит искусственного нейрона с одним входным параметром  
   Источник: [Kaggle]



1. Искусственный нейрон с несколькими входными параметрами  
   Источник: [Kaggle][[22]](#footnote-22)

В случае применения глубокого машинного обучения применяются нейронные сети, состоящие из ряда слоев взаимосвязанных нейронов, которые проводят многофакторную оценку весовых коэффициентов параметров и обладают значительной предсказательной и классификационной точностью (пример такой нейронной сети приведен на схеме ниже).



1. Пример устройства нейронной сети с тремя скрытыми слоями  
   Источник: [IBM][[23]](#footnote-23)

На сегодняшний день к основным походам, применяемым в машинном обучении, относятся следующие опции: обучение с учителем, обучение без учителя и обучение с подкреплением. Иногда отдельно выделяется обучение с частичным привлечением учителя. Каждая разновидность определяет спектр задач, с которыми способен справляться алгоритм, при этом их сложность прямо пропорциональна комплексности метода обучения.

1. Обучение с учителем (Supervised Learning)
   1. Задачи классификации (распределение тестовых данных по категориям)
   2. Задачи регрессии (исследование взаимосвязи зависимой и независимых переменных)
   3. Задачи ранжирования
2. Обучение без учителя (Unsupervised Learning)
   1. Задачи кластеризации
   2. Задачи уменьшения размерности
   3. Задачи обнаружения аномалий и ассоциации
   4. Задачи автоэнкодинга (получение на выходе данных, максимально приближенных к входным или вероятным входным данным)[[24]](#footnote-24)
3. Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning)
   1. Любые задачи с участием «стимула»[[25]](#footnote-25) [[26]](#footnote-26)

Обучение с учителем предполагает наличие набора данных, предварительно размеченных исследователем, для тренировки модели на каждом этапе создания. Полная предварительная разметка означает, что для каждого входного набора параметров существует установленное значение зависимой величины, например, определенная стоимость акции компании в зависимости от финансовых и бухгалтерских показателей. При получении входных данных модель адаптирует весовые коэффициенты каждой из независимых переменных, пока точность не достигнет порогового уровня, что измеряется с помощью процессов кросс-валидации. Затем модели на вход подаются данные без значений зависимой величины, после чего вывод программы сравнивается с реальными показателями, появляющимися или имеющимися в распоряжении у исследователей.

Основные алгоритмы обучения с учителем:

* Нейронные сети
* Наивный байесовский классификатор
* Линейная и логистическая регрессии
* Метод опорных векторов
* Метод К-ближайших соседей
* Метод дерева решений или случайного «леса» деревьев решений[[27]](#footnote-27)

Обучение без учителя, напротив, предполагает применение неразмеченных данных при обучении модели, поскольку в задачах, где применяется данный метод, исследователи не могут достоверно определить взаимосвязи в наборе данных. При обучении система может определить ассоциативные ряды или кластеры, содержащие закономерности. Популярными алгоритмами кластеризации являются построение иерархии, метод k-средних и модели гауссовой смеси, более широкий список методов представлен в аналитической статье компании IBM[[28]](#footnote-28).

Обучение с частичным привлечением учителя (Semi-supervised Learning) представляет собой комбинацию двух предыдущих видов: при обучении используются датасеты, куда добавлены как размеченные, так и неразмеченные данные. Часто такой формат обучения применяют при работе с распознаванием изображений (и компьютерным зрением в целом), а также при создании генеративно-состязательных нейросетей (Generative adversarial network, GAN), в которой часть-дискриминатор стремится классифицировать входные данные и их элементы, а часть-генератор, напротив, подбирают данные или образы под заданную категорию, в результате работы обеих составляющих алгоритма, например, получаются сгенерированные изображения лиц людей, обладающих высокой точностью совпадения с параметрами «среднестатистического» лица для заданного пола, однако не имеющего реального прототипа в виде живого человека[[29]](#footnote-29).

Наконец, обучение с подкреплением – метод, представляющий собой итеративный процесс создания долгосрочной алгоритмической стратегии для работы с изменяющейся средой, то есть, с обновляющимся или непрерывным потоком новых данных. Модель симулирует результат на основе имеющихся данных, получая при этом вознаграждение в зависимости от точности, со временем, получая больше данных и больше обратной связи, учитывая предыдущие попытки, агент увеличивает точность моделирования и адаптирует стратегию с целью получить большее вознаграждение, если это еще возможно. Фреймворк обучения с подкреплением состоит из трех частей:

1. Пространство состояний – то есть, все пространство достоверно известных и неточных параметров, доступных для анализа;
2. Пространство принятия решений;
3. Сигнал вознаграждения и его величина[[30]](#footnote-30).

Очень часто обучение с подкреплением применяется в теории игр, при создании видеоигр и симуляторов, что будет рассмотрено подробнее в главах 2 и 3 настоящей работы.

### 1.1.2. Технологические стартапы

В первую очередь, любой стартап является коммерческим предприятием на ранних стадиях операционного функционирования и развития продукта (товара или услуги), созданным для поиска и реализации успешной и масштабируемой бизнес-модели, подходящей для последнего. Основатели стартапа предполагают наличие спроса на создаваемый продукт (часто для этого используются подтверждающие маркетинговые исследования, например Customer Development), после чего ищут финансирование для начала работы и выведения первых единиц продукта на рынок, поскольку изначальные издержки на производство и масштабирование могут быть высоки, при этом потоки выручки ограничены. Зачастую финансирование стартапа на ранних этапах развития представляет собой комбинацию собственного капитала участников и внешнего капитала венчурного инвестора, которым может выступать частное лицо или организация. Более ранние стадии создания продукта означают больший риск для инвестора, в связи с чем запрашивается большее долевое участие в стартапе, что менее выгодно основателям в долгосрочной перспективе, однако начальный капитал критически важен для предприятий с высоким риском провала – 44% стартапов в 2022 году прекратили свое существование из-за нехватки денежных средств[[31]](#footnote-31), – что в особенности касается IT-стартапов, как указано во введении.

Вне зависимости от своей ключевой сферы деятельности большинство стартапов проходят через предсказуемые стадии развития, указывающих на различные степени готовности продукта к производству и выводу на рынок, надежности и управленческой стабильности. В рамках определения этапов роста стартапа можно выделить классификации на основе жизненного цикла стартапа, серий финансирования стартапа, ступени адаптации инноваций, предлагаемых организацией.

С точки зрения управления проектом жизненный цикл стартапа в обобщенном виде состоит из семи следующих стадий:

1. Уровень идеи, включающий в себя определение ключевой «боли» (то есть, повторяющейся проблемы, не имеющей стабильного и предметного решения) определенного сообщества или круга организаций, проведение первичных маркетинговых исследований для выделения начальной целевой аудитории и ее потребностей, расчет рыночного потенциала будущего продукта компании, выдвижение гипотез о ценностном предложении;
2. Уровень MVP (Minimum Viable Product), на котором создается прототип продукта или его «минимально жизнеспособная» версия, обладающая основными функциями в базовом или не до конца протестированном варианте. Это необходимо для того, чтобы в кратчайшие сроки и с минимальными затратами проверить реакцию потенциальных потребителей итогового продукта на направление развития решения стартапа, при этом уточняется его ценностное предложение и исследуются оптимальные маркетинговые каналы связи с потребителем. На данном этапе одной из распространенных стратегий развития продукта является концепция «бережливого стартапа», сформулированная предпринимателем Эриком Рисом[[32]](#footnote-32), в рамках которой стартап итеративно создает MVP с целью получения пользовательской обратной связи в рамках методологии Customer Development[[33]](#footnote-33) и последующего обновления продукта и ценностного предложения;
3. Уровень получения финансирования, который включает в себя первые инвестиции, получаемые стартапом от венчурных инвесторов, которыми могут выступать инвестиционные фонды, государство (гранты и программы развития для стартапов), бизнес-ангелы или акселераторы. Стадии финансирования будут подробнее рассмотрены после данной классификации;
4. Уровень сопоставления продукта и рынка, означающий, что стартап достиг своеобразной точки невозврата, поскольку на данном этапе начинаются фактические продажи продукта рядовым пользователям, при этом инвестированные в компанию средства уже вложены в налаживание устойчивого производства продукта и улучшение пользовательского опыта от взаимодействия с ним, то есть выход за рамки концепции «базового функционала». В случае, если соответствие запросу клиентов было неточным, команде стартапа может потребоваться вернуться на несколько стадий назад, вплоть до необходимости внесения изменений в идею, понеся потенциально невозвратные издержки;
5. Уровень рыночной экспансии или развития сегмента, на котором стартапу требуется адаптировать изначальную стратегию в соответствии с текущими показателями продукта для достижения двух целей: во-первых, для генерирования стабильных потоков выручки в пределах целевой аудитории или иных хорошо изученных сегментов рынка; во-вторых, для определения способов входа в новые рыночные сегменты или выхода на новые рынки. На данной стадии стартап с большой долей вероятности начнет приносить прибыль (однако предыдущие уровни не противоречат этому), поэтому критически важно рассчитывать показатели, связанные с приобретением новых клиентов или пользователей, такие как CAC (Customer Acquisition Cost, издержки на получение нового клиента) и LTV (Lifetime Value, средний поток выручки, создаваемый пользователем на протяжении клиентского жизненного цикла) в рамках юнит-экономики;
6. Уровень роста, означающий, что стартап успешно конкурирует на текущих рынках или в их сегментах, и его новой задачей является масштабирование, чему должен способствовать выбор подходящей бизнес-модели на предыдущих этапах. На данном уровне стартапу может потребоваться дополнительный раунд финансирования;
7. Уровень «зрелости», на котором стартап вырос достаточно, чтобы перейти от экстенсивного расширения к интенсивным разработкам, например в сторону улучшения текущего продукта, R&D с целью изучения новых возможностей или создания экосистемы из имеющихся и будущих продуктов[[34]](#footnote-34).

Говоря о стадиях развития стартапа критически важно также типизировать этапы получения им финансовых средств для создания первого продукта, расширения команды, масштабирования и других целей, при этом финансирование не обязательно является внешним. Традиционно принято ассоциировать каждую из них с определенным майлстоуном, достигаемым стартапом, поэтому можно выделить следующие из них:

1. Pre-seed – стадия оценки идеи в основе стартапа и потенциала его бизнес-модели, вероятных издержек, новизны. Зачастую на данной стадии задействуются капиталы сооснователей, финансовые средства друзей или родственников, в редких случаях удается получить небольшое внешнее финансирование от раннего инвестора (бизнес-ангела) или небольшой венчурной организации. Оценка стартапа может варьироваться от нескольких тысяч до 100 000 долларов;
2. Seed – расходы, покрываемые на данной стадии финансирования, относятся к созданию MVP или переходу от MVP к альфа-версии продукта, проведению маркетинговых исследований и точечному найму специалистов в команду стартапа. Оценка последнего может варьироваться от 100 000 до нескольких миллионов долларов;
3. Series-A/B/C/D – серии финансирования с литерой означают, что продукт стартапа находится на последних стадиях разработки или уже завершен, при этом требуются вложения в оптимизацию процессов производства, продвижение и маркетинговые мероприятия или средства для выхода на новый рынок.
4. Стадия мезонинного кредитования и бридж-кредитования, являющаяся опциональной. Она необходима стартапам, уже имеющим отлаженные способы производства своих ключевых товаров или оказания услуг, для того чтобы покрыть краткосрочные расходы на подготовку к переходу на стадию IPO (Initial Public Offering), например для привлечения нового топ-менеджмента компании, поглощения конкурента или создания нового подразделения.
5. Стадия IPO, означающая первичное размещение акций для публичной продажи, обычно является завершающим этапом привлечения стартапом финансовых средств. Чаще всего IPO проводится для увеличения собственного капитала стартапа с целью дальнейшего масштабирования или развития экосистемы, оно также позволяет владельцам долей стартапа преобразовать их в денежные средства. В ходе проведения IPO формируются специальные финансовые отчеты, производится аудит стартапа для того, чтобы удостовериться в его соответствии критериям к размещению[[35]](#footnote-35).

Взаимосвязь между стадиями финансирования стартапов, их степенью развитости и управленческими решениями, которые можно принять в их отношении, будет подробнее рассмотрена в главе 2 настоящей работы.

Главное отличие технологических стартапов от других форм ведения бизнеса заключается в том, что такие предприятия основывают свой ключевой товар или услугу на одной из актуальных или новых технологий в наукоемких отраслях, связанных со сферой STEM, при этом данное отличие выступает условием возможности их масштабирования. С понятием тех-стартапа напрямую связано технологического предпринимательства, то есть инвестирование интеллектуальных, человеческих, финансово-материальных ресурсов в специфические активы – в контексте стартапа это новые физические или программные продукты, - основанные на актуальных достижениях научно-технического прогресса (knowledge-intensive разработки или концепции)[[36]](#footnote-36). При рассмотрении технологических стартапов также являются релевантными следующие особенности:

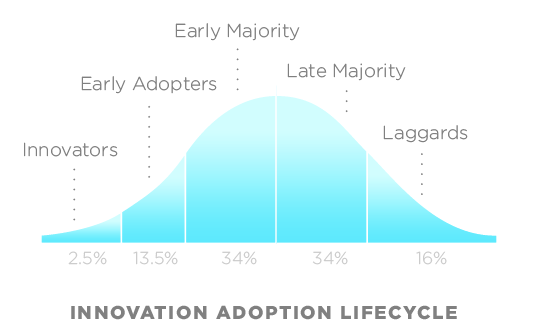
* Технологический стартап во многом опирается на инновационные разработки при создании своего продукта. Это означает, что такие предприятия преимущественно опираются на знания, навыки и цифровые технологии, в том числе платформенные[[37]](#footnote-37), в отличие от традиционных форм организации бизнеса, предполагающих существенную важность физических активов компании (наличие производственных и логистических центров, офисов для оказания услуг и тому подобного)[[38]](#footnote-38). Действительно, значительная часть технологических стартапов с оценкой капитализации более 1 миллиарда долларов основывают свой продукт на интернет-технологиях, разработке прикладного программного обеспечения, методах разработки искусственного интеллекта и производных областях, например E-Commerce или Fin-Tech (см. Приложение 1);
* Создание и управление технологическим стартапом, равно как и инвестирование в него различных ресурсов, сопряжено с повышенным риском несения издержек, в том числе невозвратных, по сравнению с традиционными видами бизнеса и НКО. В данном случае помимо стандартных рисков, связанных со внутренней и внешней средой (стратегические риски, комплаенс-риски, операционные риски, репутационные риски, непрогнозируемые внешние риски)[[39]](#footnote-39), возрастает вероятность столкнуться с одним из специфических проектных рисков, таких как технологические риски, проблема неоправданного сужения или расширения фокуса проекта, риск раннего повышения издержек на единицу товара или услуги, риск недостаточности покрываемых компетенций, риск неверного определения рыночного сегмента или потребительской боли. Для многих технологических стартапов также особенно актуальны риски, связанные с написанием кода, включающие в себя проблемы с возникновением ошибок из-за неадекватности или непроработанности стандартов в стартапе, недостаточности тестирования, использования устаревшего или небезопасного ПО или фреймворков, а также, что критически важно на ранних этапах развития стартапа и до получения первых раундов инвестиций или иного финансирования, риск ухода членов команды из стартапа[[40]](#footnote-40), поскольку в начале создания продукта один человек может обладать навыками, закрывающими одну или несколько критически важных областей знаний для появления MVP, при этом у стартапа нет кадрового резерва для быстрой замены;
* Приоритеты стартапа смещены в сторону создания масштабируемой бизнес-модели и использования этого преимущества для быстрого роста в сегменте и перехода на новые рынки[[41]](#footnote-41). По сравнению с традиционным бизнесом, основной целью которого является достижение прибыльности, стартап может оставаться неприбыльным достаточно продолжительное время, ведя операционную деятельность за счет капиталов участников, бизнес-ангелов и внешних инвестиций, пока разработка ресурсоемкого продукта не будет завершена в достаточной степени для обеспечения стартовых продаж. Для отслеживания ключевых финансовых показателей и расходов на привлечение новых клиентов используются меры из юнит-экономических расчетов.

### 1.1.3. Взаимосвязь инноваций и технологического предпринимательства

Рассматривая первый из приведенных выше пунктов отличительных характеристик технологических стартапов, требуется описать процесс создания инновационных разработок или продуктов во взаимосвязи с операционной деятельностью стартапа.

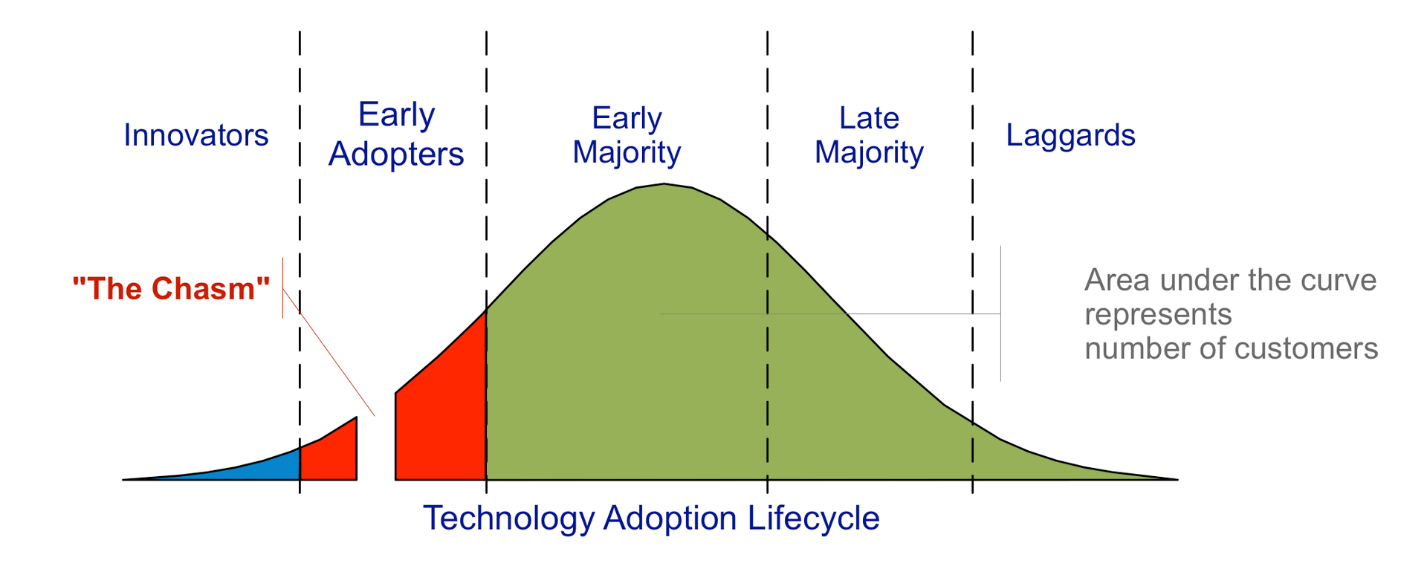
Понятие инновационных технологий связано с изучением, созданием и внедрением таких практик или продуктов, которые не существовали ранее, и при этом имеют более высокую эффективность и результативность в сравнении с применением традиционных методов выполнения идентичной задачи. Согласно определению и ключевым характеристикам инновационного предпринимательства, сформулированных экономистом Йозефом Шумпетером, в рамках инновационной деятельности предприниматель, во-первых, предлагает рынку товар или услугу, которых не было раньше; во-вторых, производит продукт (в том числе не новый) эффективнее своих конкурентов за счет изменения технологии производства; в-третьих, открывает новые рыночные ниши, то есть выясняет не закрытую «боль» потенциальных потребителей; в-четвертых, он может получить доступ к новому источнику материалов и специфических знаний, который освоен в крайне малой степени; в-пятых, он способен предложить усовершенствования процесса производства с точки зрения проектного управления, то есть улучшить организацию и управленческие аспекты[[42]](#footnote-42). На основе идей Шумпетера в дальнейшем была создана модель линейного инновационного цикла, согласно которой в основе любой инновационной деятельности лежит изобретение, которое получено в результате научного исследования или экспериментальной разработки. Историческим примером инноваций, относящейся к сфере искусственного интеллекта, является разработка совокупности методов глубокого обучения и многослойных нейронных сетей. Более актуальным примером может выступить технология IPA (Intelligent Process Automation), сочетающая в себе аспекты машинного обучения, компьютерного зрения и процессов «когнитивной» автоматизации для создания программных комплексов и RPA-систем (Robotic Process Automation), позволяющих непрерывно собирать и систематизировать массив неструктурированных данных, получаемых как от взаимодействия пользователя с продуктами компании, так и от внутренних бизнес-процессов для их дальнейшего анализа и извлечения информации, полезной для принятия управленческих решений (IPA часто применяется в области UI/UX-дизайна).

Технологические стартапы, и в особенности стартапы в сфере разработки искусственного интеллекта, основывают свои ключевые продукты на инновационных разработках, относящихся не только к сферам математики, информатики и компьютерных наук, но и многим другим предметным областям, включающим физику, химию, биологию, антропологию, менеджмент, искусство. Однако важной стороной инноваций является их «разрушительная» основа[[43]](#footnote-43), заключающаяся в нарушении привычной конъюнктуры рынка и создании принципиально новых возможностей для появления новых товаров и услуг. Это означает, что потенциальным клиентам требуется определенное время на адаптацию потребительских предпочтений для достижения готовности приобретения инновационного продукта. Жизненный цикл принятия инноваций к рассмотрению в качестве потребительской опции описан в работе Дж. Биэла и Дж. Болена «The diffusion process» и включает в себя пять ступеней, демонстрирующих характеристики потребителей и их приблизительную долю от совокупности их количества на всех стадиях[[44]](#footnote-44).



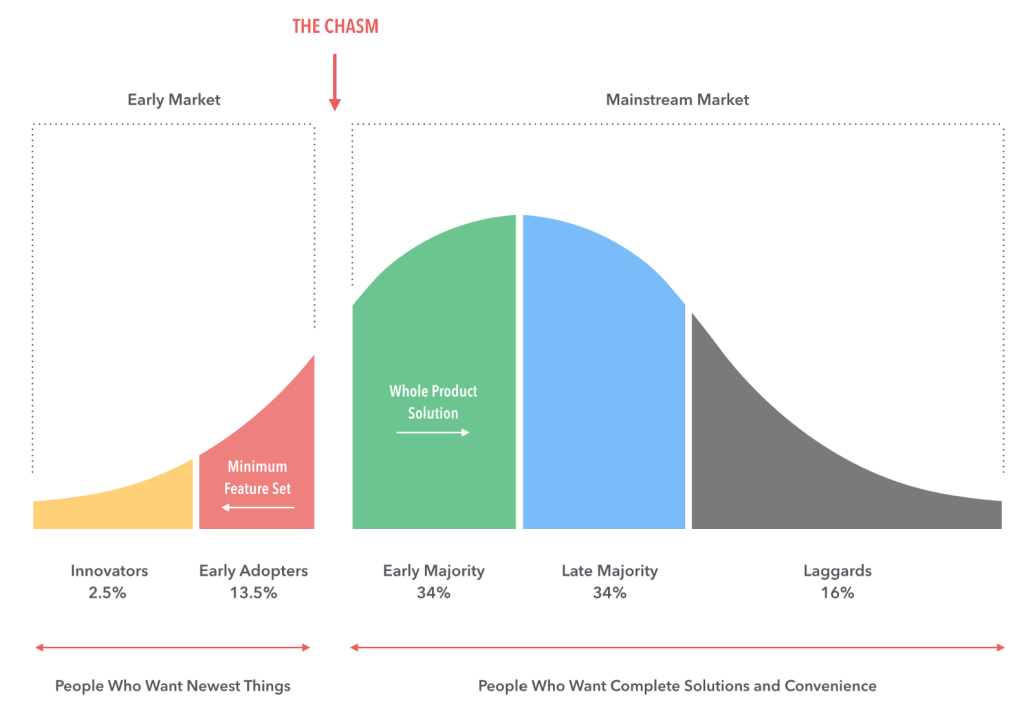
1. Жизненный цикл принятия инноваций

Впоследствии модель была доработана Дж. Муром и представлена в книге «Crossing the Chasm»: исследователи утверждали, что в категории потребителей «Early Adopters» существует разрыв, выражающийся в повышенном недоверии к инновациям у прагматичной группы «раннего большинства» при переходе к ней (видоизмененная модель изображена на рисунке 7)[[45]](#footnote-45). Впоследствии данное уточнение модели критиковалось другими исследователями в области менеджмента и Disruptive innovations, однако ядро разделения осталось неизменным: первыми продукт готовы приобрести люди, в чьи потребительские предпочтения входят продукты-новинки или продукты, чей пользовательский опыт описывается как «high risk – high reward» (например, новый, неизвестный на заданном рынке производитель, предлагает технически сложный товар по сниженной в сравнении с конкурентами цене, однако отсутствие отзывов о качестве и надежности отпугивает большинство потенциальных потребителей, несмотря на то, что эти параметры могут не иметь существенных отличий от товаров, предлагаемых рынком); вторыми продукт приобретают «ранние последователи» новой технологии, руководствующиеся более рациональными мотивами и изучающие фактические преимущества инновационного продукта в сравнении с конкурентами и потенциальными разработками ближайшего будущего; затем к приобретению присоединяется «раннее большинство», продажи двух последующих потребительских сегментов будут ниже, чем у данного, представляющего собой клиентов, готовых приобрести продукт в силу его устойчивого присутствия на рынке, что является сигналом об адекватности соотношения цены к качеству и характеристикам; наконец, позднее большинство, обладающее еще меньшей самостоятельностью в контексте анализа инновационного продукта, преимущественно следует за ранним большинством, опираясь на его обратную связь, а последний сегмент – «отстающие» – принимает инновации в тот момент, когда технология начинает переходить в разряд повседневных, то есть с серьезным запозданием в силу чрезмерного недоверия к новым продуктам, не позволяющим им присоединиться к третьему или четвертому сегменту.



1. Жизненный цикл принятия инноваций с демонстрацией «разрыва»

С точки зрения технологического стартапа, потребительские сегменты с точки зрения принятия инноваций можно разделить на две группы: ранний рынок и общий рынок (см. рисунок 8). Барьером для перехода между данными группами выступают, во-первых, характеристики продукта, поскольку для первых двух сегментов достаточной степенью является MVP, а для оставшихся – полноценный продукт с завершенным набором функций и проработанным дизайном или сервисом. Для того, чтобы приобрести начальную долю рынка, технологическому стартапу потребуется разработать продукт с минимально необходимым набором функций, чтобы получить сегменты инноваторов и ранних приверженцев.



1. График принятия инноваций с учетом функциональности продукта

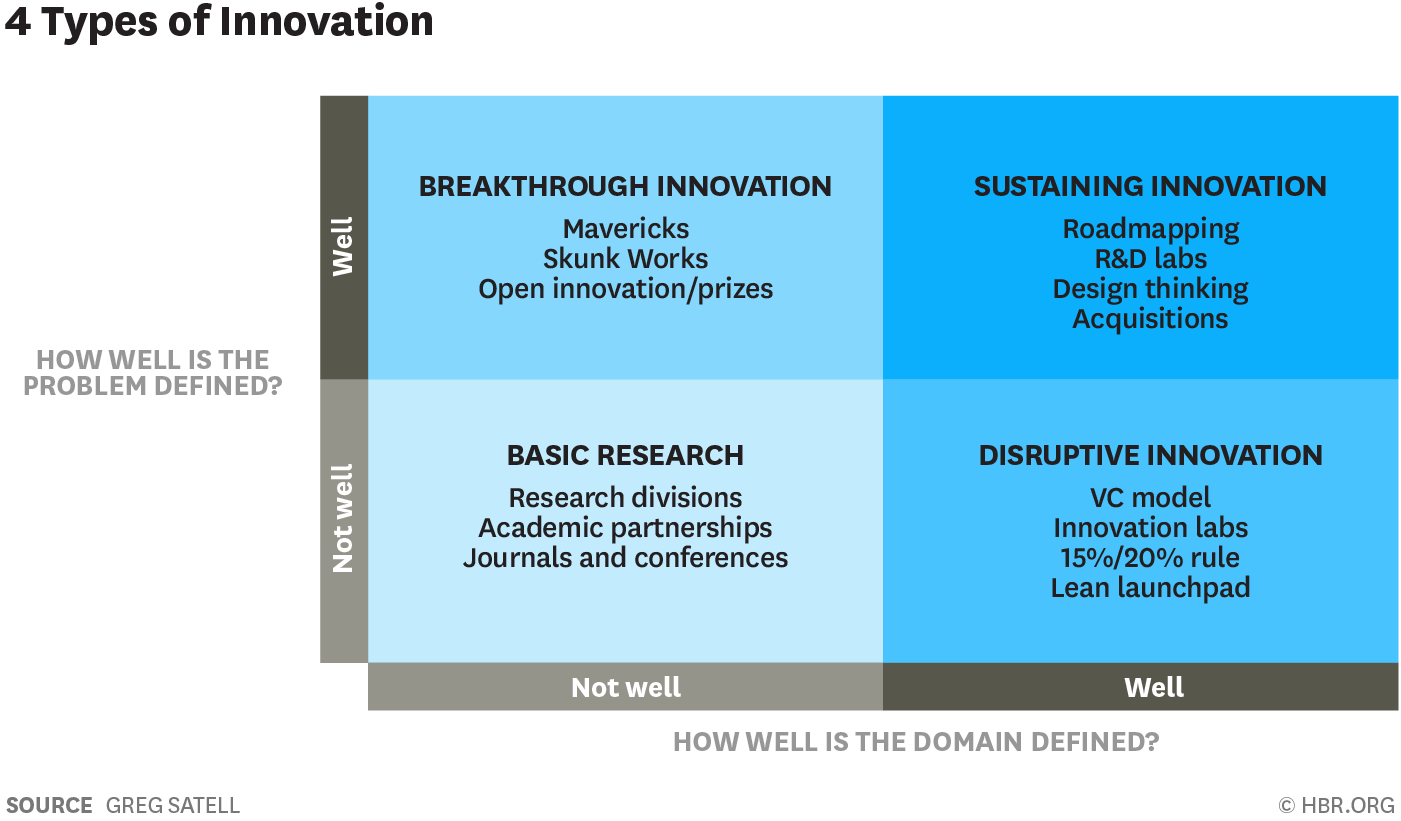
Подобную модель развития инноваций можно встретить во многих технологических стартапах современности, поскольку это не только позволяет получить доступ к первым продажам, но и открывает следующие рыночные преимущества по сравнению с крупными компаниями и другими игроками отрасли, представляющим традиционные виды бизнеса. Поскольку их совокупный капитал позволяет им раньше закрепиться в мейнстрим-сегменте, во многом за счет возможности нести большие расходы на маркетинг и доработку продукта по сравнению со стартапом, крупные игроки, не ставящие цель создания инноваций, нарушающих статус-кво рынка, стремятся перейти к выпуску новых версий продукта и охвату позднего большинства и премиального сегмента, которые будут являться для них наиболее прибыльными. В то же время стартапы-инноваторы, начиная с малой рыночной доли, получают возможность найти бреши в уменьшающемся покрытии мейнстрим-сегментов со стороны крупных компаний и захватить рыночную долю за счет применения новых технологий и улучшения пользовательского опыта от взаимодействия за счет итеративной работы над продуктом (см. рисунок 9)[[46]](#footnote-46).

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, Параллельный

Автоматически созданное описание

1. Зависимость охвата рыночных сегментов стартапами и прежними игроками в зависимости от характеристик продукта и времени  
   Источник: [HBR]

Впрочем, «Disruptive Innovation» - не единственная разновидность внедрения инновационного продукта, доступная технологическим стартапам. Для хорошо изученных проблем клиентов или устойчивых, но изменяющихся со временем рыночных запросов, также может подойти модель «Breakthrough Innovation», поскольку в случае, когда о проблеме имеются подтвержденные данные, но с текущим набором навыков создание разработок, имеющих потенциал к её разрешению, оказывается нерезультативным, требуется расширить набор компетенций команды для создания прорывной инновации, позволяющей изменить подход к боли клиента. Harvard Business Review приводит в пример добавление в команду стартапа, разрабатывающего аппаратные комплексы для подводных устройств, морского биолога для диверсификации навыков команды и создания возможности рассмотреть проблему под другим углом[[47]](#footnote-47). Такой подход к инновациям в особенности хорошо подходит для стартапов, находящихся на стадии формирования команды, а также для уже завершивших создание минимально жизнеспособного продукта, поскольку в первом случае стартап обладает высокой гибкостью в контексте формирования команды, а во втором – адаптации продукта с учетом обратной связи от первых пользователей, при этом в обеих ситуациях изменяется парадигма восприятия проблемы, так как команда начинает применять идеи, решения и практики из смежных сфер деятельности[[48]](#footnote-48).



1. Классификация инноваций  
   Источник: [HBR]

В дальнейшем в главе 3 будут рассмотрены основные области создания продуктов и бизнес-модели стартапов, разрабатывающих искусственный интеллект, однако в данной главе имеет смысл представить описание релевантных исследований, рассматривающих технологические инновации, стартапы и их характеристики, а также отраслевые особенности в контексте разработки искусственного интеллекта.

## 1.2. Релевантные исследования

### 1.2.1. Модель анализа характеристик стартапа и его сетевой активности

Одним из ключевых исследований, уточняющих дальнейшее рассмотрение стартапов с точки зрения тенденций и барьеров в их характеристиках, является работа М. Гаркавенко и др. «Where Do You Want To Invest? Predicting Startup Funding From Freely, Publicly Available Web Information». Данная исследовательская работа изучает проблему предиктивного анализа успешности развития стартапа на основе неструктурированной информации, получаемой из общих и отраслевых новостных источников, социальных сетей, а также структурированных данных из коммерческих баз данных, аналогичных таковой, принадлежащей компании «Crunchbase». Команда ученых выдвинула гипотезу о возможности эффективного предсказания раундов финансирования и других событий, касающихся инвестиций в заданный стартап, проведения IPO и сделок по слиянию и поглощению (Mergers & Acquisitions) на основе методов статистического анализа, машинного обучения и использования информации из источников с неструктурированными данными. В ходе попытки подтвердить данное предположение исследователи выяснили, что предыдущие работы в этой сфере преимущественно опирались на данные из закрытых баз данных, применяя открытые интернет-источники лишь в качестве дополнения, однако создание и поддержание инвесторами, в особенности не располагающими дополнительными оборотными средствами, подобных баз структурированных данных для обучения алгоритмов представляется крайне трудоемкой и ресурсоемкой задачей. Именно поэтому в данной работе команда ученых опиралась в своем анализе на открытые источники информации, собственные веб-сайты стартапов и их активность в социальных и отраслевых медиа, общее сетевое присутствие и дата-майнинг в контексте неприватной качественной и количественной информации. В результате удалось представить модель и основывающийся на ней алгоритм машинного обучения, способный предсказывать инвестиционные события в жизненном цикле стартапа с точностью, сопоставимой с моделями машинного обучения, для тренировки которых использовались структурированные очищенные данные[[49]](#footnote-49).

В исследовании приводятся данные о более, чем 22 тысячах стартапов из различных стран мира, информация о которых была собрана в сети, у хабов, акселераторов, инвесторов и организаторов конференций. Их можно разбить на четыре основных категории: к первой из них относятся данные, полученные из источников в сети Интернет, таких как собственный веб-сайт стартапа, ко второй – информация об активности, собранная через Twitter API, к третьей – аналогичная информация с учетом SEO, собранная с помощью Google search API, к четвертой – данные об официальной юридической регистрации и сопутствующая информация из открытых источников вида государственных реестров. На основе собранных данных были выделены следующие четыре группы особенностей (фичи, независимые переменные для создания модели): общие, финансовые, связанные с социальными сетями, сетевого присутствия.

1. «Общие»
   1. «Страна» - страна происхождения стартапа;
   2. «Возраст» - время существования стартапа;
   3. «Число сотрудников» - официальное количество трудоустроенных сотрудников;
   4. «Количество офисов» - официальное количество зарегистрированных филиалов;
   5. «Количество людей на странице “Команда”» - количество человек, представленных в разделе «Команда стартапа» на его официальном веб-сайте;
2. «Финансовые»
   1. «Число предыдущих раундов» - количество успешно завершенных стартапом раундов финансирования;
   2. «Последний раунд инвестиций» - сумма в долларах, полученная в последнем раунде финансирования;
   3. «Время с последнего раунда» - количество дней, прошедших с последнего зафиксированного раунда финансирования;
   4. «Среднее за раунд» - сумма в долларах, являющаяся средним арифметическим сумм, полученных в предыдущих раундах финансирования;
   5. «Максимум за раунд» - сумма в долларах, полученная в наибольшем раунде финансирования;
3. «Социальные сети»
   1. «Аккаунты в социальных сетях» - бинарное значение, свидетельствующее о наличии или отсутствии у стартапа аккаунта в «Facebook»[[50]](#footnote-50), «LinkedIn»[[51]](#footnote-51), «Instagram»[[52]](#footnote-52), «YouTube» или блога на собственном веб-сайте;
   2. «Статистика в Twitter» - количество постов, среднее и максимальное количество оценок «нравится» и «ретвитов» за каждый месяц в течение последнего года;
   3. «Языковая статистика в Twitter» - наиболее часто встречающийся язык пользовательских постов за каждый месяц в течение последнего года;
   4. «Хештеги в Twitter» - количество использований стартапом хештегов из 500 наиболее популярных среди других стартапов за последний год;
4. «Сетевое присутствие»
   1. «Количество релевантных результатов» - количество страниц, имеющих отношение к стартапу среди первых результатов поисковой выдачи в Google search;
   2. «Всего результатов» - суммарное количество результатов поисковой выдачи в Google search;
   3. «Домены» - количество результатов выдачи, связанных с 500 наиболее популярными доменами (например, упоминания) из 10 верхних результатов выдачи в Google search.

После проведения статистического анализа, обучения модели и выделения результатов, выраженных в исследовании коэффициента значимости каждого из параметров, описанных выше, исследователи представили ряд диаграмм, отражающих изменения значения показателя SHAP[[53]](#footnote-53) для каждой из независимых переменных.

Изображение выглядит как текст, линия, График, Шрифт

Автоматически созданное описание

1. Оценка значения SHAP для финансовых показателей

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, число

Автоматически созданное описание

1. Оценка значения SHAP для показателей сетевого присутствия

Изображение выглядит как текст, Шрифт, линия, число

Автоматически созданное описание

1. Оценка значения SHAP для показателей, связанных с социальными сетями и медиа

В каждой группе параметров фичи и их коэффициент SHAP расположены в порядке убывания важности как для точности модели, так и для вероятности того, что стартап получит следующий раунд финансирования, выйдет на IPO или совершит сделку по M&A. Среди финансовых показателей наблюдаются следующие тенденции: во-первых, у подавляющего большинства стартапов на момент проведения исследования еще не было ни одного раунда финансирования (смещенная синяя часть на левом «хвосте» графиков), во-вторых, двумя наиболее влиятельными с точки зрения вероятности получения следующего раунда финансирования являются сумма, полученная в последнем инвестиционном раунде, и время с момента последнего получения финансирования, при этом закономерно, чем больше полученная в последнем раунде сумма, тем больше шанс получения нового раунда, чем меньше дней прошло с последнего раунда финансирования. Также интересно отметить, что у стартапов, имевших несколько раундов финансирования существует больший шанс получить еще один по сравнению со стартапами с числом раундов равным 1 или меньше (разрыв в значениях приблизительно от SHAP равного 0,25 до 0,5 для переменной «N previous fundings»). C точки зрения показателей сетевого присутствия наибольшее влияние на модель и вероятность получения новых раундов финансирования оказывают переменные «Релевантные результаты поиска» (чем больше – тем лучше) и «Суммарное количество результатов в выдаче» (имеется существенное количество, но не чрезмерное), при этом наиболее важными профильными источниками выступили платформы Crunchbase, TechCrunch, LinkedIn, EU-Startups. Наконец, с перспективы активности в социальных сетях наиболее важными факторами являются следующие: количество аккаунтов в социальной сети Twitter, упоминающих стартап, наличие у стартапа аккаунта в сети LinkedIn (важен аккаунт организации), среднее количество упоминаний стартапа в Twitter за месяц, также интересно, что использование в данной соцсети хэш-тега «Fintech» в содержимом поста оказывает среднее влияние на точность модели и коэффициент SHAP.

### **1.2.2. Изучение ценности искусственного интеллекта**

Кейс-анализ, в ходе которого командой исследователей была изучена 61 компания, применяющая искусственный интеллект в своих бизнес-процессах, выявил наличие шести ключевых факторов, за счет которых продукты на базе ИИ могут создавать ценность для своих пользователей и для компаний партнеров, интегрирующих такие продукты в свои бизнес-процессы, экосистемы или выстраивая на их основе собственные. После описания характеристик и их взаимосвязи приводится поясняющая их схема создания ценности (см. рисунок 14).

Эффективность: искусственный интеллект позволяет автоматизировать процессы и сервисы, то есть уменьшить вовлеченность человеческого труда, способного в определенных сферах деятельности провоцировать появление неточностей и ошибок. Примером автоматизации может выступить компания Upstart, стремящаяся автоматизировать процесс получения финансовых займов: система на основе искусственного интеллекта позволяет оценить кредитную историю и предсказать платежеспособность с высокой точностью, это в свою очередь позволяет снизить стоимость кредита, повышая привлекательность для пользователя. Эффективность оказывает влияние на новизну, так же как новизна оказывает влияние на эффективность, поскольку новые и более совершенные разработки предполагают повышение эффективности алгоритмов, а более эффективные модели не могут появиться без инноваций[[54]](#footnote-54). Данный показатель также влияет на параметр «Сходство с человеком» в тех случаях, когда ИИ применяется для автоматизации процессов, для которых обычно применяется агент-человек.

Новизна: влияние искусственного интеллекта на перечень продуктов, процессов, сервисов и бизнес-моделей, которые были бы невоспроизводимы без применения ИИ. Данный показатель влияет, помимо эффективности, на персонализацию, извлечение знаний из данных и сходство с человеком аналогичным образом, как описано выше в параметре «Эффективность».

Знания из данных: искусственный интеллект позволяет извлекать информацию из данных, а затем помогает людям преобразовывать ее в знания, которые затем также могут использоваться в комбинации с ИИ-системами для предиктивной аналитики. Данный параметр выступает драйвером для инноваций, повышения эффективности систем и персонализации искусственного интеллекта.

Персонализация: системы на базе искусственного интеллекта часто используются для уточнения и персонализации предложений по отношению к клиентам компании, в особенности это касается сфер маркетинга, аналитики и медицины. Персонализация в существенной степени создает ценность ИИ-продукта совместно с параметром «Сходство с человеком», также персонализация позволяет улучшить извлечение знаний из данных, так как повышает релевантность информации, по той же причине этот показатель взаимосвязан с эффективностью.

Сходство с человеком: большее сходство искусственного интеллекта с агентом-человеком позволяет, на внешнем уровне, улучшить восприятие продукта на основе ИИ и качество коммуникации, на внутреннем уровне – сделать ИИ-систему, более приспособленной к выполнению задач и «принятию решений» по человеческому подобию.

Экосистема: ИИ-продукты создают дополнительную ценность при использовании в партнерстве или кооперации с другими компаниями и сервисами (например, ИИ-сервис для генерации изображений Midjourney и платформа для онлайн-общения Discord), так как дают пользователям больше возможностей при меньшей необходимости приложить дополнительные усилия для использования разных сервисов – по этой же причине этот параметр взаимосвязан с каждым из оставшихся.

Изображение выглядит как диаграмма, линия, График, оригами

Автоматически созданное описание

1. Схема создания ценности ИИ-продуктом[[55]](#footnote-55)

## 1.3. Методы исследования и основные гипотезы

Основные методы проводимого исследования – сбор и анализ данных по трендам и барьерам, присущим деятельности стартапов, разрабатывающих искусственный интеллект, сравнение функционирования стартапов в исследуемой области с другими, анализ данной отрасли а также проверка выдвигаемых гипотез с использованием статистического анализа.

# Глава 2. Исследование характеристик отрасли и инвестиций в ней

## 2.1. Исследование ключевых макропоказателей отрасли ИИ

Отрасль искусственного интеллекта является одной из самых быстроразвивающихся как в технологическом секторе, так и в сравнении с другими сферами ведения бизнеса. Как небольшие организации вида стартапов и малого бизнеса, так и крупные корпорации вкладывают существенные усилия и финансовые средства в развитие данной технологии и создание собственных разработок и продуктов, основывающихся на системах искусственного интеллекта, поскольку их универсальность позволяет им применяться в широком множестве других отраслей и продуктов. Согласно исследованию Fortune Business Insights совокупный объем мирового рынка искусственного интеллекта в 2022 году составил приблизительно 428 миллиардов долларов, при этом на 2023 год прогнозируется рост совокупной капитализации до 513,31 миллиарда долларов, а к 2030 году объем рынка превысит 2 триллиона долларов, при этом показатель CAGR составит 21,6%[[56]](#footnote-56). Данные Grand View Research менее оптимистичны, однако оценка объема рынка для 2022 года составляет 136,55 миллиарда долларов, а ожидаемый среднегодовой совокупный рост в период с 2023 по 2030 составит примерно 37,3%[[57]](#footnote-57). Аналитическое агентство Mordor Intelligence прогнозирует CAGR равный 31,2% за тот же период[[58]](#footnote-58). Агентство Bloomberg прогнозирует рост сферы AI as a Service до $96 млрд к 2030 году[[59]](#footnote-59). Искусственный интеллект выступает трансформирующим фактором для многих knowledge-intensive отраслей, поэтому дальнейшее развитие технологий, выступающих его основой, в совокупности с экономическим ростом и обучением новых специалистов в области разработки ИИ и создания аппаратных ресурсов позволяет ожидать новых научно-технологических прорыв в данной области наряду с новыми продуктами на их базе, подробнее технологические тренды будут рассмотрены в главе 3 настоящей работы.

Поскольку технология искусственного интеллекта является междисциплинарной, сегментация рынка может быть произведена различными способами:

1. По типу продукта
   1. Hardware-решения, куда относятся компьютерные компоненты, например серверы или графические ускорители, а также программно-аппаратные решения на основе искусственного интеллекта, например автомобили компании Tesla, Inc. предоставляют возможность как традиционного способа управления, так и автономного вождения транспорта, при котором комплексная система датчиков собирает информацию об окружающей среде, а алгоритм на основе глубокого обучения в составе внутренней операционной системы автомобиля анализирует её и преобразует в управляющие транспортом сигналы без участия водителя-человека[[60]](#footnote-60);
   2. Программное обеспечение и сервисы, на который приходится большая часть текущих ИИ-решений. В большинстве случаев продукт в данном сегменте представляет собой программное решение, специфицированное для структуризации и анализа определенного спектра информации, например система распознавания изображений для поиска преступников или сервис по генерации изображений на основе текстовых входных данных от пользователя;
2. По отрасли конечного применения
   1. BFSI (Banking, financial services, and insurance);
   2. Ритейл и индустрия моды;
   3. Здравоохранение и изучение человека;
   4. Производство и промышленность;
   5. Транспорт;
   6. Аэрокосмическая отрасль;
   7. Оборонная промышленность;
   8. Строительство;
   9. Индустрия развлечений;
   10. СЭДБ;
   11. Добыча полезных ископаемых и геологоразведка;
   12. СУБД и наука о данных;
   13. Область клиентского взаимодействия и опыта (чат-системы);
   14. Другие отрасли;
3. По географии рынка
   1. Северная Америка – в данный момент является крупнейшим рынком для ИИ-продуктов;
   2. Европейский регион;
   3. Азиатско-Тихоокеанский регион – в данный момент имеет наибольший потенциал к темпу роста рынка;
   4. Латинская Америка;
   5. Средний Восток и Африка.

Несмотря на то, что потенциал применения искусственного интеллекта крайне обширен, а его развитие некоторые эксперты называют новой промышленной революцией, некоторые сферы бизнеса оказываются успешнее других в адаптации инновационной технологии (в пример приводятся наиболее успешные с точки зрения капитализации компании и стартапы):

1. Облачные вычисления на базе ИИ
   1. Google Cloud
   2. IBM Cloud
   3. Alibaba Cloud
   4. Amazon Web Services (AWS)
   5. DataRobot
   6. Baidu AI Cloud
   7. Microsoft Azure
   8. Salesforce
2. ИИ в здравоохранении
   1. Tempus
   2. Suki.ai
   3. Nanox
   4. Freenome
   5. Neurala
   6. iCarbonX
   7. Flatiron Health
   8. Deep 6
   9. Butterfly Network
   10. K Health
   11. Insitro
3. ИИ в транспортной сфере
   1. Anduril Industries
   2. AEye
   3. Pony.ai
   4. Nauto
   5. Nuro
   6. Zoox
   7. DJI
   8. Orbital Insight
4. Компании в сфере безопасности
   1. CrowdStrike
   2. BlackBerry (поглотила Cylance)
   3. DataVisor
   4. Sherpa.ai
   5. BigPanda
   6. Symphony AyasdiAI
   7. Dataminr
   8. Darktrace
5. E-Commerce ИИ-компании
   1. Algorithmia
   2. The Trade Desk
   3. Swim.ai
   4. Phrasee
   5. Pymetrics
   6. People.ai
   7. AlphaSense
   8. Icetris
   9. Bizzabo
   10. One Model
   11. CopyAI
   12. C3.ai
   13. Accubits
   14. SS&C Blue Prism
   15. DocuSign
   16. Tetra Tech
6. Финансовые ИИ-компании
   1. Signifyd
   2. Numberai
   3. Cleo
   4. Upstart
   5. Brighterion
7. Образовательные ИИ-компании
   1. ClarifAI
   2. HyperScience
   3. Rev.com
   4. Narrative Science
8. Инженерные ИИ-компании
   1. NVIDIA
   2. CognitiveScale
   3. SambaNova Systems
   4. Graphcore
   5. SenseTime
   6. Bright Machines
   7. DeepMind
   8. OpenAI
9. Энергетические ИИ-компании
   1. Siemens
   2. Blue River Technology
   3. SenSat
   4. Stem
   5. Xanadu
   6. VIA
   7. Zymergen
10. Робототехнические компании
    1. Qualcomm
    2. Boston Dynamics
    3. Bossa Nova Robotics
    4. CloudMinds
    5. Vicarious
    6. HiSilicon
    7. UIPath
    8. Smart Eye
11. ИИ-компании в сфере развлечений
    1. Discord
    2. Facebook
    3. Activision Blizzard
    4. Tencent
    5. SoundHound
    6. Spotify
    7. AIBrain[[61]](#footnote-61)

Данные рынки получают наиболее активное развитие со стороны технологии искусственного интеллекта, что подробнее будет рассмотрено в главе 3, однако в ближайшем будущем многие инженерные сферы (например, аэрокосмическая отрасль) смогут получить большее внимание со стороны инвесторов в силу новейших разработок в сфере ИИ для них.

Аналогичные рассуждения в контексте государств могут быть подтверждены всемирным индексом развития искусственного интеллекта (Global AI Index), отражающего степень поддержки, активности разработки и применения технологии странами мира (см. рис. 15). Можно отметить, что наибольшие перспективы в данный момент имеют ИИ-компании и стартапы, основанные в США, КНР, Великобритании, Канаде, Израиле, Сингапуре, Южной Корее.

С точки зрения методологии исследования лидером в категориях «Talent» (доступность квалифицированных специалистов в области ИИ), «Research» (количество публикаций и величина индекса цитирования релевантных работ в сфере ИИ), «Development» (уровень развития фундаментальных платформ и алгоритмов, на которые опираются инновационные ИИ-проекты), «Commercial» (уровень активности стартапов, инвестиций, бизнес-инициатив, основанных на ИИ) являются США, лидером в категории «Инфраструктура» (доступ, надежность и масштаб инфраструктуры, такой как электричество, интернет, облачные вычисления, необходимой для разработки ИИ-решений) – КНР, наилучшее общественное мнение и регулирование сферы инноваций в области ИИ наблюдается в Саудовской Аравии, наконец наиболее значительные инициативы по финансовой, регуляторной и исследовательской поддержке наблюдается со стороны правительства Канады.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана

Автоматически созданное описание

1. Глобальный индекс развития искусственного интеллекта  
   Источник: [Tortoise Media][[62]](#footnote-62)

## 2.2. Драйверы роста и особенности рынка ИИ

### 2.2.1. Влияние пандемии COVID-19 на развитие ИИ

Одним из драйверов роста рынка за последние годы выступила пандемия COVID-19, поскольку был спровоцирован резкий спрос на системы помощи в медицинской диагностике, предиктивной аналитике (для бизнеса) и персонифицированные приложения на базе ИИ, способные дать рекомендации по запросам человека и помочь ему с трудностями с социализацией (чат-боты). Согласно данным Regenstrief Institute и Indiana University во время пандемии крупные медицинские компании применяли системы распознавания изображений и системы обработки больших данных для повышения точности диагностики и принимаемых в отношении пациентов решений несмотря на то, что как ранние последователи они принимали на себя технологические риски. По данным Gartner на сентябрь 2020 66% опрошенных организаций приняли решение сохранить уровень инвестиций в ИИ или увеличить его, в результате 24% из них инвестировали в развитие технологии дополнительные средства.

### 2.2.2. Облачные вычисления и Multi-Cloud

Развитие облачных вычислений положительно сказывается на росте рынка ИИ-продуктов, поскольку вычисления, необходимые для тренировки моделей, зачастую занимают существенные аппаратные мощности и продолжительное время, поэтому многие компании и стартапы предпочитают использовать облачные вычисления для обучения ИИ. Новые возможности в этой сфере предоставляет концепция Multi-Cloud, заключающаяся в создании ИИ-приложений, архитектура которых позволяет одновременно производить обучение на разных платформах облачных вычислений, не изменяя код и формат данных. Это снижает затраты на разработку и содержание ИИ сервиса, а также повышает гибкость организации в принятии решений о переходе на другие облачные платформы. Важно отметить, что Multi-Cloud (при наличии соответствующих API) позволяет также взаимодействовать со сторонними сервисами и частными облачными хранилищами.

### 2.2.3. Развитие глубокого обучения

Прогресс в области Deep Learning позволяет компаниям создавать более комплексные приложения с новыми функциями и инновационные подходы к оптимизации существующих процессов, поскольку новые методы построения скрытых слоев и алгоритмов работы нейронных сетей делают ИИ-продукты, созданные с применением глубокого обучения, еще более эффективными. Наглядным примером выступает технология NVIDIA DLSS (Deep Learning Super-Sampling), позволяющая улучшать (за счет сглаживания) и масштабировать графическое изображение в компьютерных приложениях при помощи ИИ и тензорных ядер графических ускорителей[[63]](#footnote-63).

### 2.2.4. Увеличение спроса на коммуникативный искусственный интеллект

За последние годы заинтересованность мирового сообщества в коммуникативном искусственном интеллекте (Conversational AI) существенно выросла в связи с совершенствованием технологий машинного обучения и обработки естественных языков. С точки зрения бизнеса коммуникативный ИИ позволяет упростить процесс общения с клиентом с минимальными потерями в персонификации, увеличить шанс на получение новых заказов (чат-бот может отвечать человеку на его языке в любое время суток), повысить привлекательность бренда за счет применения новых технологий. С перспективы клиента коммуникативный ИИ интересен точностью ответов, сходством с агентом-человеком и возможностью расширить обычные поисковые запросы до небольших исследований на заинтересовавшую пользователя тему[[64]](#footnote-64).

### 2.2.5. Новые возможности в сфере аппаратных средств и сетевого соединения

С точки зрения технологического стека, необходимого для успешной реализации продукта на основе искусственного интеллекта, можно выделить следующие уровни: формулировка решения или use case, определение типов данных для модели в ходе обучения, определение методов оптимизации весов переменных, архитектуры фичей, алгоритма изменения весов, фреймворков (4 платформенны уровня), создание системы интерфейсов, применение главного вычислительного узла (координирует вычисления) и ускорителей (производят массивные параллельные вычисления).

Два последних уровня представляют особый интерес на сегодняшний день, поскольку с каждым годом совершенствуются программные и аппаратные технологии, стоящие за ускорителями, производящими вычисления для комплексных моделей машинного обучения и нейронных сетей, устройства оперативной и долговременной памяти, инфраструктура сетевых соединений. К потенциальным возможностям, открывающимися на рынке AI Hardware относятся следующие пункты (для дополнительных сведений см. рисунок 16):

* Создание специфических для модели заказчика интегральных вычислительных схем;
* Появлением NVM-памяти и развитие SRAM-памяти;
* Использование ИИ для распределения нагрузки на ускорители;
* Оптимизация хранилищ данных с помощью искусственного интеллекта и применения NVM-памяти;
* Развитие программируемых коммутаторов для оптимизации передачи данных и ускорение интернет-соединения.

Последний из перечисленных пунктов уместно дополнить информацией об увеличении масштабов подключенных к сети устройств, что создает возможности для генерации еще большего объема данных для компаний и взаимодействию с большим количеством ИИ-приложений для пользователей. В 2022 году к сети Интернет было подключено более 13 миллиардов устройств, передающих данные, и более 5 миллиардов человек взаимодействовало с сетью (см. рис. 18 и 19). Прогнозируется дальнейший рост с CAGR от 13% до 22% благодаря увеличению покрытия широкополосного интернета и развитию стандарта беспроводной связи 5G (см. рис. 18). Перечисленные факторы также выгодны создателям ИИ-продуктов, поскольку упростят процесс передачи больших объемов данных в облачные сервисы для произведения вычислений, равно как и сократят время на обработку пользовательских запросов. Дополнительно стоит отметить, что по прогнозу Bernstein, McKinsey, Cisco Systems, Gartner, IC Insights, HIS Market и Machina Research рынок компьютерных комплектующих и полупроводников, интегрирующих в себя технологии искусственного интеллекта к 2025 году вырастет в пять раз в сравнении с 2017, а рыночная оценка данной сферы достигнет $65 млрд (см. рис. 17).

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

1. Новые возможности для аппаратных вычислительных средств в комбинации со сферой ИИ  
   Источник: [McKinsey]

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, Параллельный

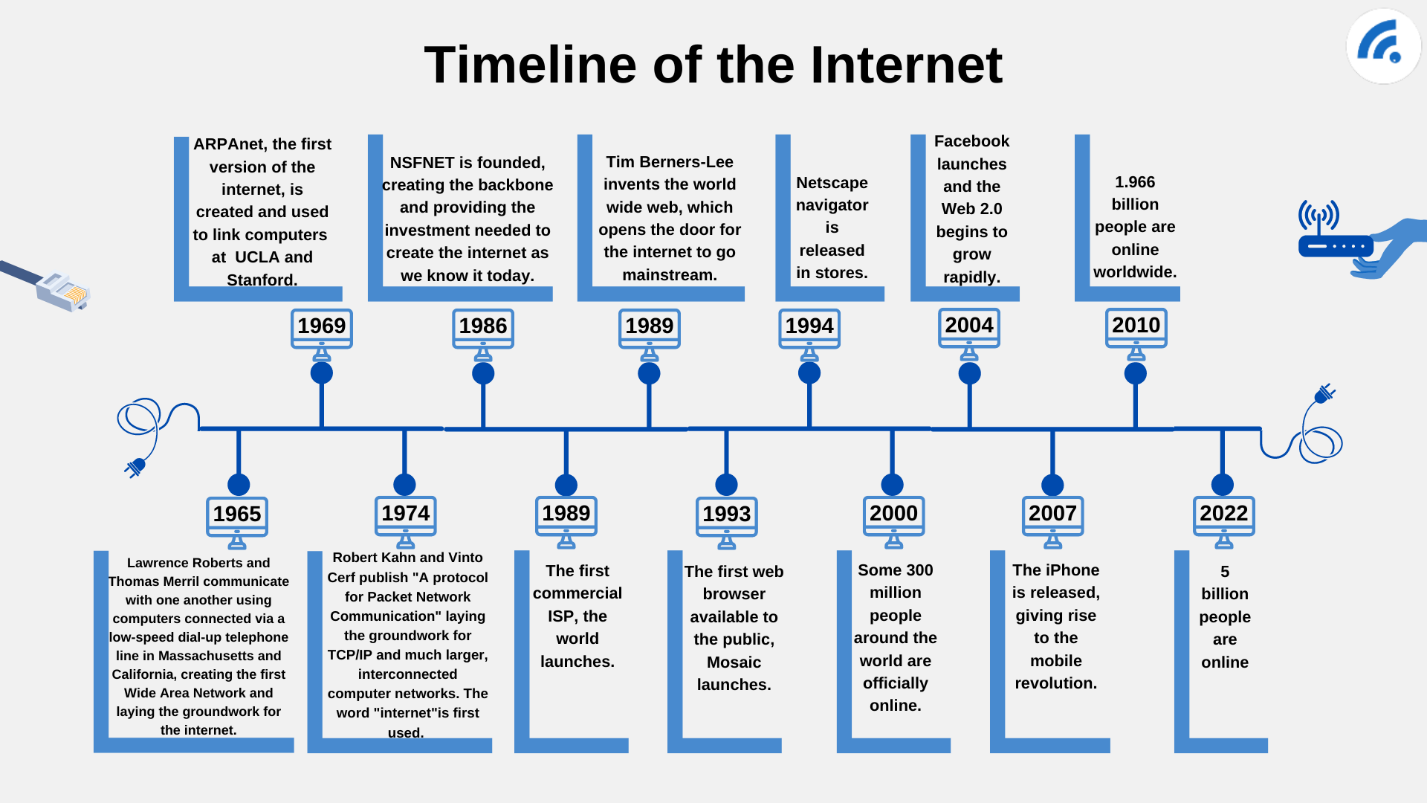
Автоматически созданное описание

1. Оценка рынка ИИ-полупроводников и комплектующих  
   Источник: [McKinsey et al.][[65]](#footnote-65)

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, Параллельный

Автоматически созданное описание

1. Количество устройств, передающих данные, подключенных к сети Интернет, Statista[[66]](#footnote-66)



1. Линия времени развития сети Интернет, BroadBand Search[[67]](#footnote-67)

## 2.3. Ключевые игроки отрасли

### 2.3.1. Крупные отраслевые игроки

1. Apple Inc.
2. Microsoft Corporation
3. Alphabet Inc. (Google)
4. Amazon.com Inc. (AWS)
5. NVIDIA Corporation
6. Meta Platforms, Inc.
7. Oracle Corporation
8. Cisco Systems, Inc.
9. IBM Corporation
10. AMD, Inc.
11. Intel Corporation
12. GE Company
13. Micron Technology, Inc.
14. Baidu, Inc.
15. Rockwell Automation, Inc.
16. SAP SE
17. OpenAI.

Многие из данных компаний производили сделки по слиянию и поглощению с другими компаниями, имеющими меньшую долю рынка, или стартапами в области искусственного интеллекта, что позволяло им упростить процесс разработки и сократить затраты. Рассмотрение дата-сета с приобретениями стартапов за последние 20 лет выявило ряд крупных сделок по приобретению ИИ-стартапов корпорациями, для которых ключевыми являются сферы инженерии и интернет-технологий (см. рис. 19)[[68]](#footnote-68). Согласно данным агентства Verdict суммарный объем сделок по слиянию и поглощению за год превысил $1.7 млрд в октябре 2022, наиболее крупной сделкой было поглощение ИИ-компанией TELUS International стартапа WillowTree[[69]](#footnote-69).

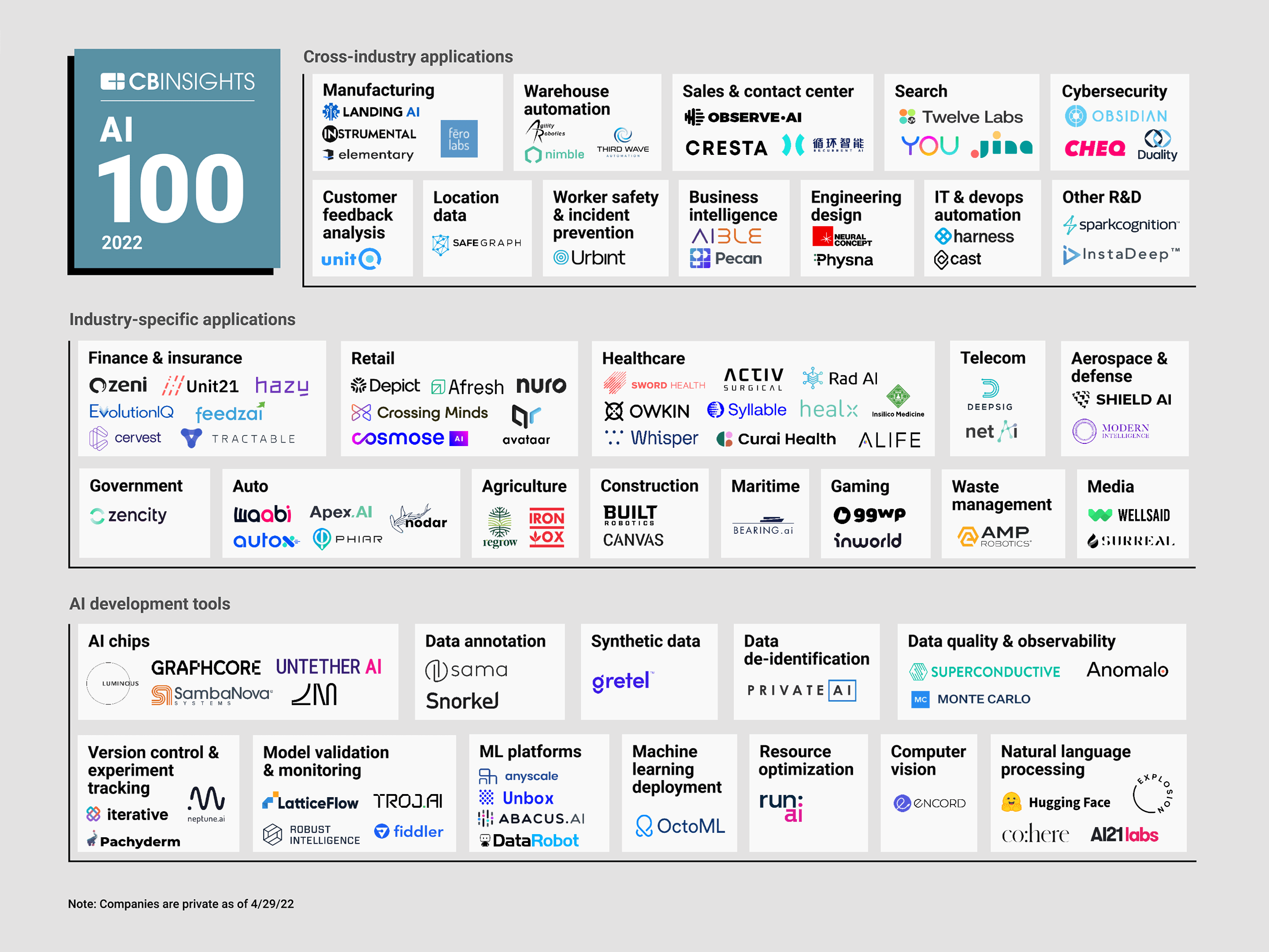
Изображение выглядит как снимок экрана, текст

Автоматически созданное описание

1. M&A стартапов-разработчиков ИИ

### 2.3.2. Влиятельные стартапы

Согласно данным аналитического агентства CB Insights ниже приводится список наиболее важных для соответствующих им сегментов рынка стартапов в области разработки искусственного интеллекта. Примечательно, что 39% из этих компаний получили seed-инвестиции или достигли раунда А. Наиболее многочисленной оказалась категория здравоохранения, на втором месте по количеству инновационных разработок – сектор финансовых и банковских технологий, что вновь подчеркивает тренд индустрии на развитие ИИ в области медицины и fintech (Financial Technology). Некоторые из приведенных стартапов применяют нейронные сети в несвойственных для этого сферах, например команда Whisper разрабатывает устройства для улучшения слуха на основе ИИ (обработка и изменение считываемых звуковых сигналов).



1. 100 наиболее перспективных ИИ-стартапов за 2022 год  
   Источник: [CB Insights][[70]](#footnote-70)

## 2.4. PESTEL-анализ

### 2.4.1. Политические факторы

В данный момент правительства стран мира в разной степени заинтересованы в регулировании сферы разработки искусственного интеллекта. В создании соответствующих законов и социальных политик более всего заинтересованы государства, находящиеся на вершине глобального индекса искусственного интеллекта, по совместительству их экономики активнее стремятся включить данную технологию в ключевые отрасли.

С точки зрения трендов, способствующих развитию с политической точки зрения выступают инициативы по финансовой и материальной поддержке стартапов, компаний и лабораторий, занимающихся разработкой искусственного интеллекта, формате грантов и программ государственной поддержки (например, направление на обучение или конференции). Многие из государств-сторонников самостоятельно формируют заказы на специфические программные пакеты на базе искусственного интеллекта, в основном связанные с системами электронного документооборота, государственной промышленностью, системами образования. В особенности меры поддержки могут касаться некоммерческих исследовательских организаций, таких как OpenAI[[71]](#footnote-71).

Тем не менее, многие страны также опасаются возможных нарушений прав и свобод человека, а также потенциального ущерба собственным интересам и статусу со стороны технологии ИИ. К ним относятся шпионаж в области персональных данных, нарушения прав на частную жизнь, потенциальные изменения в результатах внутренних государственных и избирательных систем. В первую очередь такие государства стремятся создать регулирующие меры, предписывающие применение определенных протоколов безопасности при передаче данных во внешнюю среду для государственных организаций и частных компаний. В случае нарушения мер стартап или компания могут столкнуться с блокировкой продукта или отменой патентных прав.

Дополнительным политическим фактором, способным повлиять на стартап, разрабатывающий ИИ, является интернациональность многих команд разработки. Кроме того, взаимодействие с исследователями в других странах, находящихся в политико-экономической конфронтации, может выступать серьезной проблемой для передачи данных и повышения качества и скорости исследования.

### 2.4.2. Экономические факторы

Разработчики искусственного интеллекта имеют серьезную зависимость от мировой экономики, поскольку, с одной стороны, являются предметом интереса со стороны различных отраслей и крупных мировых корпораций, с другой стороны программные и аппаратные средства, необходимые для создания и поддержания сервисов, основанных на нейронных сетях, зачастую поставляются внешними провайдерами. В связи с этим глобальные экономические события, такие как общий экономический спад или рост, торговые войны и отраслевые кризисы способны оказать существенное воздействие на компании, создающие ИИ-продукты. Примером подобного воздействия может стать кризис поставок в полупроводниковой индустрии в начале 2021-2022 годов: подъем курса популярных криптовалютных инструментов вызвал повышение спроса на графические адаптеры, способные производить необходимые для расчетов хеш-кодов вычисления с высокой скоростью и постоянством, из-за чего пострадали другие отрасли и их части, включая сферу разработки требовательного к аппаратным мощностям программного обеспечения, куда относятся программы, основанные на машинном обучении и нейронных сетях.

С точки зрения инвестирования большинство стартапов в области искусственного интеллекта находятся в секторе частных инвестиций и заинтересованы в программах финансирования со стороны крупных компаний, акселераторов, частных инвестиционных фондов и «бизнес-ангелов» в наибольшей степени.

На разработку искусственного интеллекта и создание продуктов на его основе также непосредственно влияют ключевые макроэкономические показатели, такие как уровень ВВП и ППС на душу населения в регионах производства и поставки данных продуктов, изменения ключевой процентной ставки, локальные и мировые фискальные и монетарные политики, индекс неравенства, переход от экономики товаров к экономике услуг, уровень занятости населения, при этом продукты на базе ИИ в свою очередь способны серьезно повлиять на каждый из этих показателей, и в особенности на процент трудоустроенного населения в определенных секторах экономики, поскольку для некоторых сфер деятельности вероятность замены сотрудника-человека существенно возрастает с развитием нейронных сетей:

* Банковский сектор и финансы: согласно информации Cambridge Centre for Alternative Finance и Всемирного экономического форума, 56% опрошенных банков уже внедрили технологии на базе нейронных сетей во внутренние процессы, 52% сообщают о том, что такие технологии применялись для дополнительной генерации ценности или потоков выручки[[72]](#footnote-72). WEF также прогнозирует создание новых рабочих мест и сокращение старых с повышением эффективности процессов в секторе, при этом к 2027 году 23% сотрудников, связанных с финансами в КНР могут быть сокращены из-за развития и внедрения искусственного интеллекта[[73]](#footnote-73);
* Медиа и маркетинг: многие аспекты копирайтинга, написания новостей и предиктивной аналитики смогут выполняться в ближайшем будущем и уже выполняются сейчас с помощью сервисов подобных приложению Quill, различные издательства, такие как CNBC, Business Insider, CNET, BuzzFeed уже применяют сервис ChatGPT, разработанный OpenAI, для написания и персонализации части выпускаемых статей, Wall Street Journal прогнозирует волну сокращений, последующих после адаптации технологии[[74]](#footnote-74). В сфере маркетинга 84% опрошенных в ходе исследования Salesforce маркетологов сообщили о применении сервисов на базе искусственного интеллекта в 2021 по сравнению с 29% в 2019 году, команды маркетинговой аналитики также планируют применять больше ИИ-сервисов в 2024 году[[75]](#footnote-75);
* Юридические услуги: во-первых, искусственный интеллект может быть использован и уже применяется для создания контрактов и пояснительных документов, в которых ИИ пытается объяснить взаимосвязи между решениями судей и локальными законами, в качестве помощника для адвоката-человека, во-вторых, в будущем люди, не получившие юридическую помощь в достаточном объеме, смогли бы обратиться к ИИ-помощнику, способному проконсультировать их по гражданскому и трудовому праву.

При этом к наименее затронутым сферам деятельности относят сборку и производство, аграрный сектор, здравоохранение[[76]](#footnote-76).

### 2.4.3. Факторы социального влияния

Искусственный интеллект и его неуклонная персонализация неоднозначно воспринимается мировым сообществом, что потенциально может привести к осложнениям в процессе разработки, что играет особое значение для стартапов в силу ограниченности их финансовых средств на начальных этапах создания продукта.

1. С точки зрения фундаментального социального вопроса об отношении к искусственному интеллекту можно сказать, что в обществе превалируют три точки зрения: сторонники первой выступают за дальнейшее развитие и совершенствование ИИ, второй – против, третьей – затрудняются ответить, поскольку не изучили вопрос о потенциальной помощи или вреде со стороны ИИ в достаточном масштабе. На сегодняшний день даже мировые лидеры мнений, включая CEO крупных компаний, участвующих в разработке сервисов и товаров на базе нейронных сетей, не пришли к единому мнению относительно будущего технологии;
2. С точки зрения демографических изменений стартапам, создающим ИИ-продукты стоит учитывать среднесрочные и долгосрочные изменения в характеристиках, связанных с их начальными сегментами рынка: например, увеличение продолжительности жизни может сместить фокус стартапов в пользу разработки ИИ-решений для сферы здравоохранения или сервисов для пожилых людей;
3. С точки зрения использования социально-ответственных продуктов на базе искусственного интеллекта наблюдаются осложнения, поскольку в таких сферах как автономный транспорт и искусство создаются прецеденты, включающие в себя паттерны «поведения» алгоритмов, которые кажутся некоторым людям неприемлемыми. В частности, возникали противоречия касательно ответственности при дорожно-транспортных происшествиях с участием автомобилей компании Tesla, Inc, а нейронные сети в основе ботов DALL-E и Midjourney по мнению некоторых художников нарушают их права на свободное творчество и на собственность, поскольку они создают изображения на базе работ, найденных в сети Интернет. Ущерб в последнем случае может быть скомпенсирован произведениями, включающими в себя часть «творчества» генеративного искусственного интеллекта.

Несмотря на общую заинтересованность в технологии, предстоит разрешить социально-этические трудности, связанные с отсутствием у ИИ возможности самостоятельно принимать решения в том виде, в котором это смог бы сделать агент-человек.

### 2.4.4. Технологические факторы

С перспективы технологического влияния на сферу разработки искусственного интеллекта можно сказать, что благоприятные факторы преобладают над создающими препятствия. Программные и аппаратные средства, необходимые для создания и обучения моделей на базе нейронных сетей неуклонно совершенствуются: среды разработки, языки программирования, их библиотеки и фреймворки на их основе получают регулярные обновления, равно как и графические ускорители, ОЗУ и центральные процессоры, переходящие к новым типам памяти, позволяющей повысить тактовую частоту, и увеличению кэш-памяти в случае ЦПУ. Помимо этого, в академической среде разрабатываются новые математические модели и алгоритмы для обучения комплексных нейронных сетей. Важную роль в развитии искусственного интеллекта играют платформы и библиотеки с открытым исходным кодом (open-source), такие как TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn, OpenCV, поскольку они одновременно позволяют популяризовать сферу разработки искусственного интеллекта, делая ее более доступной, и не препятствуют исследователям и предпринимателям в случае размещения в сети продуктов на их основе, в том числе коммерческих, с точки зрения лицензирования (чаще всего применяется открытая лицензия BSD). Кроме того, увеличение количества неразмеченных и размеченных данных в сети Интернет (big data), которые могут генерироваться рядовыми пользователями с помощью большого количества бытовых устройств, имеющих интернет-соединение, также существенно способствует развитию машинного и глубокого обучения. На развитии ИИ как технологии также положительно сказывается совершенствование интернет-технологий, например, переход на соединение 5G, поскольку это способствует как ускорению передачи данных и проведения облачных вычислений, так и увеличению количества продуцируемых пользователями данных. Наконец, увеличение числа устройств с функционалом IoT (интернет вещей) также увеличивает количество неструктурированных данных, доступных для обработки.

Впрочем, существуют также технологические факторы, негативно влияющие на развитие ИИ. К ним относятся:

1. Приближение к порогу вычислительных мощностей для стандартных процессоров;
2. Высокие требования к аппаратным мощностям компьютера или сервера при тренировке моделей на базе глубокого обучения и машинного обучения, поэтому для успешной разработки требуется стабильность и равномерность распределения цен на комплектующие, такие как CPU, GPU, RAM;
3. Удорожание разработки в сфере IT, и в особенности в области искусственного интеллекта, поскольку, во-первых, количество человек, задействованных в IT-проекте, увеличивается из-за их возрастающей сложности (см. рисунок 15), во-вторых, на рынке труда недостаточно квалифицированных специалистов в области ИИ с достаточным опытом[[77]](#footnote-77).

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, графический дизайн

Автоматически созданное описание

1. Фазы разработки с ролями сотрудников

### 2.4.5. Экологические факторы

Основное влияние со стороны экологии на область искусственного интеллекта на данный момент заключается в публикации исследований, посвященных изучению количества выбросов углекислого газа в ходе тренировки моделей машинного обучения. Работа графических ускорителей требовательна в плане энергопотребления, издательство MIT Technological Review опубликовало результаты собственного исследования, согласно которым применение глубокого обучения с использованием графических ускорителей существенно влияет на выбросы CO2 в зоне размещения дата-центров[[78]](#footnote-78). Впрочем, данные в таблице, указанной ниже, более актуальны для крупных моделей искусственного интеллекта, принадлежащих корпорациям, в то время как стартапы будут более ресурсоемкими в контексте тепловыделения, кроме того, они могут воспользоваться собственными мощностями, потеряв в скорости обучения.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

1. Взаимосвязь средств, затрачиваемых на обучение ИИ-модели и уровня эмиссии CO2, MIT Technological Review

### 2.4.6. Юридические факторы

На сегодняшний день юридическая база разных стран в отношении искусственного интеллекта проработана достаточно слабо, поэтому судебные иски, возникающие в связи с этим, трудно разрешить в привычном формате. Наиболее популярной проблемой в правовом поле в контексте ИИ являются разбирательства, касающиеся обладания правами на материалы, за счет которых была обучена нейросеть. Исследователи и предприниматели стараются использовать открытые данные из сети Интернет из-за быстрого доступа к большим массивам специфической информации, однако некоторые создатели справедливо или ошибочно обращаются в суд в случае, если в процессе дата-майнинга выяснится, что их работу использовали без разрешения (преимущественно это касается цифровых изображений).

В будущем юридические вопросы могут быть вызваны решениями, принятыми агентом-человеком при помощи ИИ, или ситуациями, когда от действий искусственного интеллекта пострадали люди: например, будильник с ИИ мог разбудить человека в более здоровое для пробуждения время, но при это спровоцировать развитие аппендицита – предстоит разъяснение законов относительно ответственности в спорных случаях[[79]](#footnote-79).

## 2.5. Анализ пяти сил конкуренции Портера

### 2.5.1. Сила поставщиков

С точки зрения разработчиков искусственного интеллекта выбор поставщиков программных и аппаратных средств достаточно широк: ключевыми крупными производителями электроники для компаний-разработчиков ИИ являются компании IBM (IBM Telum Processor)[[80]](#footnote-80), NVIDIA (DGX A100), Intel (NCS2), Google Alphabet (Tensor Processing Unit), AMD (Alveo U50), Apple (A Bionic Series), ARM (ARM NN Chips), Baidu, TSMC[[81]](#footnote-81), среди стартапов это компании SambaNova Systems, Cerebras Systems, Graphcore, Groq, Mythic[[82]](#footnote-82). Большинство из этих компаний разрабатывают специфические для обучения нейросетей программно-аппаратные комплексы или делают таковые под заказ в зависимости от фреймворка (например, стартап SambaNova Systems). Разнообразие предоставляемых оптимизированных микрочипов и существенная конкуренция между поставщиками (в списке не перечислены компании, присоединившиеся к разработкам ИИ-специфичных вычислительных устройств в 2021 году или позднее) делают переговорную силу поставщиков сравнительно низкой.

Большей силой обладают компании, работающие по модели Data as a Service, предоставляющие доступ к размеченным данным с заданной спецификой на коммерческой основе для стартапов, создающих искусственный интеллект, поскольку крупные корпорации конкурируют за сходные источники сырых данных, что позволяет стартапам пользоваться услугами специфических или небольших DaaS-провайдеров, не опасаясь конкуренции со стороны крупных корпораций.

### 2.5.2. Сила потребителей

Переговорная сила потребителей применительно к отрасли искусственного интеллекта крайне низкая, поскольку спрос присутствует во многих индустриях, как было продемонстрировано в данной главе, а количество производителей точных и стабильных моделей сильно ограничено.

### 2.5.3. Внутриотраслевая конкуренция

В отрасли наблюдается серьезная внутриотраслевая конкуренция между ИИ-подразделениями крупных корпораций, например широкую огласку в недавнем прошлом получила борьба персонифицированных поисковых чат-ботов с агрегационными функциями от компаний Microsoft (GPT-4, интегрированная в поисковую систему Bing) и Google (Bard, интегрированная в поисковую систему Google Search)[[83]](#footnote-83). Меньшая конкуренция наблюдается среди стартапов в силу их нестабильности и отсутствия публичных статистических данных, однако в рамках отдельных рыночных сегментов (например, создание аппаратных модулей для обучения нейронных сетей с ИИ-оптимизацией) могут происходить локальные пики конкуренции – это зависит от перспективности сегмента или рынка, что будет рассмотрено в главе 3 настоящей работы. Возможно возникновение гонки за новыми данными и их дальнейшее превращение в проприетарные.

### 2.5.4. Угроза новых игроков

С точки зрения стартапа-разработчика ИИ конкуренция может варьироваться от средней до серьезной: с одной стороны, многие средства разработки и облачных вычислений сравнительно демократичны с точки зрения издержек, а фреймворки и библиотеки предоставляют доступ и возможность создания продукта на правах open source, с другой стороны, конкуренция с существующими сервисами крупных корпораций, найм сотрудников с высокой квалификацией и быстрое обучение модели являются весомыми статьями расходов для стартапа, которые не смогут быть скомпенсированы на ранних этапах создания продукта.

В связи с последними факторами многие стартапы стремятся найти новые сегменты рынка, в которых сервисы крупных компаний представлены недостаточно, либо стремятся создать интересующий корпорации продукт с целью проведения сделки по слиянию и поглощению, в результате чего стартап переходит в портфель компании.

### 2.5.5. Угроза заменителей

Переход на альтернативные системы искусственного интеллекта является чрезвычайно затратным, в особенности для крупного бизнеса, интегрировавшего ИИ в бизнес-процессы и не способного быстро и дешево адаптироваться. Чаще всего использование ИИ-сервиса связано с платформенным решением, из-за чего нарушение установившейся экосистемы представляется еще более трудной и финансово затратной задачей. Лояльные компании клиенты могут перейти на альтернативные сервисы из-за неопределенности или потенциального повышения стоимости. Кроме того, потребуются дополнительные издержки на персонализацию нового инструментария под компанию и переобучение сотрудников, возможны непредвиденные риски со стороны других продуктов компании или области информационной безопасности. Адаптация стартапов представляется более легкой задачей в силу немногочисленности коллектива, большей прозрачности бизнес-процессов, гибкого устройства организации и применяемых инструментов.

## 2.6. Процесс инвестирования в технологические стартапы

Для дальнейшего анализа трендов в области создания ИИ с точки зрения инвесторов и формирования потенциальных рекомендаций, необходимо рассмотреть процесс инвестирования в технологический стартап и возможные критерии, используемые при отборе. Зачастую стартапы, как рассмотрено в главе 1 настоящей работы, стремятся обратиться к акселераторам и бизнес-ангелам на ранних этапах развития, чтобы доработать продукт и расширить рыночную долю с целью получения финансирования от более крупных инвесторов и инвестиционных фондов.

### 2.6.1. Способы проведения венчурного финансирования

1. Инвестиция с помощью краудфандинговой платформы (к наиболее популярным платформам для инвестиции в стартапы относятся следующие: Wefunder, SeedInvest, StartEngine, Republic);
2. Приобрести акции стартапа при проведении IPO (показатель ROI будет меньше по сравнению с инвестированием на ранних стадиях);
3. Инвестировать в стартап знакомых за счет нетворкинга;
4. Стать «бизнес-ангелом» (физическое лицо, инвестирующее крупные суммы денег в венчурные предприятия и способное подтвердить достаточный доход) или присоединить к венчурному фонду[[84]](#footnote-84).

### 2.6.2. Этапы проведения инвестиционной сделки

В обобщенном виде этапы вложения средств в стартап со стороны инвестора могут быть описаны следующим образом:

1. Организация сделки: поиск заинтересованных стартапов, использование нетворкинг-мероприятий, определение сторон сделки и посредников, условий партнерства с венчурным фондом, если он задействован;
2. Скрининг: сужение круга поисков кандидатов для финансирования за счет перехода к определенной отрасли, рынку, продукту или технологии;
3. Оценивание или дью-дилидженс: этап включает в себя активности, связанные с оцениванием инвестиционного предложения и формулированием его условий, обычно состоит из двух шагов: предварительное оценивание, обычно включающее в себя презентацию о небольшом количестве основных характеристик стартапа, связанных с маркетингом, финансами и продуктом; детализированное оценивание, в ходе которого оценивается подготовленность стартапа к долгосрочным операционным активностям, целостность стратегии и видения, потенциал к масштабированию и коммерциализации, управленческие навыки. На данном этапе команды стартапов подготавливают питчи, развернутые бизнес-планы, в частности планы по дальнейшему росту, получению новых клиентов, финансовые и инвестиционные планы, рассчитывают юнит-экономику, консультируются с экспертами относительно сложностей реализации фичей продукта для создания дорожных карт;
4. Структуризация и оформление условий сделки: составление условий инвестирования, формы и суммы вложения, на данном этапе также определяются права инвестора в контексте управления стартапом, кроме того, заранее создаются условия IPO, M&A, выкупа долей, привлечения стороннего управления;
5. Пост-инвестиционные действия и выход из сделки: обычно венчурные инвесторы стремятся закрыть сделку за 5-10 лет, для инновационных отраслей этот показатель может составлять 3-5 лет, для этого существует четыре конвенциональных способа:
   1. IPO стартапа;
   2. Приобретение стартапа другой компанией;
   3. Повторное приобретение доли венчурного инвестора инвестиционным фондом;
   4. Приобретение доли венчурного инвестора третьей стороной[[85]](#footnote-85).

На основе предоставляемых стартапом данных о бизнес-модели, команде и ее компетенциях, целевом начальном рынке или его сегменте, конкурентах, траектории развития продукта и привлечения новых сотрудников, имеющихся связях и способах выхода из сделки, приемлемых и для инвесторов, и для основателей, можно определить «зрелость» технологического стартапа и связанные с инвестированием на данном этапе риски (см. рис. 24).

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, меню, Шрифт

Автоматически созданное описание

1. Таблица уровней проектной зрелости стартапа  
   Источник: [Board of Innovation][[86]](#footnote-86)

Также важно отметить, что венчурные инвесторы могут использовать несколько специфических для стартапов методов риск-менеджмента помимо традиционных:

1. Vesting: соглашение с инвестором о том, что команда основателей стартапа останется в качестве его сотрудников на протяжении определенного срока для получения в нем определенной доли;
2. Преимущество при ликвидации: договор о том, что в случае завершения сделки или ликвидации стартапа инвестор получает мультиплицированные начальные инвестиции прежде, чем другие стороны;
3. Анти-размытие: договор, позволяющий сохранить ценность долей стартапа, заключающийся в необходимости финансовых проверок о соответствии между инвестиционными раундами: в частности, оценка капитализации стартапа перед новым раундом не должна быть ниже оценки после получения предыдущего;
4. Lock-up: устанавливает временные лимиты для основателей стартапа на продажу долей, в некоторых случаях определяется предел доли, доступной к продаже.

### 2.6.3. Критерии инвестирования в ИИ-стартап

Для рассмотрения качественных и количественных параметров, влияющих на решение финансировать технологический стартап, инвесторы могут использовать следующие вопросы и метрики:

1. За счет чего создается ценность для стейкхолдеров и клиентов (проверка на знание отрасли, понимание потенциала роста, применяемые бизнес-практики, инновационность);
2. В каком секторе стартап планирует вести операционную деятельность (рассматриваются тренды индустрии, потенциал роста стартапа, совокупность доступного и достижимого сегментов рынка, потенциал к disruptive innovations);
3. Какие проблемы пользователей решает стартап (пользовательская боль);
4. Насколько проблема распространена среди потенциальных пользователей (информация, полученная с помощью CustDev);
5. В чем заключается незакрытый запрос рынка и как продукт компании способствует устранению пробела;
6. Репрезентация потенциального клиента (портрет для сегментов целевой аудитории);
7. Масштаб потенциально занятого рынка (показатели TAM, SAM, SOM);
8. Каковы драйверы рынка;
9. Рыночные тренды;
10. Каков подтвержденный уровень специфических компетенций основателей и участников;
11. Есть ли у них релевантный опыт проведения проектов от стадии start-up до стадии scale-up;
12. Какова дорожная карта добавления в команду специалистов (влияет на финансовый план);
13. Кто входит в состав управления или топ-менеджмента стартапа;
14. Как будет развиваться совет директоров стартапа;
15. Какова бизнес-модель стартапа (представление канвы бизнес-модели, КФУ, проверка на масштабирование);
16. Кто являются главными прямыми и непрямыми конкурентами;
17. Каково УТП продукта стартапа;
18. Есть ли у стартапа патенты или другая интеллектуальная собственность, подлежащая юридической защите (оценка стоимости регистрации, оценка издержек в случае судебных разбирательств);
19. Какова оценочная стоимость стартапа (оценка капитализации и ROI);
    1. Метод оценки венчурного капитала: подсчитывается стоимость после финансирования, затем – до финансирования с помощью информации об M&A;
    2. Метод First Chicago: вероятностная оценка компании на совокупности кейсов с присвоением им весов;
    3. Метод оценки Scorecard: метод статистической оценки качественных и количественных методов с присвоением весов;
    4. Berkus Approach (также известен как Stage Development Method): оценивается ряд КФУ, включающий в себя базовую стоимость, технологии, операционную эффективность, стратегические взаимоотношения, процесс производства, процесс продаж;
20. Как будут израсходованы инвестированные средства (оценивается взаимосвязь с созданием ценности);
21. Потребуются ли будущие раунды финансирования;
22. Какова стратегия выхода для инвесторов (продажа другой компании, приобретение долей на вторичном рынке, IPO или выкуп долей инвесторов)[[87]](#footnote-87).

Изучив особенности рынка ИИ-продуктов и стартапов разработчиков искусственного интеллекта, а также перспективу венчурных инвесторов, перейдем к рассмотрению трендов и барьеров в области создания ИИ стартапами, проверке и анализу статистических гипотез.

# Глава 3. Анализ трендов и барьеров для стартапов-разработчиков ИИ

## 3.1. Бизнес-модели стартапов

### 3.1.1. Сферы разработки продуктов для ИИ-стартапов

Согласно исследованию, опубликованному в Business & Information Systems Engineering в 2021 году, на основе анализа 27900 кейсов различных ИИ-стартапов были выявлены следующие закономерности в архетипах их бизнес-моделей (использовались данные Crunchbase и OECD):

1. Стартап-провайдер товара или услуги, включающей в себя элементы искусственного интеллекта: преимущественно создают стандартизированные продукты, предлагаемое решение обладает высокой эффективностью при выполнении одного специфического типа задач или одной задачи. Основной клиентский сегмент: B2B, реже B2C.;
2. Стартап-провайдер инструментов для разработки или тренировки ИИ: разрабатывают программируемые интерфейсы приложений (API), SDK (Software Development Kit), low-code/no-code платформы, позволяющие клиентам из бизнес-сектора (B2B) создавать собственные наработки в области ИИ. Ключевой технологией часто выступает NLP. Большинство решений кастомизируемы, часто используется подписочная модель монетизации;
3. Стартап в области анализа данных: предлагают клиентам провести анализ данных под нужды заданного бизнеса или частного лица, используют внутренние и внешние источники сбора данных, предоставляют заключения, также могут работать с разметкой данных. Ключевая технология: машинное обучение. Модели монетизации: оплата транзакции или подписка. Часто производится первоначальная настройка под нужды клиента (B2B);
4. Стартап-провайдер исследований в области ИИ: создают инновационные нишевые решения в передовых сферах применения искусственного интеллекта, стремятся создавать высокоэффективные алгоритмы и концентрируют усилия на повышении их результативности. Предлагают услуги в секторе B2B, не имеют устойчивой модели монетизации, поэтому во многом опираются на внешнее финансирование в форме инвестиций и грантов[[88]](#footnote-88).

### 3.1.2. Распространенные масштабируемые модели предоставления услуг ИИ-стартапами

1. Software as a Service: подписка или плата за доступ к ИИ-платформе;
2. Data as a Service: подписка или транзакционная продажа данных, размеченных и структурированных для машинного обучения или глубокого обучения;
3. AI as a Service: подписка или помощностная оплата за доступ к использованию натренированных моделей машинного или глубокого обучения;
4. Custom AI Development: продажа готовых программных или программно-аппаратных пакетов с подготовленными под нужды клиента моделями;
5. ИИ-консалтинг: оказание консультационных услуг по интегрированию и разработке ИИ для бизнеса[[89]](#footnote-89).

## 3.2. Анализ отраслевых тенденций для ИИ-стартапов

Совместное исследование AII и Стенфордского университета показало следующие особенности в отрасли:

* Практическое применение ИИ в отрасли опережает академические исследования: в 2014 году большинство моделей машинного обучения были созданы НИИ, в то время как в 2022 году из 35 существенных для влияния на отрасль моделей 32 были созданы компаниями и стартапами, это обусловлено наличием у бизнеса большего количества возможностей для получения доступа к дата-сетам и вычислительным мощностям в силу монетизации в сравнении с университетами и некоммерческими организациями;
* Использование ИИ в неподобающих целях за последние 10 лет выросло в 26 раз;
* Запрос рынка труда на специалистов в области разработки ИИ вырос с 1,7% от общего числа вакансий до 1,9% за последний год, при этом существует нехватка квалифицированных кадров в отрасли;
* С 2016 года количество законов и подзаконных актов, принимаемых в год, содержащих в себе фразу «искусственный интеллект» увеличилось с 1 до 37 в 2022;
* Согласно опросу IPSOS в 2022 году наиболее положительно настроенными по отношению к внедрению ИИ в различные отрасли оказались граждане КНР (78% одобрения)[[90]](#footnote-90).

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, диаграмма

Автоматически созданное описание

1. Распределение архетипов деятельности на рынке искусственного интеллекта, Fortune Business Insights[[91]](#footnote-91)

Агентство Built In выделяет следующие тренды для стартапов в области ИИ, которые будут важны в период с 2023 по 2027 годы:

* Explainable AI;
* Generative AI;
* «Демократизация» ИИ (open-source модели и фреймворки для разработки, окончание гегемонии крупных корпораций)[[92]](#footnote-92).

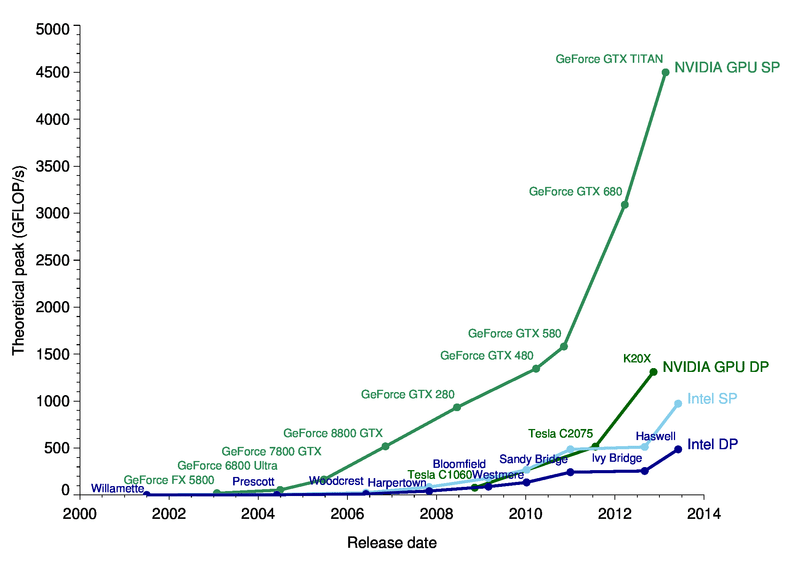
Кроме того, ниже рассматриваются ключевые для ИИ-стартапов драйверы технологии, выделенные на основе рассмотрения отраслевых особенностей, особенностей разработки и аналитических материалов профильных источников.

### 3.2.1. Драйверы развития технологии

Согласно мнению экспертов в сфере разработки искусственного интеллекта, обобщенному и сформулированному Арвиндом Кришной, исполнительным директором IBM и руководителем подразделения IBM Research, начиная с середины минувшего десятилетия человечество сталкивается с таким объемом неструктурированных и неочищенных данных, которое самостоятельно обработать становится не способно. Именно поэтому сейчас главным предметом обсуждения для ученых, разработчиков, предпринимателей и бизнесменов становится искусственный интеллект, так как основанные на данной технологии продукты способны не только структурировать и обработать упомянутый поток данных, но и извлечь из него инсайты и закономерности, связанные с той или иной сферой деятельностью человека, а также воспроизводить ее, пусть и в существенно ограниченной форме. Принимая во внимание данные факторы, крупные игроки и технологические стартапы стремятся разработать системы на основе разновидностей машинного обучения, способные дополнить специалиста-человека в профильной или специфической деятельности, усилить его компетенции.

Столь быстрое развитие сферы искусственного интеллекта, которое наблюдается в последние несколько лет, основывается на нескольких значимых технологических факторах, первый из которых также связан с экономическим развитием и культурой потребления:

* Генерация потоков «больших данных» (Big Data) позволила аккумулировать достаточное количество информационных ресурсов и сведений о различных областях деятельности человека для того, чтобы начать применять алгоритмы для поиска закономерностей и предиктивной аналитики. Во многом большие данные формируются за счет непрерывно увеличивающегося числа устройств различного назначения, подключенных к сети Интернет, передающих считываемые параметры;
* Развитие аппаратных вычислительных мощностей, в частности графических процессоров (GPU, Graphics Processing Unit), позволяющих работать с большими массивами данных и производить множественные однотипные вычисления, в том числе в несколько потоков. Графические ускорители являются основой современных суперкомпьютеров и представляют собой доминирующую платформу для использования глубокого обучения, поскольку GPU-модули наиболее эффективно (среди других вычислительных устройств) выполняют операции с плавающей точкой (нецелочисленные данные) и являются программируемыми. В прошлом ранние модели графических ускорителей были созданы для обработки изображения и вертексных вычислений (позиция точек в пространстве), а также вычисления и компиляции шейдеров (свето-теневое отображение), и ученые вынуждены были приводить данные к вертексному или шейдерному виду, чтобы использвать мощности, однако современные устройства и их кластеры (GPU Nodes) были адаптированы производителями под нужды исследователей за счет упрощения их программирования, включения возможности производить вычисления с числами двойной точности (тип данных «double») и системой устойчивости[[93]](#footnote-93) – последнее актуально для массивных гетерогенных систем вычисления, основанных на графических ускорителях, включающих в себя большое количество чипов (в противовес основанным на процессорных вычислительных единицах – CPU – гомогенным системам вычисления с меньшей мощностью в терафлопс), так как высокая нагрузка узлов вычислений периодически приводит к программным и аппаратным ошибкам и отказам в работе, для борьбы с чем используются методы распределения нагрузки электрического тока на отдельные блоки кластера GPU[[94]](#footnote-94);



1. Сравнение производительности GPU компании NVIDIA и CPU компании Intel, ResearchGate[[95]](#footnote-95)

* Новый виток популярности и развития вычислительной модели глубокого обучения, связанный с предыдущими двумя пунктами и высокой точностью при правильной настройке всех скрытых слоев искусственных нейронов;
* Развитие облачных вычислений и серверной архитектуры, обеспечивающей бэкенд для них. Данный фактор важен сразу по двум причинам: во-первых, он позволяет исследователям и предпринимателям не приобретать собственные аппаратные мощности с целью произвести массивные вычисления для обучения моделей или исследования данных, но вместо этого воспользоваться облачными сервисами, обеспечивающими достаточную производительность при наличии стабильного подключения к сети Интернет; во-вторых, облачные вычисления позволяют асинхронно собирать и объединять данные, происходящие из разных источников, и параллельно обрабатывать результаты деятельности различных моделей, при этом процесс обучения одной из них может сказаться на других (новые результаты на основе известных данных или новые данные), данную концепцию, например, применяют при тестировании автономных систем беспилотного транспорта[[96]](#footnote-96).

### 3.2.2. Развитие Deep Reasoning

Первая из ключевых тенденций в развитии искусственного интеллекта в целом, и в направлениях деятельности стартапов-разработчиков ИИ в частности, заключается в изучении и практических попытках применения методов глубокого обучения моделей для решения «проблемы обоснования». В настоящее время нейросети, основанные на глубоком обучении, применяются для работы с задачами по «восприятию» и классификации в таких областях, как обработка естественного языка (NLP), распознавание изображений и компьютерное зрение, обработка текстов, обработка речи. Однако, ученые и предприниматели заинтересованы в переходе к следующему шагу, который позволит применять глубокое обучение для сбора и структуризации данных таким образом, чтобы результат работы алгоритма представлял собой систему из слоев информации и ассоциативных связей, позволяющих ему оценивать окружающую среду в рамках определенного поля деятельности. Простейшим примером подобного «обоснования» может являться следующая ситуация: предположим, на плоскую ровную поверхность стола помещают яблоко, при этом агент-человек будет знать, что оно останется в неизменном положении, пока со столом или яблоком не произойдет внешнее взаимодействие, например стол наклонится, следствием чего станет изменение его положения и положения яблока в пространстве. В задачи подхода Deep Reasoning входит обучение нейронных сетей таким образом, чтобы алгоритм мог заранее просчитать вероятность и последствия от воздействия на стол или яблоко из примера выше в изменяющейся среде (например, целью комплекса в эксперименте может являться удержание яблока на поверхности стола путем уменьшения воздействия среды на них). Системы на базе Deep Reasoning или Symbolic Reasoning также могут быть использованы при работе с изменениями в комплексной и более предсказуемой системе, например в случае, если в систему электронного документооборота в компании или государственной организации внедрен алгоритм, способный распознавать тексты, находить соответствия и прослеживать взаимосвязи между нормативными актами, при изменении одного из них он автоматически предложит лицам, принимающим решения, перечень точек воздействия на другие нормативные акты, а также классифицирует их как дополнения, изменения, потенциальные зоны юридической коллизии и т.п.

Наиболее прогрессивными сферами применения систем искусственного интеллекта в контексте глубокого обоснования на сегодняшний день являются разработка автономного транспорта и обработка естественного языка. В обеих из них накоплен существенный объем размеченных структурированных данных, что позволяет исследователям перейти к применению Deep Reasoning с целью создания нейронных сетей способных улавливать закономерности в массивах обработанных данных и на их основе с высокой точностью предугадывать возможные паттерны поведений в случае непредвиденного взаимодействия с данными. Барьером на пути развития Deep Reasoning выступает необходимость в ускорении вычислений с данными, подходящими для данного метода обучения, которое было бы аналогично тому, как GPU выступили катализаторами для развития машинного и глубокого обучения.

### 3.2.3. Small Data

Глубокое обучение нейронных сетей требует огромного количества данных, например современным программам по распознаванию изображений может потребоваться 15-20 миллионов образцов для тренировки на конкретный образ или объект. Поиск такого количества данных в некоторых индустриях, например в здравоохранении, порой невозможен, поскольку недостаточно источников (пациентов с случае медицины), которые могли бы предоставить полные и подлежащие проверке данные, поэтому одной из основных тенденций ближайших лет становятся «маленькие данные», то есть специально подобранные комбинации моделей и небольших дата-сетов (от нескольких тысяч до нескольких сотен тысяч строк), способных придать модели необходимую точность.

### 3.2.5. Улучшение метода Unsupervised Learning

Современные модели, построенные на базе глубокого обучения, требуют не только объемных, но и размеченных наборов данных, поскольку система должна иметь представление об анализируемых параметрах. Однако данные ограничения порождают проблему Стюарта Рассела (создание ИИ со свободным обучением и мышлением невозможно, пока мы задаем ограничения, появляющиеся из-за структуры данных), поэтому исследователи и предприниматели стремятся перейти к методу Unsupervised Learning, позволяющей воспроизвести методы обучения человека для ИИ, когда в маленьком числе кейсов или в большом объеме неструктурированных данных алгоритм способен выделить закономерности и принять решение самостоятельно, без ручного вмешательства и подтверждения со стороны разработчика. Это позволит получить модели, лучше воспринимающие окружающий мир и одновременно облегчить их создание стартапам и SME-предприятиям. Переход от Supervised Learning к Unsupervised Learning будет осуществляться по следующей траектории:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, Цвет электрик

Автоматически созданное описание

Рис.27 Сравнение производительности GPU компании NVIDIA и CPU компании Intel, ResearchGate[[97]](#footnote-97)

### 3.2.6. Эффективные алгоритмы и новые аппаратные мощности для ИИ

Масштабирование дата-центров и добавление GPU не поможет быстрее обучать более масштабные модели в будущем, поэтому исследователям требуется изменить архитектуру современного строения моделей для ускорения и оптимизации работы[[98]](#footnote-98).

### 3.2.7. Conversational AI и Explainable AI

В сегментах B2B и B2C за период 2021-2023 существенно увеличился спрос на системы, способные воспроизводить точные и развернутые аналитические выкладки, подобные тем, которые синтезировал бы из найденной информации агент-человек (например, ChatGPT), в дополнение к этому такие сервисы показывают свой процесс решения вопроса пользователя с помощью копирования стиля и размещения ссылок на источники, при этом повышая прозрачность работы для пользователей, поскольку большинство моделей в современном мире часто выступают для них «черным ящиком» для данных. Conversational и Explainable AI основаны на машинном обучении и обработке естественного языка, схему их работы можно разбить на следующие этапы:

1. Генерация входных данных;
2. Анализ входных данных (NLU & ASR);
3. Dialogue management (NLG);
4. Применение обучения с подкреплением для NLG[[99]](#footnote-99).

## 3.3. Барьеры в деятельности ИИ-стартапов

### 3.3.1. Ограниченное количество экспертов в области

BusinessTechWeekly[[100]](#footnote-100) одной из наибольших преград в создании и развитии ИИ-стартапов считает недостаток знаний и экспертизы о специалистов в области. Искусственный интеллект – по своей природе сложная система, поэтому достаточно трудно не только овладеть необходимым количеством знаний доя успешной работы с ней, но и контролировать человеческий фактор ошибок, что, по мнению экспертов Market and Markets, критически важно: интеграция ИИ-решений с существующими является сложной задачей и требует обширной обработки данных для воспроизведения поведения человеческого мозга; даже незначительные ошибки могут привести к сбою системы или неправильной работе определённого решения, что резко повлияет на конечные и желаемые результаты[[101]](#footnote-101). Специалисту стоит владеть как минимум такими навыками как когнитивные вычисления, машинное обучение и машинный интеллект, глубокое обучение и распознавание образов.

Тем не менее, этот барьер можно преодолеть посредством инвестирования в обучение работе с ИИ со стороны существующих игроков рынка, имеющим крепкие позиции. Кроме того, что так они могут получить значительное конкурентное преимущество, эти вложения привнесут вклад в общий рост навыка по работе с искусственным интеллектом, что снизит этот барьер для стартапов. Но инвестиции в обучение для компаний сейчас рискованны в силу сложности технологии, поэтому компании, по данным BusinessTechWeekly, серьёзно взвешивают плюсы и минусы применения ИИ-решений для их работы. Это может замедлить снижение оговариваемого барьера для ИИ-стартапов в краткосрочной перспективе, но в долгосрочной рост общего уровня владения навыком работы с этой технологией неоспорим.

### 3.3.2. Стоимость внедрения

Как было упомянуто выше, игроки рынка тщательно проверяют, стоит ли им применять ИИ-решение в их уникальной ситуации. Продукты ИИ-стартапов не могут входить в низкий или средний ценовой диапазон в силу сложности технологии, требованиям к машинам и ПО, навыкам сотрудников, поэтому покупка ИИ-решения является для компании-клиента серьёзной и рискованной инвестицией. В связи с ростом турбулентности внешней среды, немногие компании готовы на этот риск, поэтому стоимость приобретения и внедрения ИИ-решений становится барьером для новых стартапов – предпринимателей отпугивает риск ликвидации их бизнеса из-за отсутствия достаточного для окупаемости количества клиентов.

Одним из способов снижения стоимости внедрения решения может стать заключение партнёрского соглашения с поставщиком ИИ-решения: оно может быть разработано с нуля по требованиям конкретной компании, это снижает риски, а снижение риска стимулирует спрос на ИИ-решения[[102]](#footnote-102). Поскольку многим компаниям сегодня свойственен визионерский подход, партнёрский подход в долгосрочной перспективе снизит этот барьер, что откроет пространство для ИИ-стартапов.

### 3.3.3. Недостатки процесса

Использование собственных инструментов и процессов для развертывания и мониторинга искусственного интеллекта (AI) имеет свои недостатки:

1. Значительные временные и финансовые затраты: Создание эффективной AI-модели с нуля требует значительных ресурсов в виде времени и денег. Особенно для компаний, которые только начинают свой путь в области AI, внедрение AI самостоятельно может оказаться слишком дорогостоящим и финансово непосильным.
2. Неподходящие алгоритмы и необъективные данные: Создание собственных инструментов может привести к использованию алгоритмов, которые не являются оптимальными для конкретных задач или не обеспечивают желаемые результаты. Кроме того, наличие необъективных данных может повлиять на точность и достоверность AI-модели.
3. Ограниченные возможности: Собственные инструменты могут иметь ограниченные возможности по сравнению с сторонними инструментами или проверенными на рынке решениями. Это может ограничить способность компании достичь желаемых результатов и преимуществ, которые предлагает AI.

В таком случае, рациональным вариантом будет использование сторонних инструментов для интеграции AI или выбор проверенных на рынке решений, чтобы избежать этих недостатков

### 3.3.4. Кибербезопасность

Компании часто разрабатывают собственные инструменты и рабочие процессы для развёртывания и мониторинга искусственного интеллекта (AI). Однако, создание эффективной AI-модели с нуля может потребовать значительных затрат времени и денег. Внедрение AI собственными силами на самом деле может быть очень дорогостоящим, особенно если вы только начинаете. Кроме того, ваше собственное решение может включать несоответствующие алгоритмы и неправильные данные, что может негативно сказаться на результативности AI[[103]](#footnote-103).

В таком случае, разумным вариантом может быть использование сторонних инструментов для интеграции AI или использование проверенных на рынке решений. Это позволит вам сократить затраты на разработку и улучшить качество вашего AI-решения. Использование сторонних инструментов также может обеспечить доступ к более широкому набору алгоритмов и функций, которые могут быть полезны при создании и развертывании AI.

### 3.3.5. Низкое качество данных

Ещё один серьёзный барьер – плохое качество данных, используемых в процессе. Эффективность любого приложения ИИ зависит от той информации, с которой оно работает. Нерелевантные или неправильно составленные/размеченные датасеты могут снизить эффективность работы ИИ-решения. Ввиду предрассудков вокруг технологии вина может пасть на само решение, что снизит его привлекательность для потенциальных потребителей[[104]](#footnote-104).

Многие организации собирают огромные объёмы данных, но часто эти данные содержат несоответствия и избыточность, что приводит к понижению их качества. Улучшить качество данных можно путём оптимизации процесса сбора информации. Заинтересованные стороны должны уделить больше внимания очистке, разметке и хранению данных. Эти изменения в рабочем процессе могут обеспечить компаниям доступ к высококачественным данным. Таким образом, этот барьер, хоть и высок сейчас, но также преодолим, особенно с учётом устойчивого тренда по управлению данными в компаниях[[105]](#footnote-105).

## 3.4. Описание и проверка статистических гипотез

**Н1. Существует разница в уровне оплаты труда между профильными специалистами в области ИИ и другими специалистами в области науки о данных**

Данная гипотеза призвана определить

В ходе проверки с помощью анализа данных было выявлено, что p-value меньше выбранного уровня значимости (5%), что означает существование разницы в уровне оплаты труда между профильными ИИ-специалистами и другими специалистами, работающими в сфере анализа данных и разработки ПО для нее, однако t-статистика (критерий Стьюдента) показала незначительность различий, метод describe() эмпирически это подтвердил (см. рис. 28 и 29).

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рис.28 Определение p-значения и t-статистики для Н1

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, Мультимедийное программное обеспечение

Автоматически созданное описание

1. Демонстрация метода describe(), H1

**Н2. Зависимость коммерциализации продуктов на базе ИИ от уровня Research в GAII**

Гипотеза заключается в том, что успешность коммерциализации ИИ-продукта стартапом зависит от величины показателя Research в заданной стране по методологии GAII. P-value оказалось меньше выбранного уровня значимости, поэтому между переменными есть статистически значимая зависимость, при этом она является положительной, так как значение параметра coef > 0 (см. рис. 30).

**H3. Зависимость коммерциализации продуктов на базе ИИ от уровня Talent в GAII**

Гипотеза аналогична Н2, но для параметра Talent, в результате p-value < 0,05, что показывает наличие статистически значимой зависимости, которая также является положительной coef > 0 (см. рис. 30).

**H4. Зависимость коммерциализации продуктов на базе ИИ от уровня Infrastructure в GAII**

Гипотеза и результат аналогичны Н2 и Н3 (см. рис. 30).

**Н5. Зависимость коммерциализации продуктов на базе ИИ от уровня Operating Environment в GAII**

Гипотеза аналогична Н2, однако ее следует отвергнуть из-за превышения p-значением порога в 0,05 (см. рис. 30).

**Н6. Зависимость коммерциализации продуктов на базе ИИ от уровня Development в GAII**

Гипотеза аналогична Н2, однако ее следует отвергнуть из-за превышения p-значением порога в 0,05 (см. рис. 30).

**Н7. Зависимость коммерциализации продуктов на базе ИИ от Government Strategy в GAII**

Гипотеза аналогична Н2, однако ее следует отвергнуть из-за превышения p-значением порога в 0,05 (см. рис. 30).

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, меню, Шрифт

Автоматически созданное описание

1. Описательная статистика к гипотезам Н2-Н7

**H8. Развитие стартапов соответствует предсказанным темпам роста рынка, что отражается в их линейно возрастающей оценке**

Изображение выглядит как снимок экрана, диаграмма, График, линия

Автоматически созданное описание

1. Капитализация стартапов

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, График

Автоматически созданное описание

1. Капитализация стартапов

Представленные выше графики отражают несправедливость гипотезы Н6, поскольку в 2021 году произошло резкое увеличение капитализации оцениваемых технологических стартапов, кроме того количество стартапов в области искусственного интеллекта с оценкой стоимости выше $1 млрд также не выписывается в тренд, отраженный на рисунках 31 и 32.

**H9. Зависимость оценки стартапа от количества инвестирующих сторон**

Гипотеза: при большем количестве инвесторов и инвестиционных фондов, финансирующих стартап, увеличивается его оценка. P-value говорит о наличии статистической значимой зависимости между данными переменными, однако значение критерия Пирсона близко к 0 (0,06), что говорит о необходимости отвергнуть гипотезу Н9 (см. рис. 33).

Изображение выглядит как текст, Шрифт, снимок экрана

Автоматически созданное описание

1. Расчет p-value и коэффициента корреляции Пирсона для гипотезы Н9

# Заключение

В результате анализа отрасли разработки искусственного интеллекта в разрезе трендов и барьеров, актуальных для стартапов, были выявлены следующие нейтральные аспекты, тенденции и препятствия на пути развития ИИ-стартапов, которые инвесторы могут использовать для помощи в планировании и принятии решений в отношении их анализа и финансирования:

* Ключевые тенденции
  + Создание генеративного искусственного интеллекта, conversational и explanatory ИИ – перспективная сфера в течение следующих 4-5 лет;
  + Стартапам, разрабатывающим ИИ
  + Стартапы в области AI Hardware станут более актуальными в период с 2023 по 2030 годы;
  + Стартапы в области AI Entertainment смогут заключать выгодные M&A в период до 2030 года в силу повышающегося спроса на прикладной генеративный искусственный интеллект;
  + Перспективные рынки: ИИ в здравоохранении, ИИ в работе с клиентами, автономный транспорт, AI Hardware, AI Entertainment;
  + Основные бизнес-модели ИИ-стартапов по сферам: провайдер ИИ-продукта, провайдер инструмента создания или тренировки ИИ, провайдеры услуг по анализу данных, провайдер исследований в области ИИ;
  + В силу наличия барьеров в будущем будет повышен спрос на ИИ-стартапы в области кибербезопасности;
* Ключевые барьеры
  + Ограниченное количество экспертов в области разработки ИИ, несмотря на это статистический анализ показал незначительную разницу в привлечении с помощью финансовой мотивации;
  + Стоимость внедрения ИИ решений может оказаться существенной для компаний с негибкой структурой бизнес-процессов, несмотря на потенциально выгодные M&A;
  + Ограниченные возможности и недостаточность специфических отраслевых данных могут выступить серьезным препятствием как в разработке, так и в интеграции ИИ;
  + Низкое качество больших данных, что выражается в их «загрязненности», отсутствии форматирования и отсутствии разметки, что может повлиять на скорость создания моделей ИИ-стартапами;
  + Искусственный интеллект вредит окружающей среде, однако анализ данных может способствовать исправлению ситуации;
  + Частные инвестиции в ИИ-стартапы могут снизиться в пользу инвестиционных фондов и M&A от крупных корпораций и других стартапов;
  + Информационная безопасность компаний и стран может пострадать от развития ИИ;
* Нейтральные аспекты
  + Индустрия в течение нескольких лет будет опережать академические исследования;
  + Последний из перечисленных барьеров порождает возможность создания сервиса по очистке данных на базе машинного обучения;
  + Требуется создание новых отраслевых бенчмарков эффективности (HELM, BIG-bench).

# Список источников

1. Valueva M. V. et al. Application of the residue number system to reduce hardware costs of the convolutional neural network implementation //Mathematics and computers in simulation. – 2020. – Т. 177. – С. 232-243.
2. Wang D. et al. Deep learning for identifying metastatic breast cancer //arXiv preprint arXiv:1606.05718. – 2016
3. Официальный сайт исследовательской и консалтинговой компании Gartner [Электронный ресурс]. − Gartner Supply Chain Top 25 for 2023 – Режим доступа : https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle, свободный. – Загл. с экрана.
4. National Business Capital [Электронный ресурс]. − 2019 Small Business Failure Rate: Startup Statistics by Industry – Режим доступа : https://www.nationalbusinesscapital.com/blog/2019-small-business-failure-rate-startup-statistics-industry/, свободный. – Загл. с экрана.
5. Failory.com: A content site for startups founders [Электронный ресурс]. − Startup Failure Rate: How Many Startups Fail and Why in 2023? – Режим доступа : https://www.failory.com/blog/startup-failure-rate, свободный. – Загл. с экрана.
6. Computer Science Department, Stanford University : John McCarthy WHAT IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE? [Электронный ресурс] / John McCarthy // Stanford University. – 2007 Nov 12, 2:05 a.m. − Stanford, CA 94305. – Режим доступа : https://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf, свободный. – Загл. с экрана.
7. Turing A. M. Computing machinery and intelligence. – Springer Netherlands, 2009. – С. 23-65.
8. Russell S., Norvig P. AI a modern approach //Learning. – 2005. – Т. 2. – №. 3. – С. 4.
9. Официальный сайт компании IBM [Электронный ресурс]. − What is artificial intelligence? – Режим доступа : https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence, свободный. – Загл. с экрана.
10. SAS.com: Analytics Software & Solutions [Электронный ресурс]. − How Artificial Intelligence Is Being Used – Режим доступа : https://www.sas.com/en\_us/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html#industries, свободный. – Загл. с экрана.
11. The Conversation: Academic rigour, journalistic flair [Электронный ресурс]. − Understanding the four types of AI, from reactive robots to self-aware beings – Режим доступа : https://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616, свободный. – Загл. с экрана.
12. Coursera.org: сервис открытых онлайн-курсов [Электронный ресурс]. − 4 Types of AI: Getting to Know Artificial Intelligence – Режим доступа : https://www.coursera.org/articles/types-of-ai, свободный. – Загл. с экрана.
13. IBM Research [Электронный ресурс]. − Deep Blue – Режим доступа : https://web.archive.org/web/20090201110741/http://www.research.ibm.com/deepblue/meet/html/d.3.html, свободный. – Загл. с экрана.
14. Cambridge University Press [Электронный ресурс]. − Does the chimpanzee have a theory of mind? – Режим доступа : https://www.cambridge.org/core/journals/behavioral-and-brain-sciences/article/does-the-chimpanzee-have-a-theory-of-mind/1E96B02CD9850016B7C93BC6D2FEF1D0, свободный. – Загл. с экрана.
15. Google DeepMind [Электронный ресурс]. − AlphaGo – Режим доступа : https://www.deepmind.com/research/highlighted-research/alphago, свободный. – Загл. с экрана.
16. Официальный сайт компании IBM [Электронный ресурс]. − What is natural language processing? – Режим доступа : https://www.ibm.com/topics/natural-language-processing#:~:text=Natural%20language%20processing%20(NLP)%20refers,same%20way%20human%20beings%20can, свободный. – Загл. с экрана.
17. Постолит А. В. Основы искусственного интеллекта в примерах на Python. Самоучитель. – СПб.: БХВ-Петербург, 2022. – 448 с.: ил. – (Самоучитель)
18. Techopedia.com: go-to tech source for professional IT insight [Электронный ресурс]. − Narrow Artificial Intelligence (Narrow AI) – Режим доступа : https://www.techopedia.com/definition/32874/narrow-artificial-intelligence-narrow-ai#:~:text=Narrow%20artificial%20intelligence%20(narrow%20AI)%20is%20a%20specific%20type%20of,be%20applied%20to%20other%20tasks, свободный. – Загл. с экрана.
19. Kaggle.com: Jupyter Notebooks environment [Электронный ресурс]. − Missing Values – Режим доступа : https://www.kaggle.com/code/alexisbcook/missing-values, свободный. – Загл. с экрана.
20. Mongo.DB: The developer data platform [Электронный ресурс]. − Unstructured Data – Режим доступа : https://www.mongodb.com/unstructured-data#:~:text=Unstructured%20data%20is%20information%20that,common%20types%20of%20unstructured%20content, свободный. – Загл. с экрана.
21. Kaggle.com: Jupyter Notebooks environment [Электронный ресурс]. − How Models Work – Режим доступа : https://www.kaggle.com/code/dansbecker/how-models-work, свободный. – Загл. с экрана.
22. Kaggle.com: Jupyter Notebooks environment [Электронный ресурс]. − A Single Neuron – Режим доступа : https://www.kaggle.com/code/ryanholbrook/a-single-neuron, свободный. – Загл. с экрана.
23. Автоэнкодеры: типы архитектур и применение // Neurohive, 2018. – Режим доступа : https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/avtojenkoder-tipy-arhitektur-i-primenenie/ (дата обращения: 11.04.2023).
24. Обучение нейросети с учителем, без учителя, с подкреплением — в чем отличие? // Neurohive, 2018. – Режим доступа : https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/obuchenie-s-uchitelem-bez-uchitelja-s-podkrepleniem/ (дата обращения: 11.04.2023).
25. Сапунов Г. Введение в машинное обучение – Режим доступа : http://bioinformaticsinstitute.ru/sites/default/files/vvedenie\_v\_mashinnoe\_obuchenie.pdf (дата обращения: 11.04.2023).
26. What is supervised learning? // IBM. – Режим доступа : https://www.ibm.com/topics/supervised-learning (дата обращения: 11.04.2023).
27. What is unsupervised learning? // IBM. – Режим доступа : https://www.ibm.com/topics/unsupervised-learning#:~:text=the%20next%20step-,What%20is%20unsupervised%20learning%3F,the%20need%20for%20human%20intervention (дата обращения: 15.04.2023).
28. Генеративно-состязательная нейросеть (GAN): архитектура, примеры, код // Neirohive. 2018. – Режим доступа : https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/gan-rukovodstvo-dlja-novichkov/ (дата обращения: 15.04.2023).
29. Mummert T., Subramanian D., Vu L., Pham N. What is reinforcement learning? // IBM. – Режим доступа : https://developer.ibm.com/learningpaths/get-started-automated-ai-for-decision-making-api/what-is-automated-ai-for-decision-making/ (дата обращения: 17.04.2023).
30. 452 startup failure post-mortems // RESEARCH BRIEFS. 2023. – Режим доступа : https://www.cbinsights.com/research/startup-failure-post-mortem/ (дата обращения: 18.04.2023).
31. Ries E. The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses. – Currency, 2011.
32. Customer Development // ProductPlan. – URL: https://www.productplan.com/glossary/customer-development/#:~:text=Customer%20Development%20consists%20of%20asking,discovery%2C%20and%20confirmation%20of%20assumptions (дата обращения: 20.04.2023).
33. Fonseca M. The 7 stages of a startup, from ideation to growth and maturity // Latitud. 2023. – URL: https://www.latitud.com/en/blog/stages-of-a-startup#:~:text=That's%20why%20we%20have%20stages,focus%20from%20you%2C%20the%20founder (дата обращения: 20.04.2023).
34. The 8 Stages of Startup Funding // Indeed. 2023. – URL: https://www.indeed.com/career-advice/career-development/startup-funding-stages (дата обращения: 23.04.2023).
35. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО И СТАРТАПЫ // Высшая Школа Бизнеса Центр развития компетенций в бизнес-информатике, логистике и управления проектами. 2021. – URL: https://hsbi.hse.ru/articles/tekhnologicheskoe-predprinimatelstvo-i-startapy/ (дата обращения: 25.04.2023).
36. Asian Development Blog [Электронный ресурс]. – Hampel-Milagrosa, A., Vandenberg, P. Five Ways Tech Startups Are Different from Other Small and Medium-Sized Enterprises, 2021. – Режим доступа: https://blogs.adb.org/blog/five-ways-tech-startups-are-different-from-other-small-and-medium-sized-enterprises, свободный. – Загл. с экрана.
37. Investopedia [Электронный ресурс]. – Kenton W. What Is Business Risk? Definition, Factors, and Examples, 2022. – Режим доступа: investopedia.com/terms/b/businessrisk.asp, свободный. – Загл. с экрана.
38. Indeed [Электронный ресурс]. – 12 Risks in Software Development, 2023. – Режим доступа: https://www.indeed.com/career-advice/career-development/risks-in-software-development, свободный. – Загл. с экрана.
39. Linkedin [Электронный ресурс]. – Difference between Startups & Businesses, 2017. – Режим доступа: https://www.linkedin.com/pulse/difference-between-startups-businesses-manish-agarwal, свободный. – Загл. с экрана.
40. Harvard Business Review [Электронный ресурс]. – Christensen M., Raynor M., McDonald R. What Is Disruptive Innovation?, 2015. – Режим доступа: https://hbr.org/2015/12/what-is-disruptive-innovation, свободный. – Загл. с экрана.
41. Harvard Business Review [Электронный ресурс]. – Satell G. The 4 Types of Innovation and the Problems They Solve, 2017. – Режим доступа: https://hbr.org/2017/06/the-4-types-of-innovation-and-the-problems-they-solve, свободный. – Загл. с экрана.
42. Хабр [Электронный ресурс]. – Интерпретация моделей и диагностика сдвига данных: LIME, SHAP и Shapley Flow, 2022. – Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/ods/articles/599573/, свободный. – Загл. с экрана.
43. Fortune Business Insights [Электронный ресурс]. – Artificial Intelligence Market Size, Shar & COVID-19 Impact Analysis. – Режим доступа: https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/artificial-intelligence-market-100114, свободный. – Загл. с экрана.
44. Grand View Research [Электронный ресурс]. – Artificial Intelligence Market Size, Share & Trends Analysis Report. – Режим доступа: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/artificial-intelligence-ai-market/segmentation, свободный. – Загл. с экрана.
45. Mordor Intelligence [Электронный ресурс]. – Global Artificial Intelligence Market Size & Share Analysis – Growth Trends & Forecasts (2023 – 2028). – Режим доступа: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-artificial-intelligence-market, свободный. – Загл. с экрана.
46. Bloomberg [Электронный ресурс]. – Artificial Intelligence As A Service Market Worth $96,064.7 Million By 2030: Grand View Research, Inc., 2022. – Режим доступа: https://www.bloomberg.com/press-releases/2022-11-21/artificial-intelligence-as-a-service-market-worth-96-064-7-million-by-2030-grand-view-research-inc, свободный. – Загл. с экрана.
47. Официальный сайт Tesla [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tesla.com/models, свободный. – Загл. с экрана.
48. Datamation [Электронный ресурс]. – Crockett E. 100 Top Artificial Intelligence (AI) Companies in 2023, 2023. – Режим доступа: https://www.datamation.com/featured/ai-companies/#financial, свободный. – Загл. с экрана.
49. Tortoise [Электронный ресурс]. – The Global AI Index. – Режим доступа: https://www.tortoisemedia.com/intelligence/global-ai/, свободный. – Загл. с экрана.
50. Nvidia [Электронный ресурс]. – Мультипликатор производительности на основе ИИ. – Режим доступа: https://www.nvidia.com/ru-ru/geforce/technologies/dlss/, свободный. – Загл. с экрана.
51. IBM [Электронный ресурс]. – What is conversational AI?. – Режим доступа: https://www.ibm.com/topics/conversational-ai, свободный. – Загл. с экрана.
52. Technology & Telecommunications [Электронный ресурс]. – Number of IoT connected devices worldwide 2019-2021, with forecasts to 2030, 2022. – Режим доступа: https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/, свободный. – Загл. с экрана.
53. Broadband Search [Электронный ресурс]. – Who Invented the Internet – A Full History. – Режим доступа: https://www.broadbandsearch.net/blog/who-invented-the-internet-full-history, свободный. – Загл. с экрана.
54. Kaggle [Электронный ресурс]. – Bansal S. Merger and Acquisitions by Tech Companies, 2021. – Режим доступа: https://www.kaggle.com/datasets/shivamb/company-acquisitions-7-top-companies, свободный. – Загл. с экрана.
55. Verdict [Электронный ресурс]. – Technology industry artificial intelligence M&A deals total $1.7bn globally in October 2022. – Режим доступа: https://www.verdict.co.uk/technology-industry-artificial-intelligence-ma-deals-total-1-7bn-globally-in-october-2022/, свободный. – Загл. с экрана.
56. CBInsights [Электронный ресурс]. – AI 100: The most promising artificial intelligence startups of 2022. – Режим доступа: https://www.cbinsights.com/research/report/artificial-intelligence-top-startups-2022/, свободный. – Загл. с экрана.
57. OpenAI [Электронный ресурс]. – Pioneering research on the path to AG. – Режим доступа: https://openai.com/research/overview, свободный. – Загл. с экрана.
58. Insider [Электронный ресурс]. – Digalaki E. The impact of artificial intelligence in the banking sector & how AI is being used in 2022. – Режим доступа: https://www.businessinsider.com/ai-in-banking-report, свободный. – Загл. с экрана.
59. World Economic Forum [Электронный ресурс]. – 4 ways AI will impact the financial job market, 2018. – Режим доступа: https://www.weforum.org/agenda/2018/09/4-ways-ai-artificial-intelligence-impact-financial-job-market/, свободный. – Загл. с экрана.
60. WSJ [Электронный ресурс]. – Bruell A. BuzzFeed to Use ChatGPT Creator OpenAI to Help Create Quizzes and Other Content. – Режим доступа: https://www.wsj.com/articles/buzzfeed-to-use-chatgpt-creator-openai-to-help-create-some-of-its-content-11674752660, свободный. – Загл. с экрана.
61. Sales Force [Электронный ресурс]. – The 6th State of Marketing Report Uncovers Trends to Navigate Change. – Режим доступа: https://www.salesforce.com/blog/top-marketing-trends-navigate-change/, свободный. – Загл. с экрана.
62. Forbes [Электронный ресурс]. – Johnson A. Which Jobs Will AI Replace? These 4 Industries Will Be Heavily Impacted, 2023. – Режим доступа: https://www.forbes.com/sites/ariannajohnson/2023/03/30/which-jobs-will-ai-replace-these-4-industries-will-be-heavily-impacted/, свободный. – Загл. с экрана.
63. Forbes [Электронный ресурс]. – Marr B. The AI Skills Crisis And How To Close The Gap, 2018. – Режим доступа: https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/06/25/the-ai-skills-crisis-and-how-to-close-the-gap/?sh=6c8eeeea31f3, свободный. – Загл. с экрана.
64. MIT Technology Review [Электронный ресурс]. – Hao K. Training a single AI model can emit as much carbon as five cars in their lifetimes, 2019. – Режим доступа: https://www.technologyreview.com/2019/06/06/239031/training-a-single-ai-model-can-emit-as-much-carbon-as-five-cars-in-their-lifetimes, свободный. – Загл. с экрана.
65. Pestle Analysis SWOT and Business Analysis Tools [Электронный ресурс]. – PESTLE Analysis of Artificial Intelligence: The 6 Factors that Affect AI, 2020. – Режим доступа: https://pestleanalysis.com/pestle-analysis-of-artificial-intelligence/#Environmental\_factors\_of\_Artificial\_Intelligence, свободный. – Загл. с экрана.
66. IBM [Электронный ресурс]. – Jacobi C. IBM Telum Processor: the next-gen microprocessor for IBM Z and IBM LinuxONE? 2021. – Режим доступа: https://www.ibm.com/blogs/systems/ibm-telum-processor-the-next-gen-microprocessor-for-ibm-z-and-ibm-linuxone/, свободный. – Загл. с экрана.
67. Marktechnpost [Электронный ресурс]. – Ingle P. Top Artificial Intelligence (AI) Chip Companies Leading The Way, 2023. – Режим доступа: https://www.marktechpost.com/2023/03/22/top-artificial-intelligence-ai-chip-companies-leading-the-way-in-2022/, свободный. – Загл. с экрана.
68. AI Multiple [Электронный ресурс]. – Dilmegani C. Top 10 AI Chip Makers of 2023: In-depth Guide, 2023. – Режим доступа: https://research.aimultiple.com/ai-chip-makers/, свободный. – Загл. с экрана.
69. CNET [Электронный ресурс]. – Khan I. ChatGPT vs. Bing vs. Google Bard: Which AI Is the Most Helpful?, 2023 – Режим доступа: https://www.cnet.com/tech/services-and-software/chatgpt-vs-bing-vs-google-bard-which-ai-is-the-most-helpful/, свободный. – Загл. с экрана.

Schumpeter J. A. Entrepreneurship as innovation / J. A. Schumpeter // University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship. – 2000.

McDonald R. Disruptive innovation / C. Christensen, M. E. Raynor – Harvard Business Review, Brighton, MA, USA, 2013.

Beal G. M. et al. The diffusion process / G. M. Beal // Agricultural Experiment Station, Iowa State College. – 1957. – С. 111-121.

Moore G. A., McKenna R. Crossing the chasm / G. A. Moore, R. McKenna. – 1999.

Kuhn T. S. The structure of scientific revolutions / T. S. Kuhn // University of Chicago press. – 2012.

Garkavenko M. et al. Where do you want to invest? predicting startup funding from freely, publicly available web information / M. Garkavenko // arXiv preprint arXiv:2204.06479. – 2022.

Amit R., Zott C. Creating value through business model innovation / R. Amit, C. Zott // MIT Sloan management review. – 2012.

Böttcher T. P. et al. Value Drivers of Artificial Intelligence / T. P. Böttcher – 2022.

1. Marktechnpost [Электронный ресурс]. – Ingle P. Top Artificial Intelligence (AI) Chip Companies Leading The Way, 2023. – Режим доступа: https://www.marktechpost.com/2023/03/22/top-artificial-intelligence-ai-chip-companies-leading-the-way-in-2022/, свободный. – Загл. с экрана.

# Приложение 1

**Изображение выглядит как снимок экрана, График, линия, диаграмма

Автоматически созданное описание**

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, линия, График

Автоматически созданное описание

1. Valueva M. V. et al. Application of the residue number system to reduce hardware costs of the convolutional neural network implementation //Mathematics and computers in simulation. – 2020. – Т. 177. – С. 232-243. [↑](#footnote-ref-1)
2. Wang D. et al. Deep learning for identifying metastatic breast cancer //arXiv preprint arXiv:1606.05718. – 2016. [↑](#footnote-ref-2)
3. Gartner Hype Cycle // Gartner. – URL: https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle (дата обращения: 01.01.2023). [↑](#footnote-ref-3)
4. Camberato J. 2019 Small Business Failure Rate: Startup Statistics by Industry // National Business Capital. 2020. – URL: https://www.nationalbusinesscapital.com/blog/2019-small-business-failure-rate-startup-statistics-industry/ (02.01.2023). [↑](#footnote-ref-4)
5. Kotashev K. Get Free Access to The Founder's Handbook // Failory. 2022. – URL: https://www.failory.com/blog/startup-failure-rate (02.01.2023). [↑](#footnote-ref-5)
6. McCarthy J. What is artificial intelligence. – 2007. [↑](#footnote-ref-6)
7. Turing A. M. Computing machinery and intelligence. – Springer Netherlands, 2009. – С. 23-65. [↑](#footnote-ref-7)
8. Russell S., Norvig P. AI a modern approach //Learning. – 2005. – Т. 2. – №. 3. – С. 4. [↑](#footnote-ref-8)
9. What is artificial intelligence (AI)? // IBM. – URL: https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence (дата обращения: 05.01.2023). [↑](#footnote-ref-9)
10. How Artificial Intelligence Is Being Used // SAS Insights. – URL: https://www.sas.com/en\_us/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html#industries (дата обращения: 05.01.2023). [↑](#footnote-ref-10)
11. Hintze A. Understanding the four types of AI, from reactive robots to self-aware beings // The Conversation. 2016. – URL: https://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616 (дата обращения: 10.02.2023). [↑](#footnote-ref-11)
12. 4 Types of AI: Getting to Know Artificial Intelligence // Coursera. 2023 – URL: https://www.coursera.org/articles/types-of-ai (дата обращения: 11.02.2023). [↑](#footnote-ref-12)
13. IBM. – URL: https://web.archive.org/web/20090201110741/http://www.research.ibm.com/deepblue/meet/html/d.3.html (дата обращения: 11.02.2023). [↑](#footnote-ref-13)
14. Premack D., Woodruff G. Does the chimpanzee have a theory of mind? // Cambridge University Press. 2010. – URL: https://www.cambridge.org/core/journals/behavioral-and-brain-sciences/article/does-the-chimpanzee-have-a-theory-of-mind/1E96B02CD9850016B7C93BC6D2FEF1D0 (дата обращения: 11.02.2023). [↑](#footnote-ref-14)
15. AlphaGo // Google DeepMind. – URL: https://www.deepmind.com/research/highlighted-research/alphago (дата обращения: 12.02.2023). [↑](#footnote-ref-15)
16. What is natural language processing? // IBM. – URL: https://www.ibm.com/topics/natural-language-processing#:~:text=Natural%20language%20processing%20(NLP)%20refers,same%20way%20human%20beings%20can (дата обращения: 13.02.2023). [↑](#footnote-ref-16)
17. Постолит А. В. Основы искусственного интеллекта в примерах на Python. Самоучитель. – СПб.: БХВ-Петербург, 2022. – 448 с.: ил. [↑](#footnote-ref-17)
18. Rouse M. Narrow Artificial Intelligence (Narrow AI) // Technopedia. 2023. – URL: https://www.techopedia.com/definition/32874/narrow-artificial-intelligence-narrow-ai#:~:text=Narrow%20artificial%20intelligence%20(narrow%20AI)%20is%20a%20specific%20type%20of,be%20applied%20to%20other%20tasks (дата обращения: 14.02.2023). [↑](#footnote-ref-18)
19. Missing Values // Kaggle. – URL: https://www.kaggle.com/code/alexisbcook/missing-values (дата обращения: 15.03.2023). [↑](#footnote-ref-19)
20. Unstructured Data // MongoDB. – URL: https://www.mongodb.com/unstructured-data#:~:text=Unstructured%20data%20is%20information%20that,common%20types%20of%20unstructured%20content (дата обращения: 16.03.2023). [↑](#footnote-ref-20)
21. How Models Work // Kaggle. – URL: https://www.kaggle.com/code/dansbecker/how-models-work (дата обращения: 10.03.2023). [↑](#footnote-ref-21)
22. A Single Neuron // Kaggle. – URL: https://www.kaggle.com/code/ryanholbrook/a-single-neuron (дата обращения: 20.03.2023). [↑](#footnote-ref-22)
23. Kavlakoglu E. AI vs. Machine Learning vs. Deep Learning vs. Neural Networks: What’s the Difference? // IBM. – URL: https://www.ibm.com/cloud/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks (дата обращения: 10.04.2023). [↑](#footnote-ref-23)
24. Автоэнкодеры: типы архитектур и применение // Neurohive, 2018. – URL: https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/avtojenkoder-tipy-arhitektur-i-primenenie/ (дата обращения: 11.04.2023). [↑](#footnote-ref-24)
25. Обучение нейросети с учителем, без учителя, с подкреплением — в чем отличие? // Neurohive, 2018. – URL: https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/obuchenie-s-uchitelem-bez-uchitelja-s-podkrepleniem/ (дата обращения: 11.04.2023). [↑](#footnote-ref-25)
26. Сапунов Г. Введение в машинное обучение – URL: http://bioinformaticsinstitute.ru/sites/default/files/vvedenie\_v\_mashinnoe\_obuchenie.pdf (дата обращения: 11.04.2023). [↑](#footnote-ref-26)
27. What is supervised learning? // IBM. – URL: https://www.ibm.com/topics/supervised-learning (дата обращения: 11.04.2023). [↑](#footnote-ref-27)
28. What is unsupervised learning? // IBM. – URL: https://www.ibm.com/topics/unsupervised-learning#:~:text=the%20next%20step-,What%20is%20unsupervised%20learning%3F,the%20need%20for%20human%20intervention (дата обращения: 15.04.2023). [↑](#footnote-ref-28)
29. Генеративно-состязательная нейросеть (GAN): архитектура, примеры, код // Neirohive. 2018. – URL: https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/gan-rukovodstvo-dlja-novichkov/ (дата обращения: 15.04.2023). [↑](#footnote-ref-29)
30. Mummert T., Subramanian D., Vu L., Pham N. What is reinforcement learning? // IBM. – URL: https://developer.ibm.com/learningpaths/get-started-automated-ai-for-decision-making-api/what-is-automated-ai-for-decision-making/ (дата обращения: 17.04.2023). [↑](#footnote-ref-30)
31. 452 startup failure post-mortems // RESEARCH BRIEFS. 2023. – URL: https://www.cbinsights.com/research/startup-failure-post-mortem/ (дата обращения: 18.04.2023). [↑](#footnote-ref-31)
32. Ries E. The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses. – Currency, 2011. [↑](#footnote-ref-32)
33. Customer Development // ProductPlan. – URL: https://www.productplan.com/glossary/customer-development/#:~:text=Customer%20Development%20consists%20of%20asking,discovery%2C%20and%20confirmation%20of%20assumptions (дата обращения: 20.04.2023). [↑](#footnote-ref-33)
34. Fonseca M. The 7 stages of a startup, from ideation to growth and maturity // Latitud. 2023. – URL: https://www.latitud.com/en/blog/stages-of-a-startup#:~:text=That's%20why%20we%20have%20stages,focus%20from%20you%2C%20the%20founder (дата обращения: 20.04.2023). [↑](#footnote-ref-34)
35. The 8 Stages of Startup Funding // Indeed. 2023. – URL: https://www.indeed.com/career-advice/career-development/startup-funding-stages (дата обращения: 23.04.2023). [↑](#footnote-ref-35)
36. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО И СТАРТАПЫ // Высшая Школа Бизнеса Центр развития компетенций в бизнес-информатике, логистике и управления проектами. 2021. – URL: https://hsbi.hse.ru/articles/tekhnologicheskoe-predprinimatelstvo-i-startapy/ (дата обращения: 25.04.2023). [↑](#footnote-ref-36)
37. Abell T., Husar A., May-Ann L. CLOUD COMPUTING AS A KEY ENABLER FOR TECH START-UPS ACROSS ASIA AND THE PACIFIC – URL: https://www.adb.org/sites/default/files/publication/714971/sdwp-079-cloud-computing-tech-start-ups-asia-pacific.pdf (дата обращения: 26.04.2023). [↑](#footnote-ref-37)
38. Hampel-Milagrosa A., Vandenberg P. Five Ways Tech Startups Are Different from Other Small and Medium-Sized Enterprises // Asian Development Blog Straight Talk from Development Experts. – URL: https://blogs.adb.org/blog/five-ways-tech-startups-are-different-from-other-small-and-medium-sized-enterprises (дата обращения: 27.04.2023). [↑](#footnote-ref-38)
39. Kenton W. What Is Business Risk? Definition, Factors, and Examples // Investopedia. 2022. – URL: investopedia.com/terms/b/businessrisk.asp (дата обращения: 27.04.2023). [↑](#footnote-ref-39)
40. 12 Risks in Software Development // Indeed. 2023. – URL: https://www.indeed.com/career-advice/career-development/risks-in-software-development (дата обращения: 28.04.2023). [↑](#footnote-ref-40)
41. Agarwal M. Difference between Startups & Businesses // Linked In. 2017. – URL: https://www.linkedin.com/pulse/difference-between-startups-businesses-manish-agarwal (дата обращения: 28.04.2023). [↑](#footnote-ref-41)
42. Schumpeter J. A. Entrepreneurship as innovation //University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship. – 2000. [↑](#footnote-ref-42)
43. Christensen C., Raynor M. E., McDonald R. Disruptive innovation. – Brighton, MA, USA : Harvard Business Review, 2013. [↑](#footnote-ref-43)
44. Beal G. M. et al. The diffusion process. – Agricultural Experiment Station, Iowa State College, 1957. – С. 111-121. [↑](#footnote-ref-44)
45. Moore G. A., McKenna R. Crossing the chasm. – 1999. [↑](#footnote-ref-45)
46. Christensen C., Raynor M., McDonald R. What Is Disruptive Innovation? // Harvard Business Review. 2015. – URL: https://hbr.org/2015/12/what-is-disruptive-innovation (дата обращения: 30.04.2023). [↑](#footnote-ref-46)
47. Satell G. The 4 Types of Innovation and the Problems They Solve // Harvard Business Review. 2017. – URL: https://hbr.org/2017/06/the-4-types-of-innovation-and-the-problems-they-solve (дата обращения: 01.05.2023). [↑](#footnote-ref-47)
48. Kuhn T. S. The structure of scientific revolutions. – University of Chicago press, 2012. [↑](#footnote-ref-48)
49. Garkavenko M. et al. Where do you want to invest? predicting startup funding from freely, publicly available web information //arXiv preprint arXiv:2204.06479. – 2022. [↑](#footnote-ref-49)
50. «Facebook» принадлежит компании «Meta», признанной экстремистской организацией на территории РФ [↑](#footnote-ref-50)
51. Заблокирован на территории РФ [↑](#footnote-ref-51)
52. «Instagram» принадлежит компании «Meta», признанной экстремистской организацией на территории РФ [↑](#footnote-ref-52)
53. Интерпретация моделей и диагностика сдвига данных: LIME, SHAP и Shapley Flow // Хабр. 2022. – URL: https://habr.com/ru/companies/ods/articles/599573/ (дата обращения: 25.04.2023). [↑](#footnote-ref-53)
54. Amit R., Zott C. Creating value through business model innovation //MIT Sloan management review. – 2012. [↑](#footnote-ref-54)
55. Böttcher T. P. et al. Value Drivers of Artificial Intelligence. – 2022. [↑](#footnote-ref-55)
56. Artificial Intelligence Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis // Fortune Business Insights. – URL: https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/artificial-intelligence-market-100114 (дата обращения: 26.04.2023). [↑](#footnote-ref-56)
57. Artificial Intelligence Market Size, Share & Trends Analysis Report By Solution, By Technology (Deep Learning, Machine Learning), By End-use, By Region, And Segment Forecasts, 2023 – 2030 // Grand View Research. – URL: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/artificial-intelligence-ai-market/segmentation (дата обращения: 27.04.2023). [↑](#footnote-ref-57)
58. GLOBAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE MARKET SIZE & SHARE ANALYSIS - GROWTH TRENDS & FORECASTS (2023 - 2028) // Mordor Intelligence. – URL: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-artificial-intelligence-market (дата обращения: 27.04.2023). [↑](#footnote-ref-58)
59. Artificial Intelligence As A Service Market Worth $96,064.7 Million By 2030: Grand View Research, Inc. // Bloomberg. 2022. – URL: bloomberg.com/press-releases/2022-11-21/artificial-intelligence-as-a-service-market-worth-96-064-7-million-by-2030-grand-view-research-inc (дата обращения: 27.04.2023). [↑](#footnote-ref-59)
60. Tesla. – URL: https://www.tesla.com/models (дата обращения: 01.05.2023). [↑](#footnote-ref-60)
61. Crockett E. 100 Top Artificial Intelligence (AI) Companies in 2023 // Datamation. 2023. – URL: https://www.datamation.com/featured/ai-companies/#financial (дата обращения: 24.05.2023). [↑](#footnote-ref-61)
62. The Global AI Index // Tortoise. – URL: https://www.tortoisemedia.com/intelligence/global-ai/ (дата обращения: 05.05.2023). [↑](#footnote-ref-62)
63. Мультипликатор производительности на основе ИИ // Nvidia. – URL: https://www.nvidia.com/ru-ru/geforce/technologies/dlss/ (дата обращения: 23.05.2023). [↑](#footnote-ref-63)
64. What is conversational AI? // IBM. – URL: https://www.ibm.com/topics/conversational-ai (дата обращения: 14.05.2023). [↑](#footnote-ref-64)
65. Batra G. et al. Artificial-intelligence hardware: New opportunities for semiconductor companies //McKinsey and Company, January. – 2019. – Т. 2. [↑](#footnote-ref-65)
66. Number of Internet of Things (IoT) connected devices worldwide from 2019 to 2021, with forecasts from 2022 to 2030 // Statista. – URL: https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/ (дата обращения: 24.05.2023). [↑](#footnote-ref-66)
67. Who Invented the Internet – A Full History // Broadband Search. – URL: https://www.broadbandsearch.net/blog/who-invented-the-internet-full-history (дата обращения: 20.05.2023). [↑](#footnote-ref-67)
68. Merger and Acquisitions by Tech Companies // Kaggle. – URL: https://www.kaggle.com/datasets/shivamb/company-acquisitions-7-top-companies (дата обращения: 13.05.2023). [↑](#footnote-ref-68)
69. Technology industry artificial intelligence M&A deals total $1.7bn globally in October 2022 // Verdict. 2022. – URL: https://www.verdict.co.uk/technology-industry-artificial-intelligence-ma-deals-total-1-7bn-globally-in-october-2022/ (дата обращения: 13.05.2023). [↑](#footnote-ref-69)
70. AI 100: The most promising artificial intelligence startups of 2022 // Research Report. 2022. – URL: https://www.cbinsights.com/research/report/artificial-intelligence-top-startups-2022/ (дата обращения: 13.05.2023). [↑](#footnote-ref-70)
71. Pioneering research on the path to AGI // OpenAI. – URL: https://openai.com/research/overview (дата обращения: 03.05.2023). [↑](#footnote-ref-71)
72. Digalaki E. The impact of artificial intelligence in the banking sector & how AI is being used in 2022 // Insider. 2022. – URL: https://www.businessinsider.com/ai-in-banking-report (дата обращения: 14.05.2023). [↑](#footnote-ref-72)
73. 4 ways AI will impact the financial job market // World Economic Forum. 2018. – URL: https://www.weforum.org/agenda/2018/09/4-ways-ai-artificial-intelligence-impact-financial-job-market/ (дата обращения: 14.05.2023). [↑](#footnote-ref-73)
74. Bruell A. BuzzFeed to Use ChatGPT Creator OpenAI to Help Create Quizzes and Other Content // The Wall Street Journal. 2023. – URL: https://www.wsj.com/articles/buzzfeed-to-use-chatgpt-creator-openai-to-help-create-some-of-its-content-11674752660 (дата обращения: 20.05.2023). [↑](#footnote-ref-74)
75. Blitzer A. Uncovers Trends to Navigate Change // The 360 Blog. 2020. – URL: https://www.salesforce.com/blog/top-marketing-trends-navigate-change/ (дата обращения: 21.05.2023). [↑](#footnote-ref-75)
76. Johnson A. Which Jobs Will AI Replace? These 4 Industries Will Be Heavily Impacted // Forbes. 2023. – URL: https://www.forbes.com/sites/ariannajohnson/2023/03/30/which-jobs-will-ai-replace-these-4-industries-will-be-heavily-impacted/?sh=5d38947b5957 (дата обращения: 22.05.2023). [↑](#footnote-ref-76)
77. Marr B. The AI Skills Crisis And How To Close The Gap // Forbes. 2018. – URL: https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/06/25/the-ai-skills-crisis-and-how-to-close-the-gap/?sh=3ffa1f2f31f3 (дата обращения: 10.05.2023). [↑](#footnote-ref-77)
78. Hao K. Training a single AI model can emit as much carbon as five cars in their lifetimes // MIT Technology Review. 2019. – URL: https://www.technologyreview.com/2019/06/06/239031/training-a-single-ai-model-can-emit-as-much-carbon-as-five-cars-in-their-lifetimes (дата обращения: 13.05.2023). [↑](#footnote-ref-78)
79. PESTLE Analysis of Artificial Intelligence: The 6 Factors that Affect AI // PESTLE ANALYSIS SWOT AND BUSINESS ANALYSIS TOOLS. 2020. – URL: https://pestleanalysis.com/pestle-analysis-of-artificial-intelligence/#Environmental\_factors\_of\_Artificial\_Intelligence (дата обращения: 18.05.2023). [↑](#footnote-ref-79)
80. Jacobi C. IBM Telum Processor: the next-gen microprocessor for IBM Z and IBM LinuxONE // IBM. 2021. – URL: https://www.ibm.com/blogs/systems/ibm-telum-processor-the-next-gen-microprocessor-for-ibm-z-and-ibm-linuxone/ (дата обращения: 18.05.2023). [↑](#footnote-ref-80)
81. Ingle P. op Artificial Intelligence (AI) Chip Companies Leading The Way. // Marktechpost. 2023. – URL: https://www.marktechpost.com/2023/03/22/top-artificial-intelligence-ai-chip-companies-leading-the-way-in-2022/ (дата обращения: 19.05.2023). [↑](#footnote-ref-81)
82. Dilmegani C. Top 10 AI Chip Makers of 2023: In-depth Guide // AI Multiple. 2023. – URL: https://research.aimultiple.com/ai-chip-makers/ (дата обращения: 19.05.2023). [↑](#footnote-ref-82)
83. Khan I. ChatGPT vs. Bing vs. Google Bard: Which AI Is the Most Helpful? // CNET. 2023. – URL: https://www.cnet.com/tech/services-and-software/chatgpt-vs-bing-vs-google-bard-which-ai-is-the-most-helpful/ (дата обращения: 18.05.2023). [↑](#footnote-ref-83)
84. Johnson J. How to invest in a startup // Insider. 2023. – URL: https://www.businessinsider.com/personal-finance/how-to-invest-in-startups (дата обращения: 19.05.2023). [↑](#footnote-ref-84)
85. Venture Capital Investment Process // MBA Knowledge Base. – URL: https://www.mbaknol.com/business-finance/venture-capital-investment-process/ (дата обращения: 19.05.2023). [↑](#footnote-ref-85)
86. Startup Investment Guide: 10 steps to assess whether a venture is suitable for investment // Board of Innovation. – URL: https://www.boardofinnovation.com/blog/startup-investment-guide-10-steps-to-assess-whether-a-venture-is-suitable-for-investment/ (дата обращения: 19.05.2023). [↑](#footnote-ref-86)
87. Questions to ask when investing in a startup // GCV. – URL: <https://www.growthcapitalventures.co.uk/insights/blog/26-questions-to-ask-when-investing-in-a-startup-business> (дата обращения: 19.05.2023) [↑](#footnote-ref-87)
88. Weber M. et al. AI Startup Business Models: Key Characteristics and Directions for Entrepreneurship Research //Business & Information Systems Engineering. – 2022. – Т. 64. – №. 1. – С. 91-109. [↑](#footnote-ref-88)
89. Five Revenue Models That Can Drive Growth For AI Startups // Forbes. – URL: https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2022/01/12/five-revenue-models-that-can-drive-growth-for-ai-startups/?sh=5e28f92b6414 (дата обращения: 19.05.2023). [↑](#footnote-ref-89)
90. Measuring trends in Artificial Intelligence // Standford University. – URL: https://aiindex.stanford.edu/report/ (дата обращения: 24.04.2023). [↑](#footnote-ref-90)
91. Fortune Business Intelligence. – URL: https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/artificial-intelligence-market-100114 (дата обращения: 24.04.2023). [↑](#footnote-ref-91)
92. 5 AI Trends to Watch in 2023 // built in. – URL: https://builtin.com/artificial-intelligence/ai-trends-2023 (дата обращения: 23.04.2023). [↑](#footnote-ref-92)
93. Dally W. J., Keckler S. W., Kirk D. B. Evolution of the graphics processing unit (GPU) //IEEE Micro. – 2021. – Т. 41. – №. 6. – С. 42-51. [↑](#footnote-ref-93)
94. Lee K. et al. On the trend of resilience for gpu-dense systems //2019 49th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks–Supplemental Volume (DSN-S). – IEEE, 2019. – С. 29-34. [↑](#footnote-ref-94)
95. Brookhouse J., Otero F. E. B., Kampouridis M. Working with opencl to speed up a genetic programming financial forecasting algorithm: Initial results //Proceedings of the companion publication of the 2014 annual conference on genetic and evolutionary computation. – 2014. – С. 1117-1124. [↑](#footnote-ref-95)
96. https://www.peoplematters.in/article/technology/the-four-drivers-of-artificial-intelligence-22858 (дата обращения: 12.05.2023) [↑](#footnote-ref-96)
97. Brookhouse J., Otero F. E. B., Kampouridis M. Working with opencl to speed up a genetic programming financial forecasting algorithm: Initial results //Proceedings of the companion publication of the 2014 annual conference on genetic and evolutionary computation. – 2014. – С. 1117-1124. [↑](#footnote-ref-97)
98. The new AI innovation equation // IBM. – URL: https://www.ibm.com/watson/advantage-reports/future-of-artificial-intelligence/ai-innovation-equation.html (дата обращения: 15.05.2023). [↑](#footnote-ref-98)
99. IBM. – URL: https://www.ibm.com/topics/conversational-ai (дата обращения: 15.05.2023). [↑](#footnote-ref-99)
100. BusinessTechWeekly.com: бизнес-издание [Электронный ресурс]. – Breaking Down Barriers to AI Adoption – Режим доступа : <https://www.businesstechweekly.com/operational-efficiency/artificial-intelligence/barriers-to-ai-adoption/#:~:text=and%20customer%20satisfaction.-,Data%20Privacy%20and%20Security%20Concerns,to%20the%20adoption%20of%20AI>, свободный. – Загл. с экрана. [↑](#footnote-ref-100)
101. Artificial Intelligence (AI) Market. – URL: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-market-74851580.html. [↑](#footnote-ref-101)
102. Market and Markets – бизнес-издание [Электронный ресурс]. – AI Market by Offering – Режим доступа : https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-market-74851580.html, свободный. – Загл. с экрана. [↑](#footnote-ref-102)
103. BusinessTechWeekly.com: бизнес-издание [Электронный ресурс]. – Breaking Down Barriers to AI Adoption – Режим доступа : <https://www.businesstechweekly.com/operational-efficiency/artificial-intelligence/barriers-to-ai-adoption/#:~:text=and%20customer%20satisfaction.-,Data%20Privacy%20and%20Security%20Concerns,to%20the%20adoption%20of%20AI>, свободный. – Загл. с экрана. [↑](#footnote-ref-103)
104. BusinessTechWeekly.com: бизнес-издание [Электронный ресурс]. – Breaking Down Barriers to AI Adoption – Режим доступа : <https://www.businesstechweekly.com/operational-efficiency/artificial-intelligence/barriers-to-ai-adoption/#:~:text=and%20customer%20satisfaction.-,Data%20Privacy%20and%20Security%20Concerns,to%20the%20adoption%20of%20AI>, свободный. – Загл. с экрана. [↑](#footnote-ref-104)
105. ITWeek.ru: бизнес-издание [Электронный ресурс]. – Как и зачем управлять данными в бизнесе? – Режим доступа : <https://www.itweek.ru/themes/detail.php?ID=221555>, свободный. – Загл. с экрана. [↑](#footnote-ref-105)