



# Благодарности

---

Авторы выражают глубокую признательность ведущим экспертам – представителям компаний, университетов, научных организаций, ведомств, отраслевых ассоциаций за обсуждение вопросов, связанных с разработкой и использованием технологий искусственного интеллекта. В интервью приняли участие:

А. К. Анисимов, С. В. Афанасьев, С. И. Ашманов,  
П. Д. Бахтин, А. В. Болдачев, А. С. Большаков,  
Д. И. Буслов, Д. П. Ветров, Ю. Е. Власова, С. В. Гарбук,  
М. Ю. Гирин, Е. С. Глухов, Д. Д. Горинов, А. С. Горшков,  
В. А. Громов, Р. Ш. Гулиенко, М. И. Гущин, Г. В. Демин,  
Д. А. Деркач, А. А. Деханова, А. С. Диденко,  
А. М. Дробышев, А. В. Дуб, Р. В. Душкин,  
Д. Э. Загорулькин, А. А. Заммоев, А. А. Зарубин,  
М. А. Захаров, Г. А. Зуев, Я. О. Ибрагимов,  
Д. А. Ильвовский, В. М. Казаков, Н. Д. Каменев,  
Е. Д. Карасев, П. М. Кикин, А. Г. Колонин,  
М. М. Комаров, А. А. Комиссаров, А. В. Корнаев,  
В. С. Котежеков, А. В. Кузнецов, М. С. Кузнецов,  
К. В. Кукушкин, П. Н. Куликовский, А. О. Куховаренко,  
Д. А. Ларионов, Д. В. Лемтюжинова, А. С. Ли,

М. М. Магрук, О. Ю. Маковельский, И. В. Максимов,  
А. М. Мещерякова, И. Г. Мирин, Е. Г. Миронов,  
Н. Э. Михайловский, И. О. Мищенко, А. А. Назаренко,  
С. Ю. Наквасин, Г. М. Новиков, В. И. Носко,  
Д. В. Онтоев, А. И. Панов, К. О. Панфилов,  
Н. С. Пестова, И. Н. Петухов, А. А. Полозов-Яблонский,  
М. С. Попцова, В. Б. Прохорова, Д. А. Распопов,  
Ф. Д. Ратников, А. А. Сааков, С. В. Самсонов,  
В. С. Сафронов, И. В. Семичаснов, С. Л. Серебров,  
А. П. Сидорюк, М. С. Сквирский, И. В. Скобелев,  
П. В. Скрипниченко, С. А. Сладников, С. И. Сметанин,  
М. И. Степнов, П. А. Строганов, Д. А. Сытник,  
И. А. Тараскин, Н. С. Тарасов, С. А. Терехов,  
Д. Ю. Турдаков, П. А. Хлюпин, М. Б. Хорошко,  
Н. В. Шмырев, А. А. Шпильман, Н. С. Якунов.

# Содержание

Список определений, обозначений и сокращений	5
Введение	9
Методология исследования	12
Эмпирическая база	20

---

## **1. Глобальная повестка** **22**

1.1. Технологический ландшафт	24
1.2. Рынки	32
1.3. ИИ в повестке стран-лидеров	38

---

## **2. Практики разработки ИИ-решений** **48**

2.1. Исследовательская и изобретательская активность	50
2.2. Предложение ИИ-решений	60

---

## **3. Практики внедрения ИИ-решений** **68**

3.1. Модели использования ИИ	70
3.2. Стратегии выбора ИИ-решений	80
3.3. Профили ИИ-решений	88
3.4. Условия для внедрения ИИ	102
3.5. Эффекты ИИ	112
3.6. Барьеры и стимулы	118

---

## **4. Основные выводы** **126**

Перечень источников	140
---------------------	-----

# Список определений, обозначений и сокращений

<b>АЛРИИ</b>	Ассоциация лабораторий по развитию искусственного интеллекта
<b>БРИКС+</b>	Межправительственное объединение, союз государств: Бразилии, России, Индии, Китая, ЮАР, Ирана, ОАЭ, Египта, Эфиопии
<b>БСИА</b>	Биометрическая система идентификации и аутентификации
<b>ДПО</b>	Дополнительное профессиональное образование
<b>ЕАЭС</b>	Евразийский экономический союз
<b>ИИ</b>	Искусственный интеллект
<b>ИКТ</b>	Информационно-коммуникационные технологии
<b>ИСИЭЗ</b>	Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ
<b>ИТ</b>	Информационные технологии
<b>МГУ им. М. В. Ломоносова</b>	Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
<b>МСП</b>	Малые и средние предприятия
<b>МФТИ (НИУ)</b>	Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)
<b>НИУ ВШЭ</b>	Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
<b>НИУ ИТМО</b>	Национальный исследовательский университет ИТМО

<b>НЦРИИ</b>	Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации (НИУ ВШЭ)
<b>ПАК</b>	Программно-аппаратный комплекс
<b>ПО</b>	Программное обеспечение
<b>РАН</b>	Российская академия наук
<b>РАИИ</b>	Российская ассоциация искусственного интеллекта
<b>РАНИ</b>	Российская ассоциация нейроинформатики
<b>РЗМ</b>	Редкоземельные металлы
<b>РИД</b>	Результаты интеллектуальной деятельности
<b>Самарский университет</b>	Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва
<b>Сколтех</b>	Сколковский институт науки и технологий
<b>СПбГУ</b>	Санкт-Петербургский государственный университет
<b>СПбГЭТУ «ЛЭТИ»</b>	Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)
<b>СПбПУ</b>	Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
<b>ФНИЦ</b>	Федеральный научно-исследовательский центр
<b>ФНЦ</b>	Федеральный научный центр
<b>ФРП</b>	Фонд развития промышленности
<b>ЦОД</b>	Центр обработки данных
<b>ЭКБ</b>	Электронная компонентная база
<b>5G</b>	Fifth generation – Пятое поколение мобильной связи стандарта 5G/IMT-2020

<b>AR</b>	Augmented Reality – Дополненная реальность
<b>ASIC</b>	Application-Specific Integrated Circuit – Интегральная схема специального назначения
<b>AutoML</b>	Automated Machine Learning – Автоматическое машинное обучение
<b>B2B</b>	Business to Business – Взаимодействие «бизнес для бизнеса»
<b>B2C</b>	Business to Customer – Взаимодействие «бизнес для потребителя»
<b>BERT</b>	Bidirectional Encoder Representations from Transformers – Языковая модель от Google, предназначенная для решения задач обработки естественного языка
<b>CAWI</b>	Computer-Assisted Web Interviewing – Онлайн-опрос с помощью интернет-технологий
<b>ChatGPT</b>	Chat Generative Pre-trained Transformer – Чат-бот на основе большой языковой модели от OpenAI для ведения диалога с пользователем и генерации текста
<b>CPU</b>	Central Processing Unit – Центральный процессор
<b>CRM</b>	Customer Relationship Management – Система управления отношениями с клиентами
<b>DRAM</b>	Dynamic Random-access Memory – Энергозависимая технология хранения данных с произвольным доступом процессора к любой части памяти
<b>ERP</b>	Enterprise Resource Planning – Система планирования ресурсов организации
<b>FPGA</b>	Field-programmable Gate Array – Программируемые логические интегральные схемы с возможностью физического конфигурирования после изготовления
<b>GAN</b>	Generative Adversarial Network – Генеративно-сопоставительные сети
<b>GigaChat</b>	Большая языковая модель от ПАО «Сбербанк» для диалога с пользователем, генерации изображений и текстов

<b>GPT</b>	Generative Pre-trained Transformer – Серия языковых моделей, основанных на архитектуре трансформеров, которые обучаются на больших наборах данных, чтобы генерировать текст, схожий с человеческим
<b>GPU</b>	Graphics Processing Unit – Графический процессор
<b>ICS</b>	Industrial Control System – Автоматизированная система управления (АСУ)
<b>Kandinsky</b>	Диффузионная генеративная модель от ПАО «Сбербанк» для создания изображений по их текстовому описанию
<b>LaMDA</b>	Language Model for Dialogue Applications – Большая языковая модель от Google для ведения диалога с пользователем и генерации текста
<b>LLM</b>	Large Language Model – Большая языковая модель
<b>MES</b>	Manufacturing Execution System – Система управления производственными процессами
<b>Midjourney</b>	Генеративная модель от одноименной компании для создания изображений по их текстовому описанию
<b>NAND</b>	Энергонезависимая технология хранения данных с возможностью перезаписи
<b>NLP</b>	Natural Language Processing – Обработка естественного языка
<b>OCR</b>	Optical Character Recognition – Оптическое распознавание символов
<b>PLM</b>	Product Lifecycle Management – Система управления жизненным циклом продукта
<b>RAG</b>	Retrieval Augmented Generation – Поисковая расширенная генерация
<b>ruDALL-E</b>	Генеративная модель от ПАО «Сбербанк» для создания изображений по их текстовому описанию
<b>SCM</b>	Supply Chain Management – Система управления цепочками поставок
<b>SDL</b>	Self-driving Labs – Роботизированные (автоматизированные) лаборатории
<b>STEM</b>	Science, Technology, Engineering, Mathematics – Модель подготовки специалистов, объединяющая естественные и инженерные науки

# Введение

После первой волны завышенных ожиданий и визионерского восприятия искусственный интеллект (ИИ) постепенно становится неотъемлемым инструментом бизнеса. Уже сегодня он применяется практически во всех сферах деятельности – от мониторинга сельскохозяйственных угодий до управления космическими аппаратами и помощи в написании научных работ и статей в СМИ. Демократизация технологий, улучшение технических характеристик решений и их стандартизация приводят к появлению новых продуктов и рынков ИИ.

Главный тренд последних лет – бурное развитие мегамodelей (мультизадачных, мультимодальных, мультязычных), выполняющих задачи на разных языках и обрабатывающих данные различного типа (текст, речь, изображения и др.). В марте 2023 г. появилась модель GPT-4, способная принимать на вход не только текстовую информацию, но и наборы изображений. Это побудило все крупнейшие ИТ-компании мира включиться в конкурентную гонку по созданию собственных чат-ботов на основе больших языковых моделей (Bard от Google, Q от Amazon, ERNIE Bot от Baidu и др.).

Однако релизы все более мощных и «всеядных» моделей далеко не всегда сопровождаются оценкой рисков, которые они порождают. На фоне взрывного роста возможностей ведущие мировые эксперты и аналитические центры периодически призывают приостановить обучение мощных нейросетей, поскольку потеря контроля в данной области может угрожать человечеству. Помимо риска замещения трудовых функций человека, в числе наиболее явных угроз – массовый сбор данных пользователей ИИ-сервисов и приложений, возможность генерации дипфейков, копирующих голос и даже мимику человека, а также отсутствие объективных гарантий корректности работы больших моделей машинного обучения.

Тревожные настроения относительно рисков распространения ИИ затрагивают многие страны. Так, Италия первой в мире ввела запрет на использование ChatGPT из-за нарушения сохранности персональных данных пользователей. Каждому государству приходится делать выбор между активным внедрением технологий ИИ, сулящим новые возможности и прорывы, и безопасностью коммерческих, производственных, информационных и иных систем.

За последний год появился целый ряд национальных и наднациональных инициатив в области регулирования ИИ. Первый закон о регулировании систем ИИ принят в марте 2024 г. в ЕС. В США издан указ, обязывающий разработчиков сообщать государству в лице ответственных ведомств результаты тестирования безопасности работы ИИ-решений, а в Китае действуют правила регулирования контента, созданного с помощью генеративного ИИ. Знаковым событием стало принятие резолюции Генеральной Ассамблеи ООН по ИИ, направленной на формирование международного правового контура для обеспечения безопасности систем ИИ [1]. В основе этих и иных документов такого рода лежит поиск баланса между развитием ИИ, защитой данных пользователей и предотвращением негативного влияния ИИ на экономику и общество.

Выработка правил игры для ИИ стоит на повестке дня и в России. В июле 2024 г. приняты поправки к закону «Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации», включающие положения об ответственности за причинение вреда в результате использования технологий ИИ [2]. Предлагается и ряд других новшеств, в частности прорабатываются подходы к обезличиванию персональных данных для систем и сервисов ИИ [3].

Подобная «тонкая настройка» регуляторики в сфере ИИ призвана содействовать развитию собственной научной и технологической базы. Россия – одна из немногих стран, обладающих собственными фундаментальными заделами в области ИИ, включая мегамодели. Наиболее популярные из них – GigaChat, Kandinsky (ПАО «Сбербанк»), YaLM («Яндекс»). Имеется также целый ряд других перспективных разработок отечественных университетов и компаний.

В последние годы в нашей стране пройдено несколько важных вех в развитии ИИ. Летом 2019 г. было подписано соглашение между Правительством Российской Федерации и ПАО «Сбербанк» о развитии высокотехнологичного направления «Искусственный интеллект», чуть позже – принята Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 г. (далее – Стратегия). Инструментом ее реализации стал федеральный проект «Искусственный интеллект».

В 2024 г. Стратегия была актуализирована. В число ключевых задач вошли расширение вычислительных мощностей для ИИ, создание передовых разработок и развитие исследовательских команд, что в совокупности призвано ускорить внедрение ИИ в экономике и госуправлении.

По поручению Президента Российской Федерации сформирован новый национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» с горизонтом до 2030 г., частью которого станут инициативы по развитию ИИ. Он придет на смену национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации», завершающей свое действие в 2024 г.

Динамично развивается российский рынок ИИ. Разработчики предлагают широкий спектр решений, в том числе весьма передовых – на основе мегамоделей. Ускоряется внедрение ИИ в различных отраслях, расширяется сфера его применения. Однако спрос на подобные решения пока остается фрагментарным: ИИ востребован преимущественно крупным бизнесом, что обусловлено целым комплексом факторов, включая недостаточный уровень базовой цифровизации организаций ряда отраслей, высокую стоимость решений, нехватку кадров и др. Ситуация осложняется также сложившейся геополитической ситуацией, ограничениями на поставки компонентной базы, участие в международной кооперации, трансфер технологий. Между странами обостряется борьба за таланты. Чтобы своевременно отвечать на многочисленные внешние вызовы и реализовать потенциал ИИ-индустрии, необходим системный взгляд на процессы, происходящие в отечественной экономике под влиянием ИИ.

Несмотря на экспоненциальный рост информации по этой тематике (сейчас за неделю издается больше научных публикаций в области ИИ, чем за все 1990-е гг.!), ощущается серьезный дефицит обоснованной и выверенной информации для принятия доказательных решений. Сегодня аналитика, посвященная тенденциям и перспективам развития и практического применения ИИ, нередко опирается на самые разнообразные материалы, зачастую не имеющие в своей основе профессиональной доказательной базы.

В нашей публикации представлены итоги двух раундов мониторинга развития ИИ в российской экономике, проведенных ИСИЭЗ НИУ ВШЭ в 2022 – начале 2024 г. Рассмотрены глобальные тренды развития ИИ, государственная политика в этой области, наиболее распространенные практики создания ИИ-технологий и решений, их внедрения в бизнесе. При подготовке доклада использован комплекс различных источников, прежде всего результаты обследования российских организаций – пользователей ИИ, опроса более сотни российских специалистов – разработчиков ИИ, интервью с ведущими экспертами.

Издание предназначено представителям бизнеса, науки, образования, государственного управления, всем интересующимся вопросами развития и применения технологий ИИ.

# Методология исследования

## Для чего нужен мониторинг?

Мониторинг – один из наиболее распространенных форматов систематической аккумуляции данных о сложных, комплексных явлениях и процессах. Это система сбора, систематизации, обработки, анализа и представления особым образом структурированной информации.

### Мониторинговые исследования

как инструмент экономического анализа имеют ряд специфических особенностей:

- высокий уровень детализации изучаемых аспектов;
- сочетание «жестких» (формализованных) и более «мягких» (трудно формализуемых) индикаторов, различных источников данных для их оценки;
- оперативность и регулярность получения информации.

Особенно востребованы мониторинговые исследования в сфере ИИ. Это объясняется высокой скоростью развития данной области, необходимостью

отслеживать не только уже сформировавшиеся, получившие широкое распространение, но и только зарождающиеся тенденции. Регулярный характер исследования позволяет уточнять и развивать методологические подходы к изучению технологий ИИ. В числе наиболее известных мониторинговых проектов в сфере ИИ – Обсерватория политики в области ИИ ОЭСР (OECD.AI Policy Observatory) [4], AI Watch Европейской комиссии [5], ежегодный Индекс ИИ Стэнфордского института человекоцентричного ИИ (HAI, Stanford University Human-Centered Artificial Intelligence) [6] и др.

В теоретической и эмпирической литературе признается вклад ИИ как технологии общего назначения (general-purpose technology) в рост производительности труда, добавленной стоимости отраслей и в конечном счете – в технологическую трансформацию экономики. Несмотря на консенсус в понимании макроэкономических эффектов влияния ИИ, механизмы и формы проявления этих изменений на уровне отдельных экономических субъектов, т. е. на микроуровне, остаются малоизученными.

**Цель мониторинга ИИ** – формирование актуализируемой базы знаний для выявления и анализа взаимосвязей между различными тенденциями создания и внедрения ИИ-решений.

**Объект** – российские организации, разрабатывающие и использующие ИИ-решения.

**Предмет** – процессы, связанные с технологическими и рыночными аспектами создания и внедрения ИИ-решений в организациях.

**Практическая значимость** исследования заключается в формировании научно и эмпирически обоснованной информационной базы для содействия повышению спроса на отечественные ИИ-решения и их внедрению в отраслях экономики.

## Задачи мониторинга

- 1 Формирование и актуализация базы данных по ключевым направлениям создания и внедрения ИИ-решений в российской экономике
- 2 Выявление наиболее значимых аспектов развития ИИ, в том числе технологических и рыночных, и государственной политики в этой области
- 3 Развитие эмпирических методов анализа явлений, связанных с созданием и внедрением ИИ-решений
- 4 Проведение выборочных специализированных обследований/опросов по актуальным направлениям развития и распространения ИИ в экономике
- 5 Подготовка актуальных аналитических публикаций для широкого круга читателей

## Чему посвящен мониторинг?

Исследование охватывает три направления – глобальную повестку, практики разработки ИИ-решений и практики их внедрения. В каждом из этих направлений раскрываются два основных аспекта изучения ИИ.

**Технологический аспект.** ИИ – высокодинамичная технология сквозного характера с предельно коротким инновационным циклом. Мониторинг помогает в динамике отслеживать текущие и среднесрочные траектории развития различных технологий и решений на их основе. Эта информация важна для прогнозирования направлений технологического развития, определения востребованности технологий, оценки рисков и эффектов их применения, поддержки развития стартапов и др.

**Рыночный аспект.** Внедрение ИИ приводит к появлению новых видов продуктов и услуг, повышению эффективности производственных и бизнес-процессов и взаимодействия между экономическими субъектами. Мониторинг позволяет выявлять наиболее существенные факторы, которые учитываются при принятии решений различными акторами, прежде всего отраслевыми заказчиками и разработчиками ИИ, а также узкие места для устранения дисбалансов на рынке ИИ.

Государство играет определяющую роль в развитии ИИ, устанавливая цели, приоритеты и регуляторные рамки, стимулируя создание и внедрение решений. Кроме того, оно само применяет ИИ для управленческих задач различных уровней. Принимаемые государством инициативы объединяют всех акторов в единую экосистему и воздействуют на технологические, рыночные и иные факторы достижения долгосрочных целей социально-экономического развития. Как правило, они радикально меняют исходные условия и архитектуру экономических отношений между участниками рынка. Поэтому перечень рассматриваемых в мониторинге аспектов дополнен анализом государственных инициатив в сфере ИИ.

## Как организован мониторинг?

Для изучения вышеназванных направлений используются различные источники данных, прежде всего результаты обследования российских организаций – пользователей ИИ, опроса более сотни российских специалистов – разработчиков ИИ, интервью с ведущими экспертами. Описание источников данных приведено на стр. 16. Для каждого из них использован набор соответствующих качественных и количественных методов исследования.

**Обследование организаций** – центральный элемент мониторинга. Подходы к его организации и проведению разработаны с учетом международного и российского опыта статистических исследований инноваций и цифровой экономики, в том числе рекомендаций ОЭСР [7], и адаптированы к специфике технологий ИИ.

Инструментарий обследования (анкета) синхронизирован с гайдом (руководством) для проведения интервью и анкетой для опроса разработчиков ИИ.

В их основе лежит сформированный для целей настоящего мониторинга перечень решений, сгруппированных по функциональному признаку (системы компьютерного зрения, распознавания и синтеза речи, обработки естественного языка и др.). При его разработке учтены положения Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 г. [8].

**Мониторинг ИИ** – гибкий инструмент, который ежегодно актуализируется, в том числе путем включения новых тематик, разрезов и методов анализа. В дальнейшем в рамках мониторинга планируется изучить основные тенденции внедрения ИИ в реальном секторе экономики.

Результаты мониторинга, в том числе итоги обследований организаций – пользователей ИИ, дополняют и расширяют данные официальной статистики в части поведенческих паттернов и стратегий, связанных с созданием и внедрением в организациях ИИ-решений. Это позволяет выявить условия и факторы, определяющие развитие российского рынка ИИ.

## Общая схема мониторинга



## Перечень отраслей

Сокращенное наименование	Коды ОКВЭД2	Виды деятельности согласно ОКВЭД2
Сельское хозяйство	A (01–03)	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство
Добыча	B (05–09)	Добыча полезных ископаемых
Производство	C (10–33)	Обрабатывающие производства
Энергетика	D (35)	Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха
Строительство	F (41–43)	Строительство
Торговля	G (45–47)	Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов
Транспорт и логистика	H (49–53)	Транспортировка и хранение
Телекоммуникации	61	Деятельность в сфере телекоммуникаций
ИТ-отрасль	62–63	Разработка ПО, деятельность в сфере ИТ
Финансы и страхование	K (64–66)	Деятельность финансовая и страховая
Профессиональная, научная и техническая деятельность	M (69–70, 73–75)	Деятельность профессиональная, научная и техническая
Архитектура, инженерно-техническое проектирование	71	Деятельность в области архитектуры и инженерно-технического проектирования; технических испытаний, исследований и анализа
Научные исследования и разработки	72	Научные исследования и разработки
Высшее образование	85.22, 85.23	Образование высшее. Подготовка кадров высшей квалификации
Здравоохранение	Q (86–88)	Деятельность в области здравоохранения

## Перечень ИИ-решений

Группы ИИ-решений	Продуктовые линейки
Биометрические системы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Системы идентификации и аутентификации на основе фото, видео и иных данных, за исключением голоса</li> <li>• Системы голосовой идентификации и аутентификации</li> <li>• Системы многофакторной идентификации и аутентификации</li> </ul>
Рекомендательные системы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рекомендательные системы (системы алгоритмических рекомендаций)</li> <li>• Экспертные системы</li> <li>• Предиктивная аналитика, в том числе для обслуживания оборудования и транспортных средств</li> <li>• Прескриптивная (предписывающая) аналитика</li> </ul>
Решения на основе перспективных методов ИИ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Автоматическое машинное обучение (AutoML), трансферное машинное обучение, генерация контента, в том числе изображений, и др.</li> </ul>
Системы для автоматизированного сбора, анализа больших данных	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Различные решения для автоматизированного сбора, обработки, хранения и использования структурированных и неструктурированных массивов информации</li> </ul>
Системы интеллектуальной поддержки принятия решений	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Системы управления беспилотными автомобилями</li> <li>• Системы управления беспилотными летательными аппаратами</li> <li>• Системы управления беспилотными автономными поездами</li> <li>• Системы управления беспилотными автономными судами</li> <li>• Системы управления промышленными и сервисными роботами</li> </ul>

(окончание)

Группы ИИ-решений	Продуктовые линейки
Системы кибербезопасности на основе ИИ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Различные решения для защиты информационных систем, программных продуктов и коммуникационных сетей с помощью технологий ИИ от угроз информационной безопасности, связанных с нарушением целостности, доступности и конфиденциальности данных</li> </ul>
Системы компьютерного зрения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Системы распознавания на основе фото- и видеоданных</li> <li>• Системы распознавания и анализа характеристик действий (анализ потока данных камеры, автоматическое выявление параметров обстановки, определение скорости движения человека и др.)</li> <li>• Системы распознавания и анализа (вербализации) сцен</li> <li>• Системы трекинга (отслеживания объектов)</li> <li>• Системы детектирования поведения</li> <li>• Системы оптического распознавания символов (OCR)</li> </ul>
Системы обработки естественного языка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NLP-системы обслуживания клиентов / чат-боты</li> <li>• Системы автоматического перевода</li> <li>• Системы генерации текстов</li> <li>• Системы сентимент-анализа</li> <li>• Системы классификации больших текстовых массивов и поисковые машины</li> <li>• Системы распознавания именованных сущностей (NER)</li> </ul>
Системы распознавания и синтеза речи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Голосовые помощники (системы распознавания голосовых команд)</li> <li>• Многоязычные системы распознавания речи</li> <li>• Системы автоматического аннотирования и реферирования текстов</li> <li>• Системы синтеза речи</li> </ul>

# Эмпирическая база

## Опрос разработчиков ИИ

Портрет типового заказчика ИИ-решений, приоритеты и ограничения разработки

Опрос российских специалистов, разрабатывающих технологии и решения ИИ (вторая половина 2022 г.)

**101** респондент

Формирование целевой выборки проводилось на основе базы экспертов в области ИИ, сформированной ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, включая представителей:

- **ИТ-компаний, стартапов,** специализирующихся на ИИ-решениях
- **крупных компаний иных отраслей,** разрабатывающих ИИ-решения для собственных нужд
- **ведущих вузов и научных организаций:** НИУ ВШЭ, МФТИ, СПбПУ и др.
- **профильных объединений разработчиков:** Российской ассоциации искусственного интеллекта (РАИИ), Ассоциации лабораторий по развитию искусственного интеллекта (АЛРИИ), сообщества DataMasters и др.

\* Повторяющееся на протяжении длительного времени обследование выделенных по определенным характеристикам групп респондентов.

## Обследование организаций – пользователей ИИ

Типовые практики применения, профили ИИ-решений, ограничения и стимулы для внедрения ИИ

Лонгитюдное обследование\* российских организаций различных видов экономической деятельности (2022–2023 гг.)

**2,5** тыс. организаций

Сформирована вероятностная многомерная стратифицированная выборка организаций, использующих ИИ и предоставивших отчет по форме федерального статистического наблюдения № 3-информ «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг» в 2021–2022 гг.:

- организации из **36 регионов с наибольшим вкладом в основные социально-экономические показатели** федеральных округов и России в целом
- **61,3%** респондентов – **крупные, 32,5%** – **средние** организации
- **20 отраслей экономики,** в том числе торговля (19,1%), обрабатывающая промышленность (19%), финансы и страхование (15,6%), транспорт и логистика (9%), ИТ-отрасль (7,2%), телекоммуникации (7%) и др.

## Глубинные интервью

Мировая научно-технологическая повестка развития ИИ, практики создания и внедрения ИИ в России

Серия полуструктурированных интервью (2022–2023 гг.)

93 ведущих российских эксперта

В интервью приняли участие представители:

- **крупнейших компаний (43,7%):** «Сбер», «Росатом», «Газпромнефть», «Сибур» («Сибур Диджитал»), «Руформ» (RuTube), Naumen, МТС и др.
- **стартапов и МСП (13,7%):** «Третье мнение», «Лаборатория Наносемантика», «Биорг» и др.
- **вузов и научных организаций (31,6%):** НИУ ВШЭ, МФТИ, Институт системного программирования РАН, Университет Иннополис, «Сколтех» и др.
- **органов государственной власти (6,3%):** Минэкономразвития России, Департамент информационных технологий г. Москвы и др.
- **ассоциаций (5,3%):** АНО «Цифровая экономика», Российская ассоциация нейроинформатики (РАНИ) и пр.

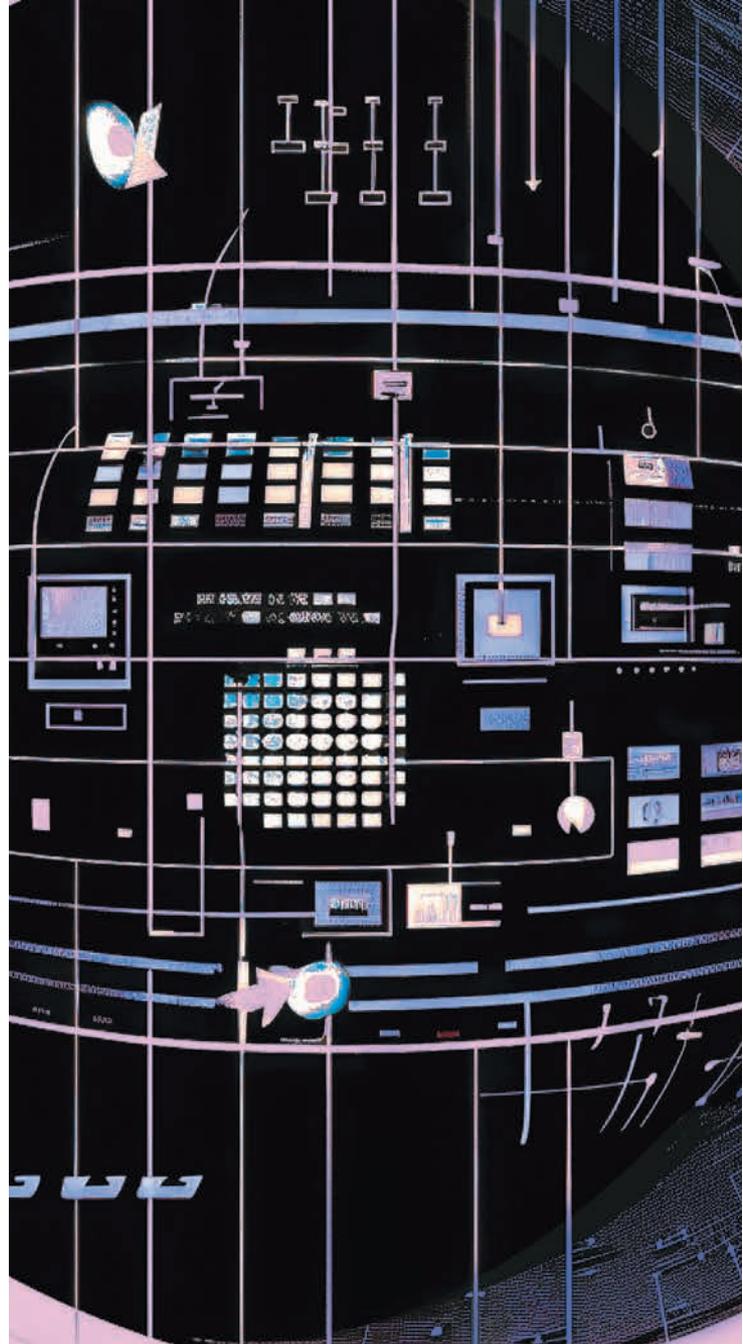
## Кабинетное исследование

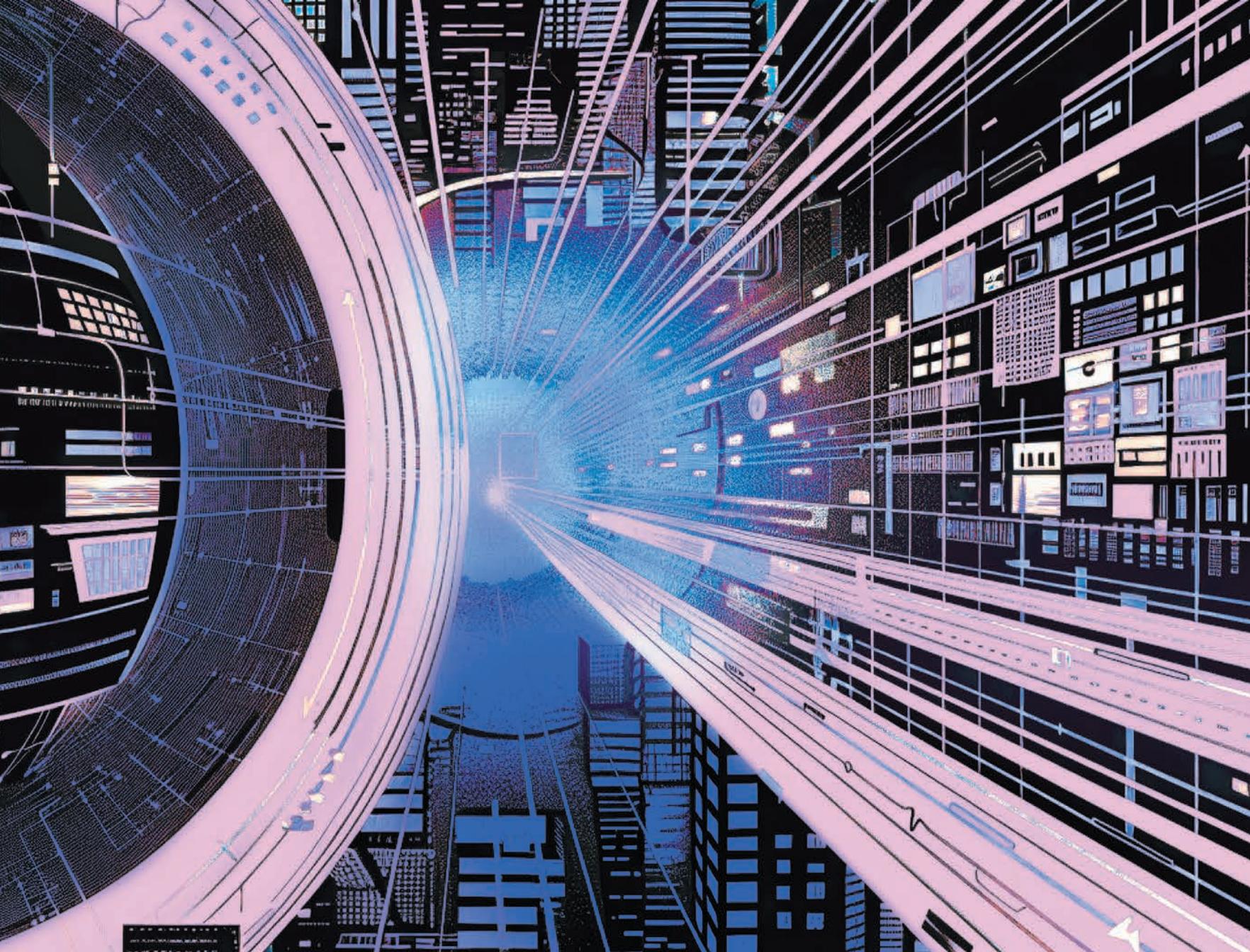
Исследовательская и изобретательская активность, рынки, направления государственной политики

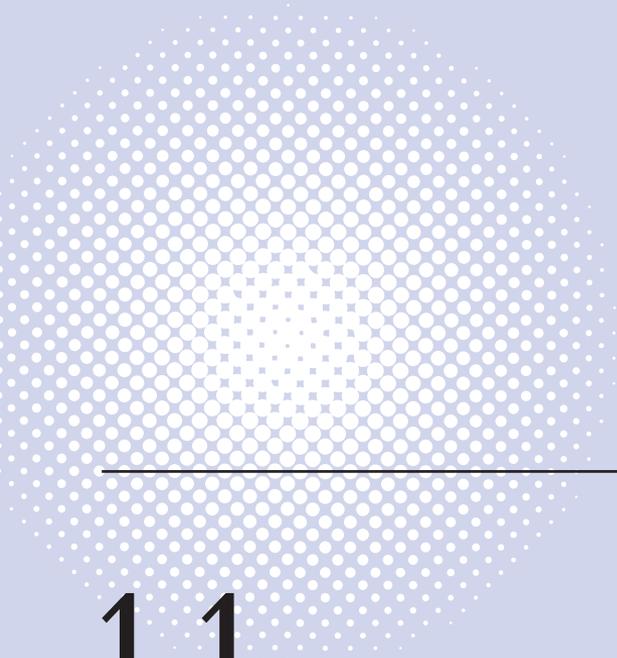
- Корпус источников **Системы интеллектуального анализа больших данных iFORA**, разработанной ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, по тематике ИИ (более 440 тыс. научных статей, патентов, рыночных обзоров и др.)
- **База данных научного цитирования Scopus** (94,5 млн научных публикаций)
- **Патентная база PatStat Global** (свыше 90 млн патентных документов)
- **Стратегические и программные документы в области ИИ;** материалы международных организаций и ведущих аналитических центров, обзоры развития рынков и технологий

1

# Глобальная повестка







---

# 1.1

## Технологический ландшафт



# Какие технологии объединяет ИИ?



**Кластеры** – совокупности тематически близких технологий (выделены цветами)

**Размер шрифта** соответствует значимости термина (частоте встречаемости, нормализованной на количество документов)

**Расстояние между терминами** отражает семантическую связь между технологиями

---

Ядро сферы ИИ – базовые и прикладные технологии. К ним примыкают ряд смежных направлений, включая робототехнику, квантовые вычисления, сети связи и др.

### Базовые и прикладные технологии ИИ

К базовым технологиям ИИ относятся различные типы машинного обучения (например, глубокое обучение), методы и модели ИИ (в том числе генеративные модели).

Прикладные технологии представляют группы технологий, объединенных по функциональному признаку (например, трекинг транспортных средств, генерация изображений, распознавание объектов, обнаружение движений, выявление аномалий и др.).

### Инфраструктурная база для ИИ-решений

Инфраструктурной базой для ИИ-решений служат современные технологии связи, аппаратное обеспечение, инструменты кибербезопасности, в том числе на основе блокчейна.

### Комплексные ИТ-решения

Часто ИИ-технологии выступают неотъемлемым элементом комплексных ИТ-систем, которые сочетают различные решения, прежде всего в областях робототехники, промышленного ПО, облачных вычислений.

### Квантовый ИИ

Квантовые вычисления позволяют быстро и эффективно решать сложные задачи, не реализуемые в рамках классических моделей. В сфере ИИ квантовые компьютеры позволяют существенно ускорить выполнение операций по обучению нейросетей в условиях растущей потребности в вычислительных мощностях.

В перспективе научные прорывы в этой области способны кардинально изменить ландшафт всей экономики. В настоящее время индустрия квантовых компьютеров все еще находится на начальном этапе развития, идет поиск наиболее жизнеспособных технологий для дальнейшего промышленного масштабирования.

# Технологические тренды

**Трансформеры** – модели с миллиардами и даже триллионами параметров, которые могут решать широкий круг задач, таких как обработка и генерация текста, изображений и др. К ним относятся и большие языковые модели (LLM): GPT, LaMDA, BERT и др. Набирает популярность поисковая расширенная генерация (RAG), которая сочетает преимущества LLM и семантического поиска за счет использования дополнительной релевантной информации из баз данных или поисковых систем.

- **Слияние данных (Data Fusion)** – объединение данных различных видов (текстов, изображений, аудио) в единые базы для дальнейшей работы, в том числе для обучения большой нейросети.
- **Генеративно-сопоставительные сети (GAN)** – архитектура машинного обучения для создания ИИ-моделей, способных самостоятельно генерировать контент (видео, аудио, текст и др.). Основной сферой их приложения сегодня являются креативные индустрии, но есть потенциал и бизнес-применений (например, генеративный дизайн в промышленном производстве).

- **Интеграция ИИ в решения для кибербезопасности («ИИ против ИИ»)**. Новые возможности больших моделей привели к обострению проблем защиты и обеспечения конфиденциальности данных и появлению специфичных рисков, связанных с дипфейками, выдачей пользователям ложной информации и вредоносных инструкций. В качестве ответа на них разрабатываются новые инструменты безопасности на основе ИИ.

**Демократизация ИИ** – создание моделей и инструментов машинного обучения, не требующих навыков программирования для простых одноплатформенных задач (Low-code/No-code). Это упрощает распространение ИИ и способствует появлению технологических платформ, учитывающих географию стран, их ценностные, этические, историко-культурные, регуляторные нормы и др.

- **Автоматическое машинное обучение (AutoML)** – использование больших предобученных моделей для обработки, анализа, интерпретации информации без участия человека. Ключевые преимущества – простота в использовании, низкие затраты на тестирование ИИ-решений.

---

Главным трендом последних нескольких лет стала разработка больших ИИ-моделей – более производительных, энергоэффективных, способных хранить большой объем данных и решать одновременно множество задач.

- **Методы Few-shot / One-shot / Zero-shot Learning** – подходы к тренировке моделей в области трансферного обучения (обучение на малом числе примеров / с первого раза / без примеров).
- **ИИ-агенты** – совокупность автономных программных элементов, которые взаимодействуют друг с другом и обучаются на собственном опыте в процессе выполнения сложных задач без участия человека. Их главная особенность – способность решать произвольные задачи, которым ИИ-агента предварительно не обучали.

---

## Эффекты

- Формирование новых рынков, связанных с генеративными моделями (в том числе в сфере креативных индустрий), возможность дополнения или частичного замещения трудовых функций человека
- Ускорение темпов развития ИИ за счет «самовоспроизведения» («ИИ пишет код для самого себя»)
- Появление новых инструментов для проведения научных исследований и разработок, в том числе роботизированных (автоматизированных) лабораторий (self-driving labs, SDL)

---

## Вызовы

- Усиление монополизации технологического знания глобальными корпорациями
- Фрагментация мирового ИИ-рынка по технологическим и геополитическим параметрам
- Запаздывание национальных систем регулирования при возрастании рисков применения ИИ (фейковый контент, вредоносный открытый код и др.)

# Зрелость технологий ИИ

---

На более ранних этапах зрелости находятся новые методы машинного обучения – основа для следующего поколения прикладных технологий. Средний период обновления технологий ИИ – 0,5–2 года.

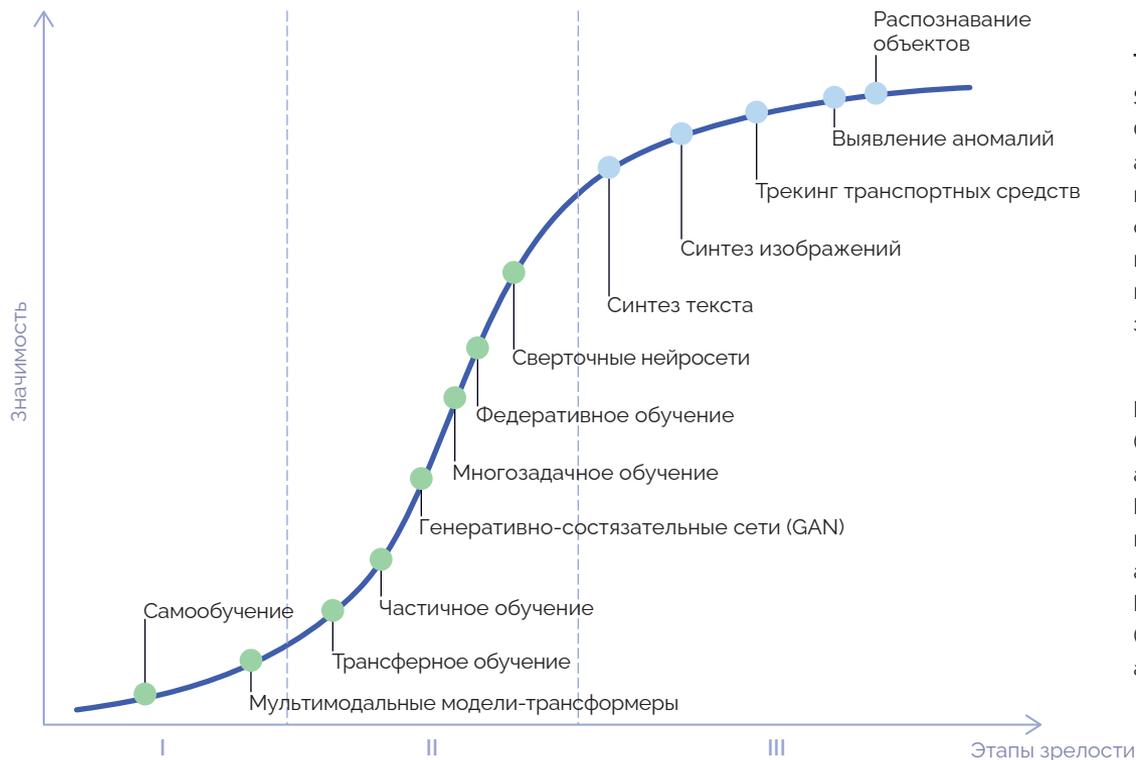
На этапе зарождения и развития (**I-II этапы зрелости**) находятся различные подходы и методы обучения, способные повысить эффективность действующих моделей. Самообучение позволяет тренировать ИИ-модель на небольшом объеме размеченных данных, которые могут принадлежать другой предметной области. Концепция трансферного обучения заключается в донастройке под поставленную задачу предобученной модели, натренированной на тематически близкой, родственной задаче, что расширяет сферу применения модели, снижает остроту нехватки данных, потребность в вычислительных мощностях и др. Еще один подход – федеративное обучение, при котором оно осуществляется децентрализованно, на множестве устройств, в том числе пользовательских, благодаря чему исключается необходимость передачи данных

в единую систему. Все эти методы упрощают практическое применение ИИ-моделей, адаптируя их под специфику конкретных задач.

Основной вектор развития машинного обучения в целом – упрощение работы с ИИ-моделями на стадии обучения и эксплуатации (инференса), оптимизация потребности в данных. Генеративные модели, популярные среди разработчиков и частных пользователей, в реальном секторе задействованы ограниченно. Причины тому – их «галлюцинирование» (генерирование ложной информации) и нежелание компаний передавать информацию за пределы внутреннего контура. Правила использования генеративного ИИ для защиты пользователей и надежной работы решений впервые приняты в Китае летом 2023 г.

Практически по всем прикладным технологиям растут объемы рынков и разнообразие решений – универсальных и нишевых (**III этап**). Они могут создаваться в виде отдельного программного продукта либо встраиваться в комплексные ИТ-системы или оборудование. Формируется запрос на мультимодальные системы, объединяющие различные технологии и выполняющие разнообразные функции.

## S-кривая зрелости базовых и прикладных ИИ-технологий



Типы ИИ-технологий:

● базовые    ● прикладные

S-кривая построена при помощи Системы интеллектуального анализа больших данных iFORA на основе анализа упоминаемости технологий в научных статьях, патентах, рыночных обзорах и профессиональных СМИ за период 2021–2023 гг.

**I этап:** зарождение технологии (высокая публикационная активность)

**II этап:** расцвет технологии (рост патентования и объема рыночной аналитики)

**III этап:** зрелость технологии (преобладание рыночной аналитики)

Источник: разработано ИСИЭЗ НИУ ВШЭ с применением Системы интеллектуального анализа больших данных iFORA.