

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. Онтюев, 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

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

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

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

GPT	Generative Pre-trained Transformer – Серия языковых моделей, основанных на архитектуре трансформеров, которые обучаются на больших наборах данных, чтобы генерировать текст, схожий с человеческим
GPU	Graphics Processing Unit – Графический процессор
ICS	Industrial Control System – Автоматизированная система управления (АСУ)
Kandinsky	Диффузионная генеративная модель от ПАО «Сбербанк» для создания изображений по их текстовому описанию
LaMDA	Language Model for Dialogue Applications – Большая языковая модель от Google для ведения диалога с пользователем и генерации текста
LLM	Large Language Model – Большая языковая модель
MES	Manufacturing Execution System – Система управления производственными процессами
Midjourney	Генеративная модель от одноименной компании для создания изображений по их текстовому описанию
NAND	Энергонезависимая технология хранения данных с возможностью перезаписи
NLP	Natural Language Processing – Обработка естественного языка
OCR	Optical Character Recognition – Оптическое распознавание символов
PLM	Product Lifecycle Management – Система управления жизненным циклом продукта
RAG	Retrieval Augmented Generation – Поисковая расширенная генерация
ruDALL-E	Генеративная модель от ПАО «Сбербанк» для создания изображений по их текстовому описанию
SCM	Supply Chain Management – Система управления цепочками поставок
SDL	Self-driving Labs – Роботизированные (автоматизированные) лаборатории
STEM	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"> • Системы идентификации и аутентификации на основе фото, видео и иных данных, за исключением голоса • Системы голосовой идентификации и аутентификации • Системы многофакторной идентификации и аутентификации
Рекомендательные системы	<ul style="list-style-type: none"> • Рекомендательные системы (системы алгоритмических рекомендаций) • Экспертные системы • Предиктивная аналитика, в том числе для обслуживания оборудования и транспортных средств • Прескриптивная (предписывающая) аналитика
Решения на основе перспективных методов ИИ	<ul style="list-style-type: none"> • Автоматическое машинное обучение (AutoML), трансферное машинное обучение, генерация контента, в том числе изображений, и др.
Системы для автоматизированного сбора, анализа больших данных	<ul style="list-style-type: none"> • Различные решения для автоматизированного сбора, обработки, хранения и использования структурированных и неструктурированных массивов информации
Системы интеллектуальной поддержки принятия решений	<ul style="list-style-type: none"> • Системы управления беспилотными автомобилями • Системы управления беспилотными летательными аппаратами • Системы управления беспилотными автономными поездами • Системы управления беспилотными автономными судами • Системы управления промышленными и сервисными роботами

(окончание)

Группы ИИ-решений	Продуктовые линейки
Системы кибербезопасности на основе ИИ	<ul style="list-style-type: none"> • 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
Системы компьютерного зрения	<ul style="list-style-type: none"> • Системы распознавания на основе фото- и видеоданных • Системы распознавания и анализа характеристик действий (анализ потока данных камеры, автоматическое выявление параметров обстановки, определение скорости движения человека и др.) • Системы распознавания и анализа (вербализации) сцен • Системы трекинга (отслеживания объектов) • Системы детектирования поведения • Системы оптического распознавания символов (OCR)
Системы обработки естественного языка	<ul style="list-style-type: none"> • NLP-системы обслуживания клиентов / чат-боты • Системы автоматического перевода • Системы генерации текстов • Системы сентимент-анализа • Системы классификации больших текстовых массивов и поисковые машины • Системы распознавания именованных сущностей (NER)
Системы распознавания и синтеза речи	<ul style="list-style-type: none"> • Голосовые помощники (системы распознавания голосовых команд) • Многоязычные системы распознавания речи • Системы автоматического аннотирования и реферирования текстов • Системы синтеза речи

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.

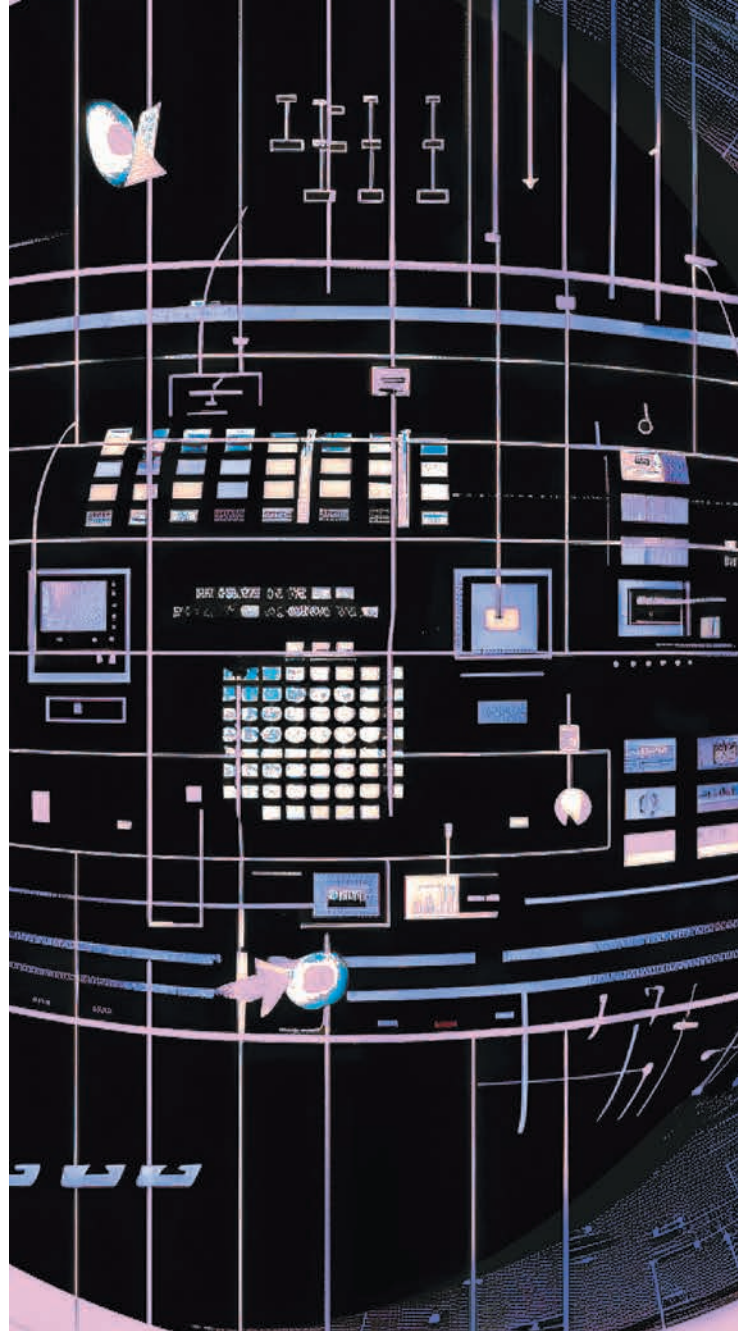
Кабинетное исследование

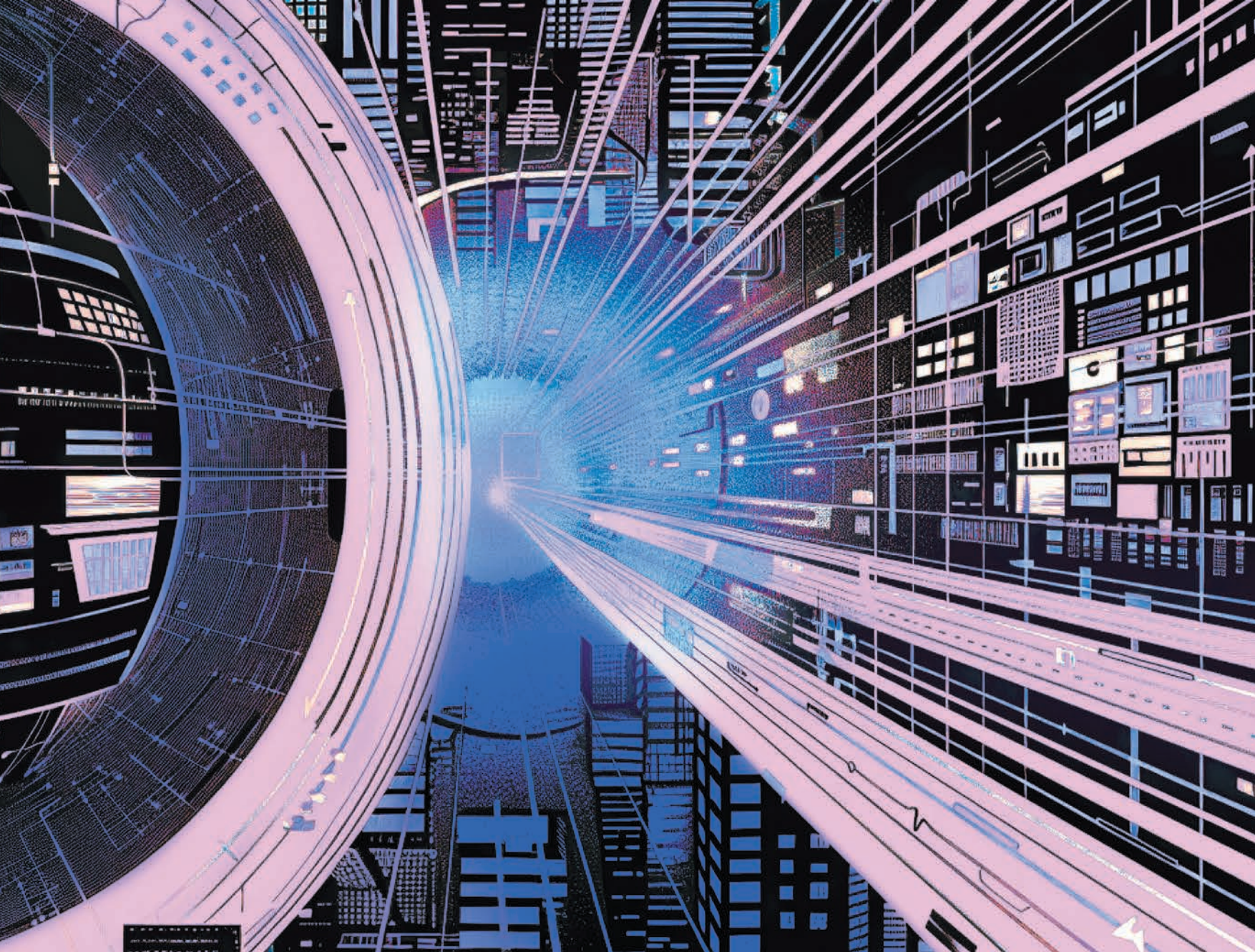
Исследовательская и изобретательская активность, рынки, направления государственной политики

- 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.

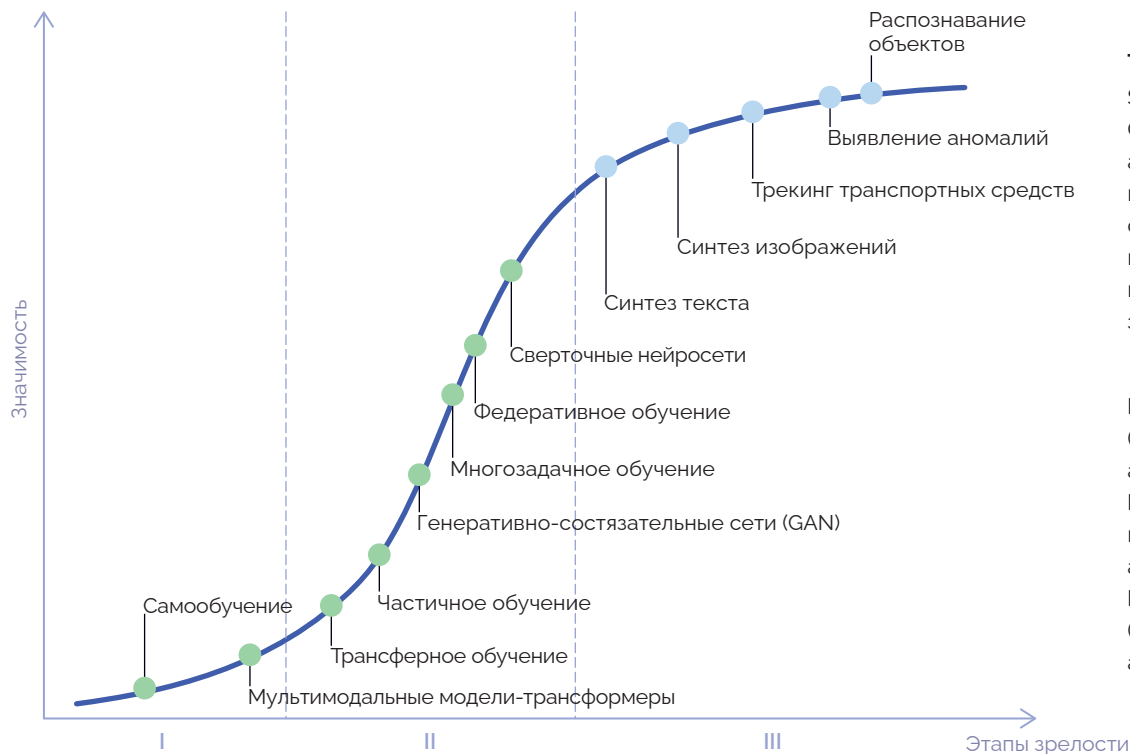
На этапе зарождения и развития (**I-II этапы зрелости**) находятся различные подходы и методы обучения, способные повысить эффективность действующих моделей. Самообучение позволяет тренировать ИИ-модель на небольшом объеме размеченных данных, которые могут принадлежать другой предметной области. Концепция 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.