



МАГНИТОГОРСКИЙ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ
КОМБИНАТ

ОТ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА К ЦЕНТРУ ИИ ПАО «ММК»

Муравьев Д.С., к.т.н., Ph.D. Руководитель группы математического моделирования и продвинутой аналитики

2025 г.

О ГРУППЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ



8 ЛЕТ
РАБОТЫ



422 МЛН РУБ.
ЭКОНОМИИ ПО ИТОГАМ 2024 ГОДА



10 ЧЕЛОВЕК
В КОМАНДЕ



20 ПРОЕКТОВ
РЕАЛИЗОВАНО



**ОПТИМИЗАЦИЯ
ПЕРВОГО ПЕРЕДЕЛА**



**УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ
И КАЧЕСТВОМ
МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ**



**УПРАВЛЕНИЕ ПРОДАЖАМИ/
МАРКЕТИНГ**

ЗАДАЧИ БИЗНЕСА И МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

ЗАДАЧИ

Оптимизация

ДАНО:

- параметры технологического процесса
- ограничения по производству или производительность оборудования, запасы сырья и материалов

НАЙТИ:

оптимальное решение по производству заданного объема продукции за отведенное время



Прогнозирование

ДАНО:

- котировки на товар/сырье
- данные технологического процесса
- показания датчиков оборудования

НАЙТИ:

спрогнозированный уровень цен на товар/сырье или результаты работы технологии



Классификация

ДАНО:

- объекты (рулон, сляб и т.д.)
- свойства (физические параметры, дефекты и статус «годный/брак»)

НАЙТИ:

классификацию объектов по с учётом многопараметрической системы их свойств



МЕТОДЫ

Классическое обучение

Простые данные, понятные признаки

Ансамбли моделей

Если классическое обучение показало низкое качество

Нейросети и глубокое обучение

Сложные данные, признаки

Обучение с подкреплением

Данных недостаточно, но есть среда, с которой можно взаимодействовать

В 2019 Г. УКАЗОМ ПРЕЗИДЕНТА РФ УТВЕРЖДЕНА НАЦИОНАЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ИИ НА ПЕРИОД ДО 2030 Г.

ТЕРМИН	ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ (ИИ)	<i>Комплекс технологических и программных решений, приводящих к результату, сопоставимому с результатом интеллектуальной деятельности человека или превосходящему его,</i> и используемых для решения прикладных задач на основе больших данных, в том числе с помощью систем компьютерного зрения, обработки естественного языка, распознавания и синтеза речи, рекомендательных систем и интеллектуальных систем поддержки принятия решений, а также систем, основанных на перспективных методах и технологиях.
ОДНА ИЗ КЛЮЧЕВЫХ ЗАДАЧ СТРАТЕГИИ	<i>Стимулирование внедрения технологий искусственного интеллекта</i> в отраслях экономики и социальной сферы.
ОДИН ИЗ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ	Совокупный прирост валового внутреннего продукта за счёт использования технологий искусственного интеллекта в 2030 году должен вырасти не менее чем до 11,2 трлн. рублей накопленным итогом по сравнению с 0,2 трлн. рублей в 2022 году.

НА ТЕКУЩИЙ МОМЕНТ СУЩЕСТВУЕТ ЧЕТЫРЕ КЛЮЧЕВЫХ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИИ

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИИ

Машинное обучение

Глубокое обучение

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

ОПТИМИЗАЦИЯ

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ

ОБРАБОТКА ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

- Прогнозные модели
- Предиктивная аналитика
- Экспертные системы

- Снижение затрат
- Минимизация потерь
- Оптимизация режимов работы

- Распознавание положения
- Инспекция
- Измерение
- Идентификация

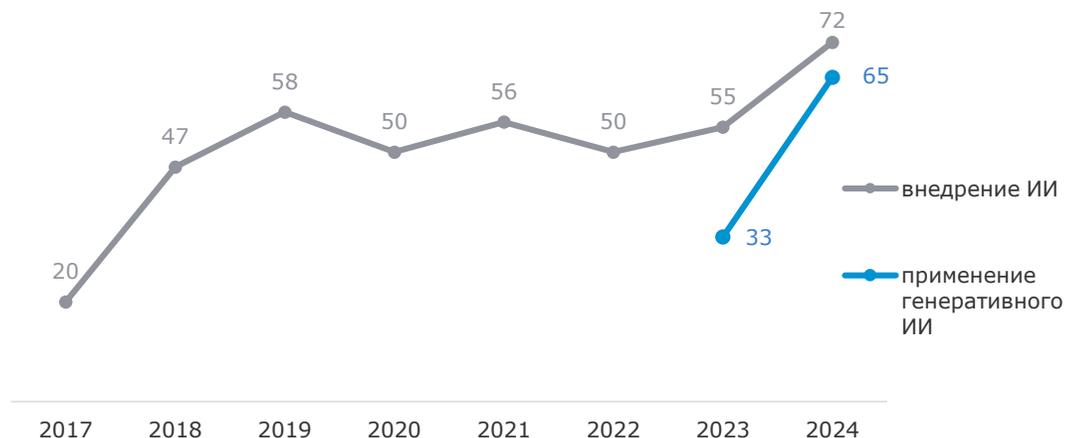
- Анализ и синтез речи
- Диалог на естественном языке
- Информационный поиск, анализ текстов
- Машинный перевод

МУЛЬТИМОДАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Комбинация данных фото и видео изображений (глубокое обучение) с табличными данными (машинное обучение)

В ОБЛАСТИ ИИ НАБЛЮДАЕТСЯ СРЕМИТЕЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ПО ОТРАСЛЯМ, В ТОМ ЧИСЛЕ И В ЧЁРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МИРЕ (% организаций) источник: отчет McKinsey, 2024г.



УРОВЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ГРУПП ТЕХНОЛОГИЙ ИИ В РФ (в % от числа организаций-пользователей ИИ) источник: ИСИЭЭ НИУ ВШЭ, 2023г.



РЫНОК РЕШЕНИЙ НА БАЗЕ ТРАДИЦИОННОГО ИИ ПО ОТРАСЛЯМ ПРИМЕНЕНИЯ К 2028г.

источник: Искусственный интеллект в России – 2023: тренды и перспективы, Яков и Партнеры



СТАДИИ РАЗВИТИЯ ИИ В РОССИИ (доля компаний респондентов %)

источник: Искусственный интеллект в России – 2023: тренды и перспективы, Яков и Партнеры



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИИ

ВНЕДРЕНИЕ ИИ-ТЕХНОЛОГИЙ В МЕТАЛЛУРГИИ ПОЗВОЛЯЕТ ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПО РЯДУ КРИТЕРИЕВ:

СКОРОСТЬ — сокращение сроков выполнения процессов и принятия решений;

КАЧЕСТВО — возможность улучшать потребительские характеристики продуктов и сервисов, клиентский опыт и другое;

ОБЪЕКТИВНОСТЬ — снижение ошибок и просчётов, которые связаны с человеческим фактором;

ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ — формирование индивидуальных предложений и траекторий.

ВОЗМОЖНОСТИ	ОПИСАНИЕ	ПРИМЕРЫ
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЕРЕДЕЛОВ	<i>ИИ позволяет анализировать данные в реальном времени</i> и автоматически регулировать параметры производственных процессов, что позволяет минимизировать потери, увеличить производительность и повысить качество продукции	Агло-коксо-доменное производство: оптимизация потребления угольной шихты, оптимальная загрузка доменной печи, автоматическое ведение плавки чугуна и т.д. Сталеплавильное производство: оптимизация расхода ферросплавов, электроэнергии и др., повышение производительности за счет сокращения времени на каждую тех. операцию, повышение качества заготовок для следующего передела. Прокатное производство: сокращение брака при отгрузке готовой продукции на основе собранных данных, снижение простоев производственных линий за счет выбора оптимальных режимов работы оборудования и прогнозирования износа деталей и т.п.
УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ, ПРОДАЖАМИ И ЗАКУПКАМИ	<i>ИИ применяется для составления оптимального календарного плана</i> , а также для управления цепочками поставок	Применение оптимизационной модели календарного планирования производством позволяет равномерно распределить нагрузку по агрегатам и выполнить производственный план с учетом различных ограничений: максимальная производительность оборудования, ремонты, простои и т.д.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА БЮДЖЕТИРОВАНИЯ	<i>ИИ помогает рассчитать оптимальный план на месяц/год, с учётом большого числа факторов:</i> производственных и технологических ограничений	Единая система оптимизационного планирования позволяет принимать наиболее выгодные с экономической точки зрения решения, что существенно влияет на финансовые показатели компании
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА	<i>ИИ может значительно повысить уровень безопасности</i> на производстве, идентифицируя потенциальные опасности и автоматически реагируя на них	Система контроля персонала в опасных зонах позволяет существенно снизить количество несчастных случаев на производстве, а также выявлять события несанкционированного доступа к опасным промышленным объектам

ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИИ ДО 2035 Г.

ВРЕМЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ

< 2 ЛЕТ

Периферийный ИИ (Edge AI) - разворачивание ИИ на периферийных устройствах, которые общаются с центром при помощи сообщений.

Разметка и аннотирование данных (Data Labelling and Annotation)

Компьютерное зрение (Computer Vision) - использование нейронных сетей для распознавания изображений

2-5 ЛЕТ

ИИ на основе базовых принципов (First-Principles AI) - включает в ИИ модели физические законы.

Причинно-следственный ИИ (Causal AI) - построение систем на основе причинно-следственных связей.

Искусственный интеллект, ориентированный на данные (Data-Centric AI) - парадигма в которой ценность качества данных выше качества моделей.

Композитный ИИ (Composite AI) - использует одновременно несколько моделей.

Управление доверием, рисками и безопасностью ИИ (AI TRISM) - решения и методы для интерпретации и объяснимости моделей, обнаружения аномалий данных, защиты данных.

Аналитика принятия решений (Decision Intelligence) - комплекс технологий направленный на объяснение результатов ИИ.

Инжиниринг промптов (Prompt Engineering) - дисциплина, связанная с предоставлением входных данных для генеративных ИИ.

Генеративный ИИ (Generative AI) - ИИ генерирует новые тексты, стратегии, изображения, программный код.

Синтетические данные (Synthetic Data) - искусственные данные, которые генерируются из исходных данных и модели, обученной воспроизводить характеристики и структуру исходных данных.

Графы знаний (Knowledge Graphs) - построение графов, отражающих связи реального мира для использования в ИИ.

Интеллектуальные приложения (Intelligent Applications) - использование данных, полученных в результате взаимодействия с пользователем для предоставления релевантного, персонализированного и адаптивного пользовательского опыта.

Облачные сервисы ИИ (Cloud AI Services) - интеграция ИИ с инфраструктурой облачных вычислений

5-10 ЛЕТ

Автономные системы (Autonomic systems) - самоуправляемые программные системы, имеющие 3 характеристики: автономность, обучаемость, субъектность.

Мультиагентные системы (Multiagent systems) - системы из нескольких независимых, но взаимосвязанных агентов, каждый из которых способен анализировать и предпринимать действия

Имитационное моделирование с ИИ (AI Simulation) - генерация ИИ наборов данных и сред для обучения и тестирования моделей

Инженерия ИИ (AI Engineering) - DataOps, DevOps, MIOps

Операционные системы ИИ (Operational AI Systems) - система с использованием ИИ, разработанной для реальных приложений в коммерческих масштабах.

Нейроморфные вычисления (Neuromorphic Computing) - создание физической модели биологического мозга.

Ответственный ИИ (Responsible AI) - парадигма создания ИИ, при которой важны этические аспекты.

Умные роботы (Smart Robots) - управляемая искусственным интеллектом машина, предназначенная для автономного выполнения задач.

Базовые модели (Foundation Models)

ModelOps - управление жизненным циклом моделей.

Автономные транспортные средства (Autonomous Vehicles) - совокупность технологий обнаружения в сочетании с ИИ, чтобы управлять автомобилем.

> 10 ЛЕТ

Нейросимвольный ИИ (Neuro-Symbolic AI) - системы на основе нейронных сетей и графов знаний, позволяющие эмитировать человеческую логику.

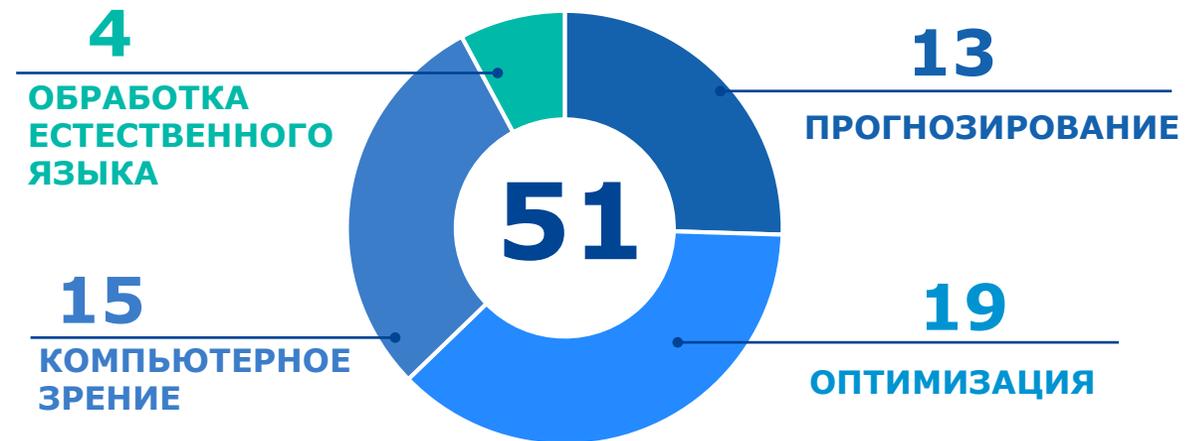
Сильный искусственный интеллект (Artificial General Intelligence) - теоретический тип ИИ, который соответствует или превосходит человеческие возможности в широком спектре когнитивных задач.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИИ НА ПАО «ММК»

ПРОЕКТЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ
С 2020 ПО 2024Г.



ПРОЕКТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЮЧЕВЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ИИ



ОЖИДАЕМЫЙ РОСТ КОЛИЧЕСТВА ПРОЕКТОВ
ЦИФРОВИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИИ НА ПАО «ММК»



ОСНОВНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТРЕНД – ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ БИЗНЕС-ЗАДАЧ ПАО «ММК»

СОЗДАНИЕ ЦЕНТРА КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ

ПРОЕКТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИИ

70 ПРОЕКТОВ

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

+30 МЛН. РУБ/ГОД

ШТАТ СПЕЦИАЛИСТОВ

20 ЧЕЛОВЕК

РАЗВИТИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ ИИ НА ПАО «ММК»

2015

**ГРУППА МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ
И ПРОДВИНУТОЙ АНАЛИТИКИ**

Разработка оптимизационных и прогнозных моделей **на основе машинного обучения**

2022

**ГРУППА КОМПЬЮТЕРНОГО
ЗРЕНИЯ И МАШИННОГО
ОБУЧЕНИЯ**

Разработка моделей компьютерного зрения и обработке естественного языка **на основе глубокого обучения**

2025

**ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ
ПО ИСКУССТВЕННОМУ
ИНТЕЛЛЕКТУ**



СОЗДАНИЕ ЦЕНТРА ИИ ПАО «ММК». ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ



РАЗРАБОТКА

ИССЛЕДОВАНИЕ, ПРОРАБОТКА ИНИЦИАТИВ, РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ

- **Формирование и проверка гипотез** о применимости технологий ИИ в области технологических и бизнес- задач
- **Взаимодействие с техническими специалистами** ПАО «ММК» по моделированию процессов
- **Проработка инициатив.** Постановка задачи в части формализации критериев оценки ее выполнения. Подбор и выбор метрик для расчёта эффективности
- **Разработка моделей** – построение моделей с применением различных методов, для выбора наилучшего метода. Оценка точности результатов
- **Разработка ПО** для функционирования системы (backend). **Разработка интерфейсов пользователя** (frontend)
- **Внедрение систем** в промышленную эксплуатацию



ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА И РАЗВИТИЕ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

- Контроль работоспособности системы
- Администрирование доступа к системе
- Обновление данных
- Устранение ошибок и сбоев системы. Анализ причин сбоев
- Улучшение оперативности работы системы

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ

- **Сбор обратной связи** от пользователей, доработка модели и интерфейса
- **Внесение изменений** в модель и интерфейс пользователя

ЭКСПЕРТИЗА

Экспертная оценка подрядчика, заключения при выборе технологий ИИ. Валидация и верификация разработанных моделей ИИ.

ОБУЧЕНИЕ

Повышение уровня осведомлённости сотрудников ПАО «ММК» в области ИИ.

ПРЕИМУЩЕСТВА СОЗДАНИЯ ЦЕНТРА ИИ ПАО «ММК»

- 1** **Снижение затрат компании** на разработку моделей ИИ путём развития внутренних компетенций.
- 2** **Увеличение EBITDA компании** за счёт реализации проектов с использованием технологий ИИ в различных производственных и бизнес подразделениях.
- 3** **Повышение уровня зрелости** и вовлеченности подразделений за счёт прохождения образовательных программ по развитию технологий ИИ в черной металлургии.
- 4** **Развитие собственных компетенций** в области ИИ для обеспечения быстрого доступа к новым технологиям, разработки уникальных решений и непрерывной масштабируемости проектов ИИ.
- 5** **Повышение привлекательности компании** для привлечения и удержания высококвалифицированных ИИ-специалистов.
- 6** **Снижение зависимости от внешних поставщиков** от сторонних подрядчиков и консультантов, что уменьшает риски, связанные с задержками, завышенными ценами или недостатком гибкости.
- 7** **Защита интеллектуальной собственности** с точки зрения использования «закрытой» модели инноваций, конфиденциальности и уникальности для последующего усиления конкурентоспособности на рынке чёрной металлургии.