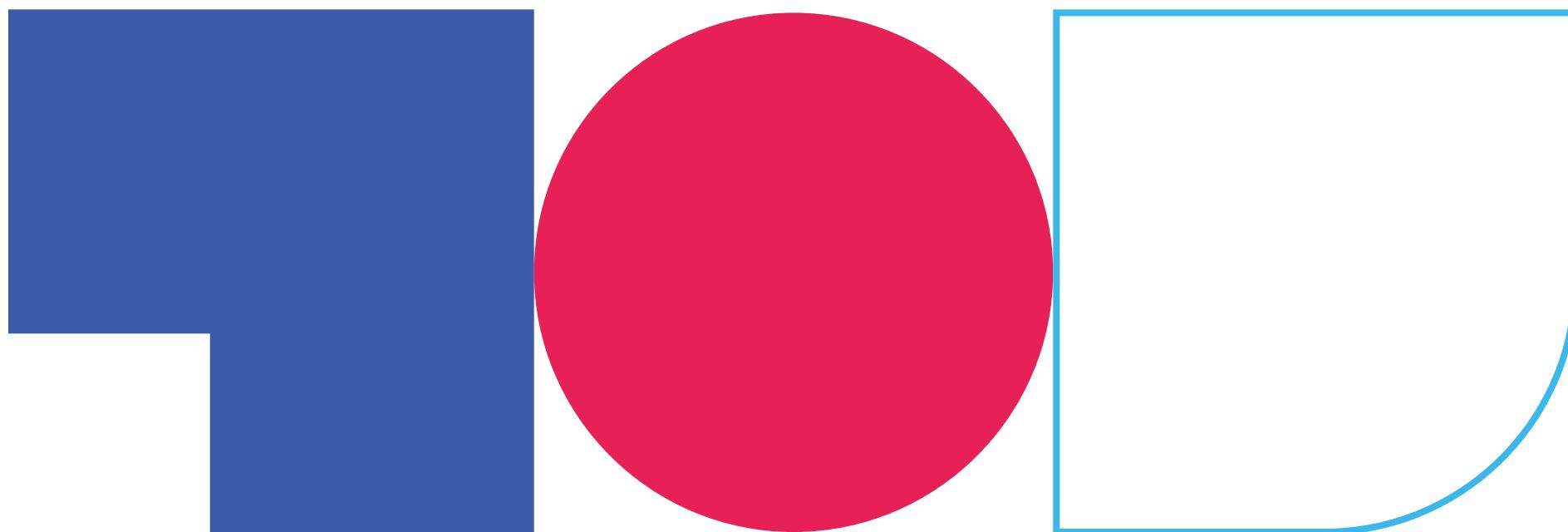


# Эффективные отечественные практики применения технологий искусственного интеллекта в промышленности



# Эффективные отечественные практики применения технологий искусственного интеллекта в промышленности





### **Василий Шпак**

Заместитель Министра  
промышленности и торговли  
Российской Федерации



Минпромторг России сегодня создает условия для широкого внедрения технологий искусственного интеллекта, что позволяет предприятиям быстрее адаптироваться к вызовам времени и повышать свою конкурентоспособность. Уже 26 % промышленных компаний страны используют ИИ. Более четверти внедривших ИИ компаний отмечают значительный экономический эффект и повышение устойчивости производства. Мы движемся к новому промышленному укладу, где передовые технологии и профессионализм российских специалистов совместно формируют будущее индустрии.

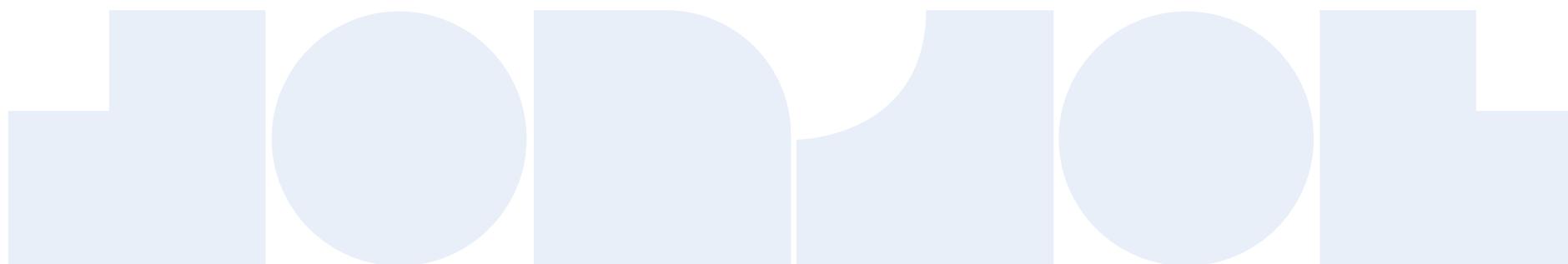


### **Владимир Дождев**

Директор Департамента цифровых  
технологий Министерства  
промышленности и торговли  
Российской Федерации



Разработки на базе технологий машинного обучения стали для промышленности тем же, чем была механизация – двигателем прогресса. Уже сегодня более половины российских промышленных компаний, использующих ИИ, опираются на отечественные разработки, что подчеркивает реалистичность задач по достижению технологического суверенитета. Уже сегодня эти технологии приносят нашим предприятиям эффекты на десятки миллиардов рублей, открывая новые возможности для российских компаний в конкурентной борьбе. Инвестиции в отечественные ИИ-решения помогают промышленности ускорить выпуск продукции и укрепляют экономическую устойчивость нашей страны.





**Эдуард Шантаев**

Генеральный директор Федерального центра прикладного развития искусственного интеллекта



В последние годы произошел существенный сдвиг применения технологий ИИ от узких задач апробации к промышленному внедрению. Исходя из потенциальных эффектов широкомасштабного внедрения ИИ во все отрасли экономики, особенно в реальный сектор экономики, одной из ключевых задач государства является поддержка и стимулирование внедрения кейсов, показавших реальную применимость. Представленное исследование направлено на формирование понимания текущей ситуации, актуальных трендов и базы наиболее интересных кейсов и является максимально прикладным для использования в промышленности.

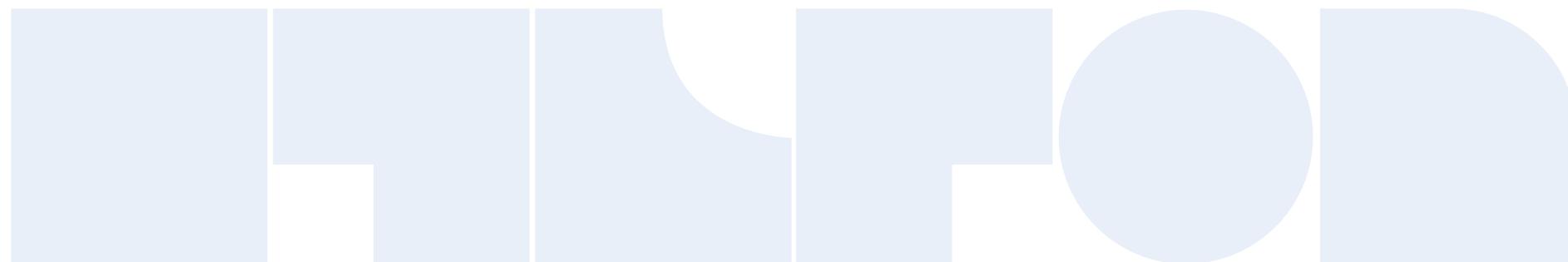


**Сергей Плуготаренко**

Генеральный директор АНО "Цифровая экономика"



Искусственный интеллект становится мощным драйвером трансформации промышленного сектора, а наши исследования помогают тщательно анализировать его влияние для предоставления актуальной экспертизы рынку. Наша серия сборников кейсов и лучших практик предлагает решения, ориентированные на конкретные задачи и локальные разработки, что способствует более глубокому применению ИИ в промышленности. Сегодня интеграция ИИ в производственные процессы и операции становится особенно значимой. Оптимизация процессов производства продуктов и сервисов напрямую влияет на себестоимость, что делает использование технологий одним из важнейших факторов конкурентоспособности. Эффективные ИИ-инструменты позволяют не только снизить расходы, но и дать ощутимый экономический эффект за счёт масштабного влияния на промышленные предприятия и в целом, на отрасли и экономику Российской Федерации.



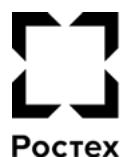
# Партнеры отчета



Министерство  
экономического развития  
Российской Федерации



Национальный центр развития  
искусственного интеллекта при  
Правительстве Российской Федерации



# Содержание

## 1. Введение

- 1.1 Актуальность и проблематика 11
- 1.2 Рынок ИИ в промышленности 12
- 1.3 Применение ИИ в промышленности 13
- 1.4 Роль ИИ в цифровой трансформации промышленности 14
- 1.5 Виды технологий ИИ в промышленности 15

7

## 2. Проекты стратегического направления цифровой трансформации промышленности РФ

- Межотраслевые проекты стратегического направления 20

18

## 3. Мировые и отечественные тренды развития ИИ

23

## 4. Разделы от экспертов

- Меры поддержки 36
- Особо значимые проекты, одобренные Минпромторгом России 37
- Что такое MLSecOps и почему ваши данные уже нужно защищать 38
- Генеративное проектирование для технологий 3D-печати 40
- Интеграция искусственного интеллекта и цифровых двойников изделий 42
- Искусственный интеллект в промышленности 44
- Мониторинг технического состояния с использованием ИИ 45
- Робототехника на основе ИИ 46

35

## 5. Ключевые направления использования ИИ в промышленности

52

- 5.1 Технологическая классификация 53
  - 5.2 Бизнес-процессы, в которых может быть применен ИИ 54
  - 5.3 Карта стека технологий ИИ по видам промышленности 56
  - 5.4 Модельные практики применения ИИ в промышленности 59
- 

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

64

## 7. Экосистема развития ИИ в промышленности

105

- 7.1 Экосистема ИИ в промышленности 106
  - 7.2 Участники экосистемы развития ИИ в промышленности 108
- 

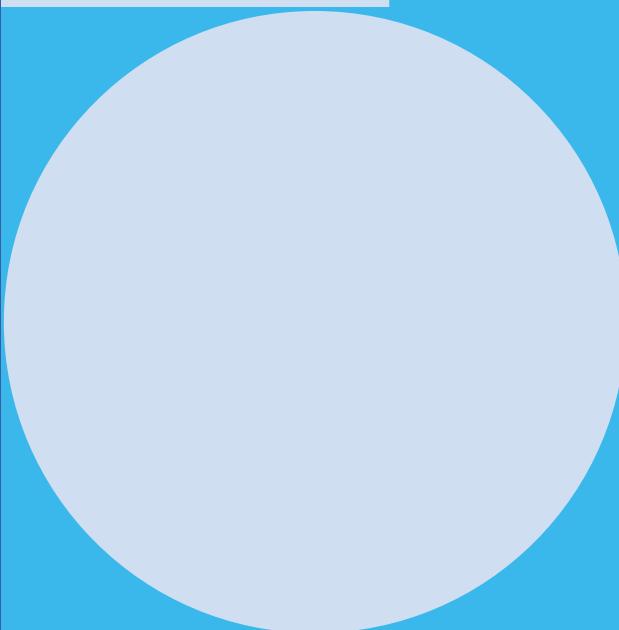
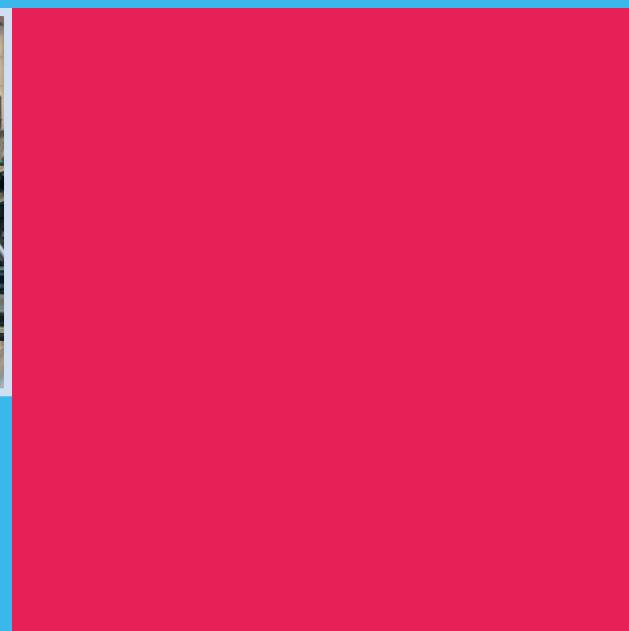
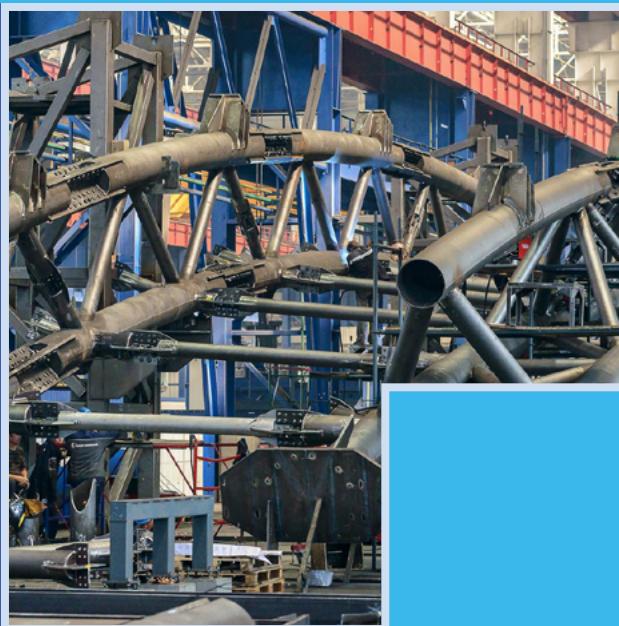
Нормативно-правовая база ИИ в промышленности РФ 120

Авторы 122

Основные определения 124

Источники 126

# 1. Введение



# Цели и задачи исследования и отчета

## Цель отчета

Представить в простом и понятном формате информацию об эффективных отечественных решениях с искусственным интеллектом (ИИ) в промышленности, тем самым, стимулируя их дальнейшее развитие и распространение

## Целевая аудитория

- Акционеры промышленных, производственных, технологических и других компаний и корпораций
- Топ-менеджеры, руководители цифрового развития, люди, принимающие решения на предприятиях промышленности
- Руководители муниципалитетов и субъектов РФ
- Разработчики и заказчики технологических, цифровых, ИИ-решений
- Эксперты, работающие в области цифровой трансформации промышленности
- Широкий круг лиц, интересующихся развитием ИИ-технологий и их применением в промышленности

## Задачи отчёта

- Определить и исследовать тренды применения технологий ИИ в промышленности
- Провести анализ успешных кейсов применения ИИ в промышленности
- Определить перечень процессов, в которых могут быть применены решения ИИ на индустриальных предприятиях
- Описать экосистему развития ИИ в промышленности России

# Направления исследования



Машиностроение

11  
кейсов



Горнодобывающая промышленность

11  
кейсов



Пищевая промышленность

3  
кейса



Химическая промышленность

8  
кейсов



Металлургия

13  
кейсов

## Направления исследования



Целлюлозно-бумажная  
и деревообрабатывающая  
промышленность

4  
кейса



Обрабатывающая промышленность

5  
кейсов



Нефтегазовая отрасль

11  
кейсов



Энергетическая отрасль

12  
кейсов

## 1.1 Актуальность и проблематика



Искусственный интеллект (ИИ) – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека или превосходящие их. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе, в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений

В 2022 году объем промышленного производства увеличился

на **0,7%**

Объем промышленного производства по итогам 2023 года вырос

на **3,5%**<sup>1</sup>

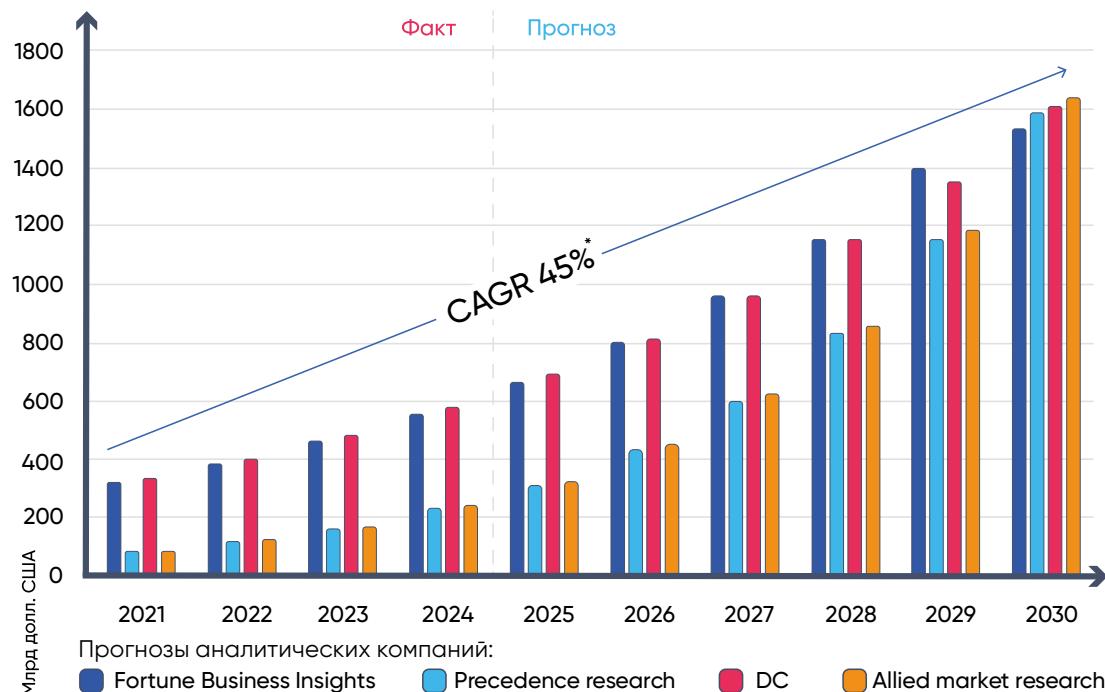
Эффективность промышленности в России действительно оказывает значительное влияние на экономическое развитие страны. Промышленность, особенно ее обрабатывающий сектор, генерирует большую часть ВВП, а также обеспечивает занятость и способствует увеличению экспорта.

Развитие инновационных технологий, таких как автоматизация и цифровизация, может повысить производительность и конкурентоспособность российских компаний на мировом рынке. Инновации, автоматизация и внедрение ИИ позволяют российским предприятиям повышать производительность и конкурентоспособность, что особенно важно в условиях санкций и ограниченного доступа к зарубежным технологиям. Совершенствование производственных процессов снижает затраты и позволяет выпускать продукцию с высокой добавленной стоимостью.

<sup>1</sup>Рост промышленности в России в пять раз превысил уровень 2022 года. 2023.  
<https://www.rbc.ru/economics/31/01/2024/65ba64589a794776cf49b625>

# Динамика развития ИИ в промышленности

Динамика мирового рынка ИИ (млрд долл.)  
в оценках и прогнозах различных аналитических компаний



\*Совокупный среднегодовой темп роста

**156,1**  
млрд долл. США

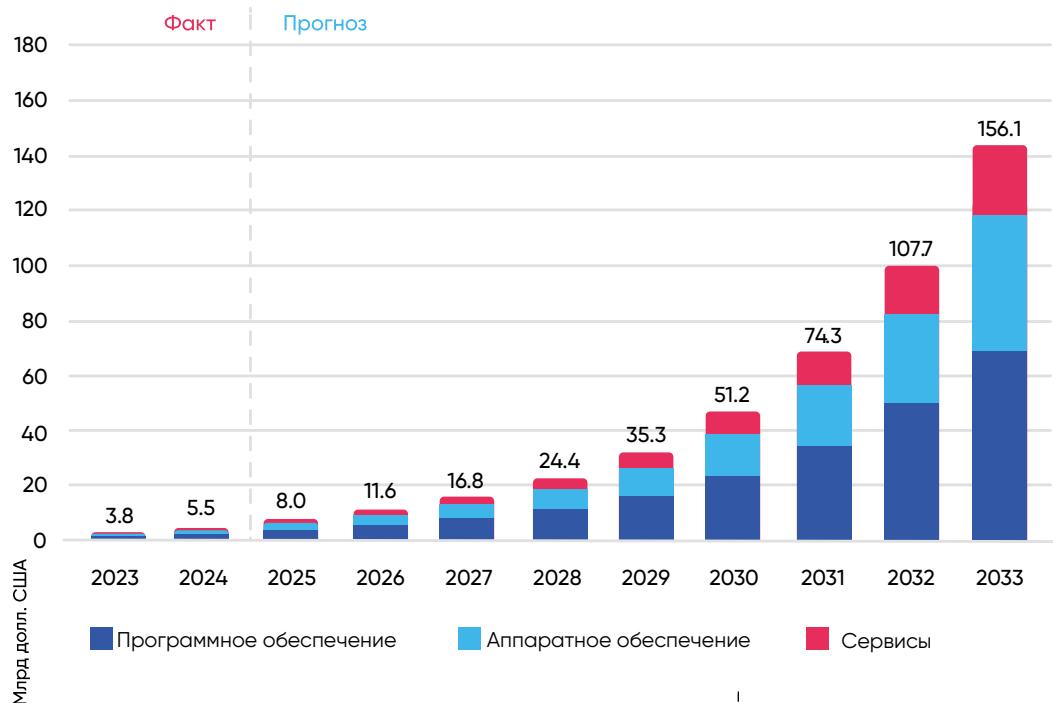
прогнозируемый глобальный рынок товаров и услуг ИИ в промышленности в 2033 году

**45%**

совокупный среднегодовой темп роста рынка 2021–2030 гг.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Precedence Research. AI in Transportation Market Size to Surpass USD 14.79 Bn by 2030. 2023

Глобальные изменения рынка ИИ в промышленности в 2023–2033 годах



При разных начальных оценках темпы роста рынка разными аналитиками прогнозируются так, что

к **2030** году

рынок во всех прогнозах выходит примерно на один и тот же показатель – около<sup>2</sup>:

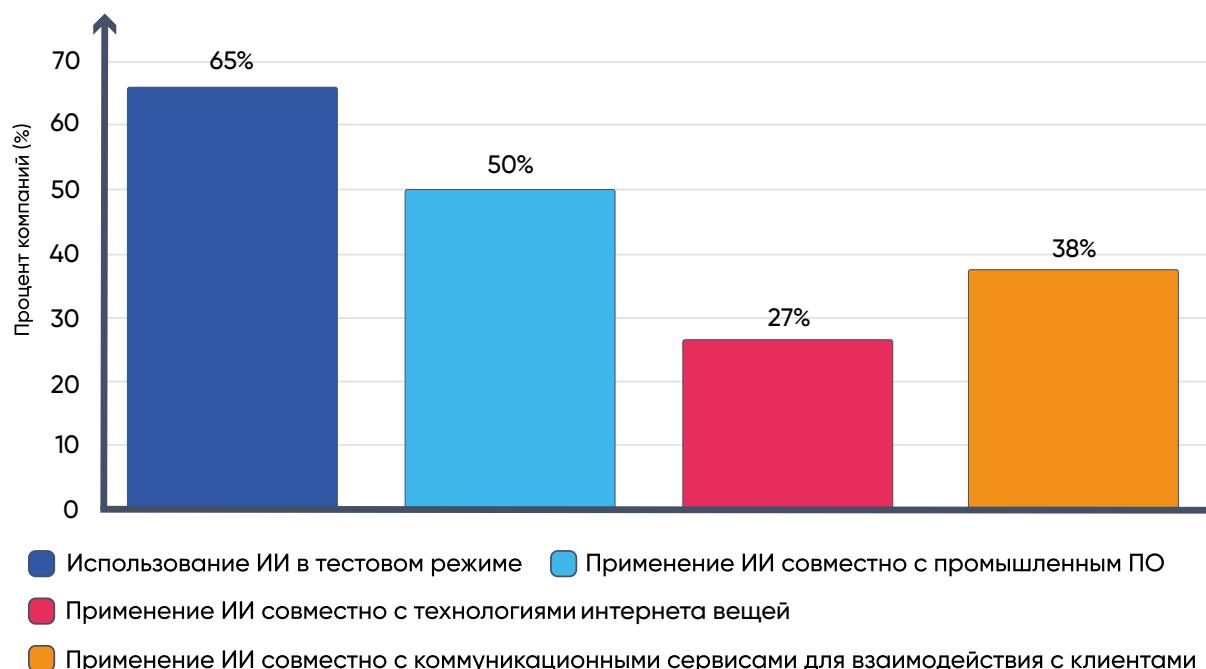
**1,6** трлн долл. США<sup>3</sup>

<sup>2</sup> НИУ ВШЭ. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты. 2021.

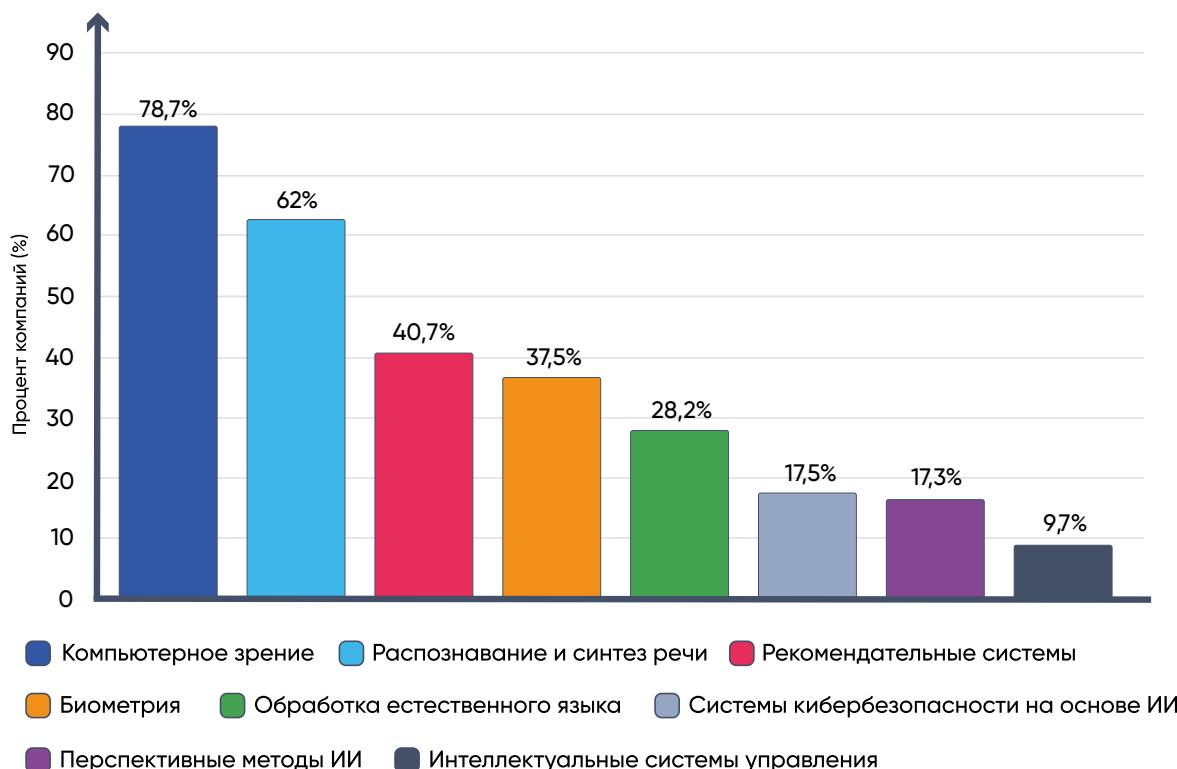
<sup>3</sup> НИУ ВШЭ. Цифровая трансформация: ожидания и реальность. 2022.

# Результаты исследования института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ показали:

## Применение ИИ в организациях



## Уровень использования основных групп технологий ИИ (в % от числа организаций-пользователей ИИ)



**2,3** тыс. организаций-пользователей решений на базе ИИ

из **8** федеральных округов

и **36** субъектов РФ.

Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ провёл мониторинг развития и распространения ИИ в России. Полученные результаты дают представление о главных тенденциях и специфике использования технологии ИИ. В рамках первого раунда мониторинга развития и распространения искусственного интеллекта (проведен в конце 2022 г. – начале 2023 г.).

## Основные респонденты:

**67,5%**  
крупные организации

**24,9%**  
средние организации

Чаще всего ИИ-решения оптимизируют управленческие задачи (продажи и маркетинг, финансовый и бухгалтерский учет), в меньшей степени – производственные процессы.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Источник: Искусственный интеллект в России: кто, что и как внедряет, 2023. URL: <https://issek.hse.ru/news/862013645.html>

# Обрабатывающая промышленность в числе приоритетных отраслей экономики и секторов социальной сферы Российской Федерации



# 25,8%

промышленных компаний применяли технологии на базе ИИ по состоянию на 2023 год<sup>1</sup>

По результатам 2023 года, 25,8% промышленных компаний использовали технологии на базе ИИ (14 место среди всех отраслей по направлению "Использование ИИ"), при этом 54,2% из них используют исключительно отечественные решения на основе ИИ.

Помимо этого, 31,1% компаний отрасли планировали внедрить ИИ в течение 3 лет, а 16% от использующих и планирующих внедрение определили стратегию или дорожную карту развития ИИ.

По результатам 2023 года 28,4% компаний, внедривших ИИ, оценивают экономический эффект от внедрения ИИ как существенный или многократный, а 97% организаций имеют финансирование плана действий по развитию ИИ.

# 9 место

среди всех отраслей по общему Индексу ИИ<sup>1</sup>

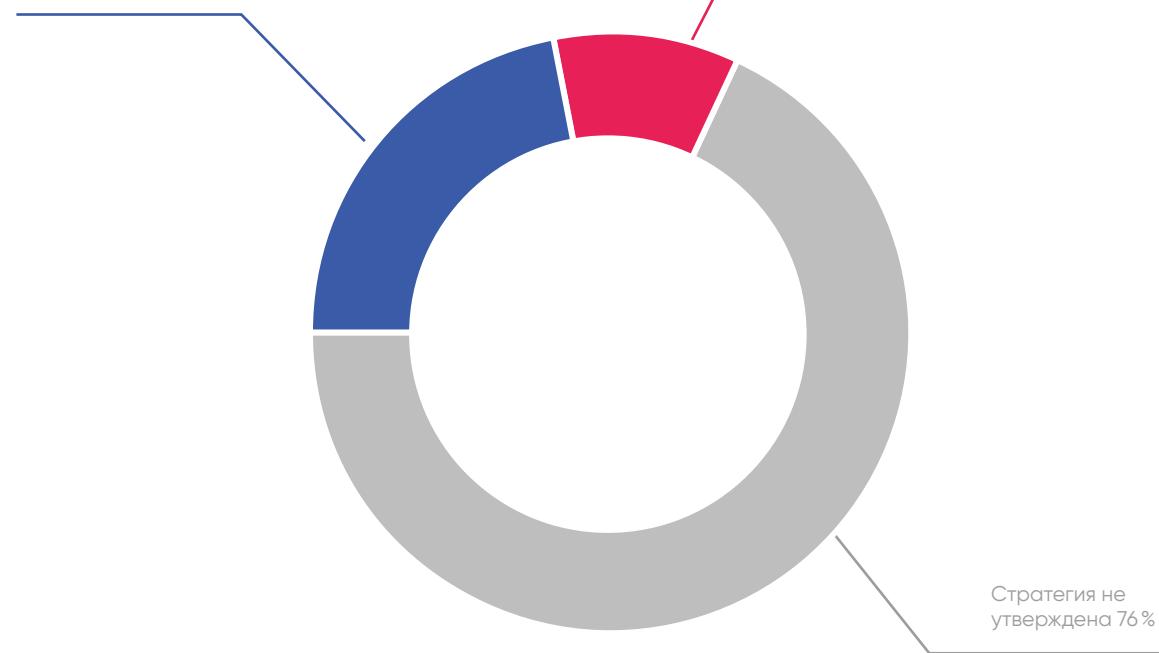
## Наличие стратегии внедрения ИИ в организациях отрасли<sup>1</sup>

# 97%

организаций имеют финансирование плана действий по развитию ИИ<sup>1</sup>

Утверждена стратегия внедрения ИИ 16%

Утвержден план действий/мероприятий по внедрению ИИ 11%



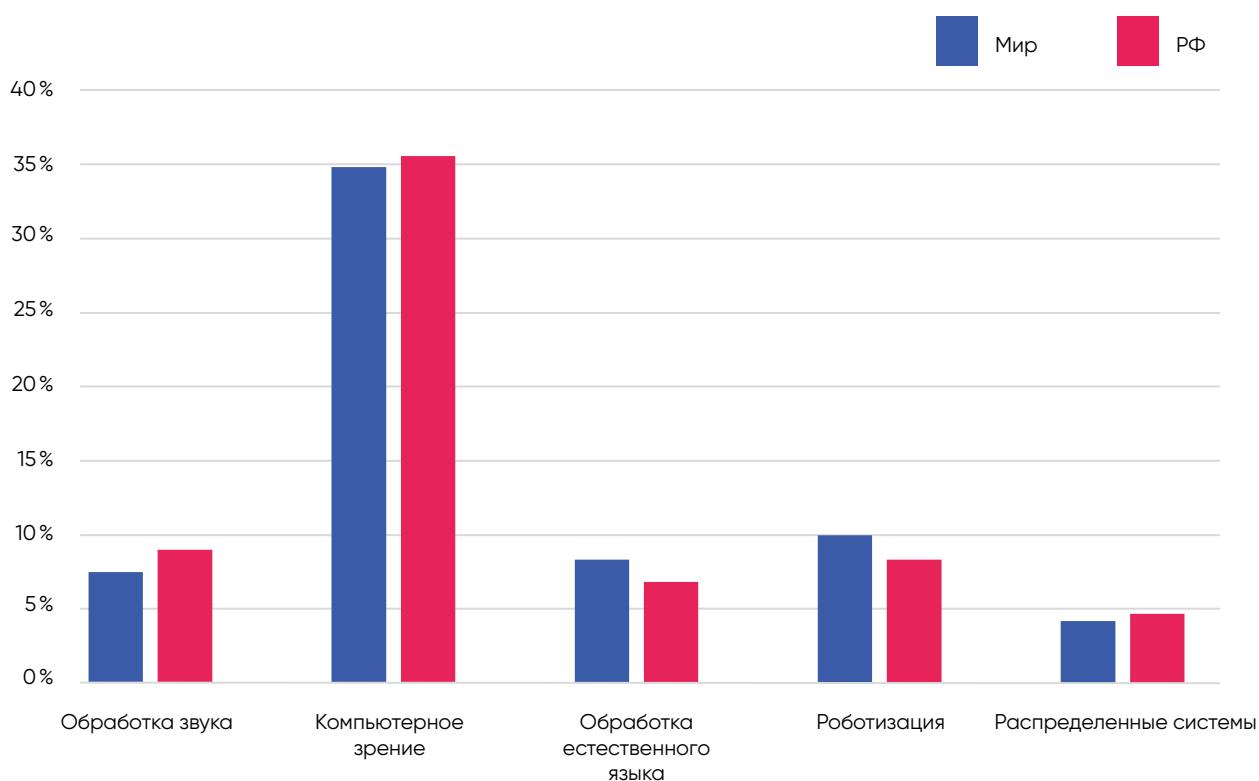
# 15%

организаций имеет руководителя высшего звена, ответственного за развитие ИИ<sup>1</sup>

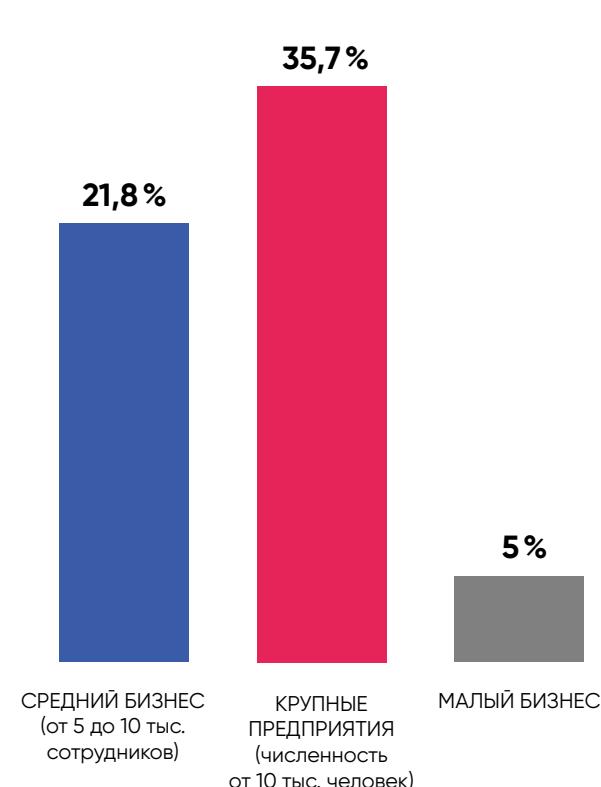
<sup>1</sup> Национальный центр развития ИИ при Правительстве РФ. Индекс готовности приоритетных отраслей Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта. 2023. URL: [https://ai.gov.ru/knowledgebase/vnedrenie-ii/2024\\_indeks\\_gotovnosti\\_prioritetnyh\\_otrasley\\_ekonomiki\\_rossiyskoy\\_federacii\\_k\\_vnedreniyu\\_iskusstvennogo\\_intellekta\\_ncrri/](https://ai.gov.ru/knowledgebase/vnedrenie-ii/2024_indeks_gotovnosti_prioritetnyh_otrasley_ekonomiki_rossiyskoy_federacii_k_vnedreniyu_iskusstvennogo_intellekta_ncrri/)

# В сфере применения ИИ в промышленности в наибольшей степени развиваются решения на базе технологии компьютерного зрения

Структура технологий на рынке ИИ в промышленности<sup>1</sup>



Статистика применения ИИ<sup>1</sup>



**>35%**

**доля решений**

с применением компьютерного зрения в отрасли относительно всех решений на базе ИИ<sup>1</sup>

Согласно исследованию Университета Иннополис и Межотраслевого центра трансфера технологий, доля решений с применением компьютерного зрения в отрасли относительно всех решений на базе ИИ в промышленности составляет около **35%** как в РФ, так и в мире<sup>1</sup>.

В мировой промышленности наиболее популярным направлением является распознавание образов, как и во всех других отраслях. Также развиваются автоматизация, системы управления, управление организацией. Российский рынок по структуре наиболее востребованных направлений приблизительно похож на мировой, имея некоторое отставание в теме управления организацией (в частности, обработка данных: администрирование, менеджмент). Это связано с тем, что в РФ не подлежат охране в качестве изобретений методы хозяйственной деятельности.

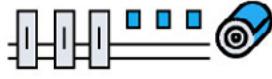
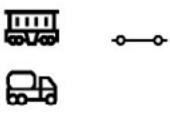
<sup>1</sup> Университет Иннополис, Межотраслевой центр трансфера технологий. Применение искусственного интеллекта в приоритетных отраслях экономики. 2023. URL: [innopolis.university/filespublic/patentnyj\\_landshaft.pdf](https://innopolis.university/filespublic/patentnyj_landshaft.pdf)

# Типовые направления применения ИИ на примере металлургической промышленности

	Добыча	Переработка	Производство железа
	Разработка, погрузка и перевозка	Измельчение      Обогащение	Агломерационная фабрика      Доменная печь
КЛЮЧЕВЫЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ	 Управление цепями поставок		 Коксовая батарея
	 Транспортировка сырья	 Транспортировка измельченного и обогащенного сырья	 Транспортировка агломерата
ПЕРЕДОВАЯ АНАЛИТИКА ДЛЯ КЛЮЧЕВЫХ ПРОЦЕССОВ			Профилактическое обслуживание
	Контроль качества		Оптимизация доходности
	Контроль взрыва		Оптимизация энергопотребления
			Увеличение пропускной способности
	Оптимизация формы карьера		Управление качеством
		Профилактический контроль устаревания, аналитика и диагностика систем поставок «точно в срок»	
		Оптимизация комплексного планирования	
ПЕРЕДОВАЯ АНАЛИТИКА ДЛЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ	Движимое данными управление поставщиками, движимая передовая аналитика экономия при закупках		
	Движимое данными кадровое планирование, автоматический скрининг резюме, алгоритмы удержания сотрудников		
	Анализ факторов мотивации сотрудников, прогноз производительности		
	Предсказание и выявление случаев мошенничества		
	Прогноз кредитного риска и размера счетов		

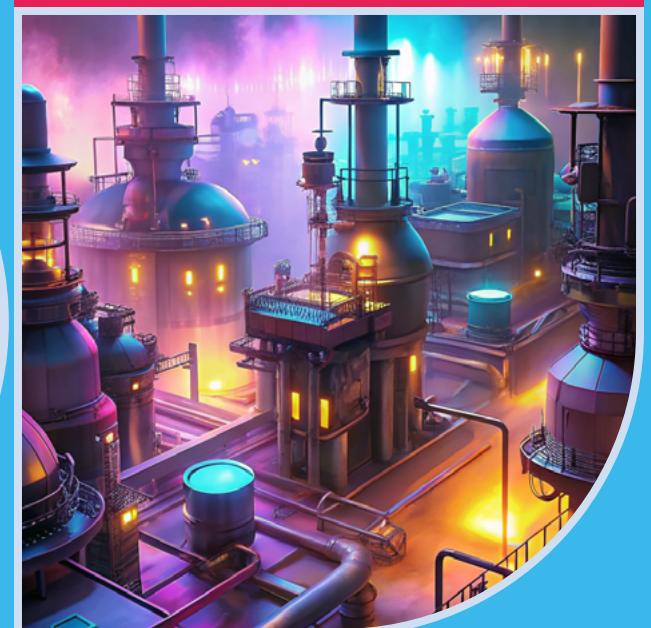
Выше приведена карта, показывающая взаимосвязь цифровых аналитических сервисов и ключевых процессов на примере металлургической промышленности<sup>1</sup>. На передовых предприятиях уже функционируют сотни ИИ-сервисов, которые помогают управлять качеством, динамическим ценообразованием, диагностикой поставок для стратегии "точно в срок" и в других бизнес-процессах.

<sup>1</sup> Аршавский А. Искусственный интеллект в металлургии. 2018.  
URL: [cloud-digital.ru/sites/default/files/13.25-13.45\\_arhavsky\\_nlmk\\_new.pdf](https://cloud-digital.ru/sites/default/files/13.25-13.45_arhavsky_nlmk_new.pdf)

Производство стали		Прокатка и отделка			Продажи и маркетинг
Конвертерное производство	Отливка	Горячая прокатка	Холодная прокатка	Покрытие	
					<ul style="list-style-type: none"> <li>Рулоны холоднокатанные</li> <li>Рулоны горячекатанные</li> <li>Рулоны оцинкованные</li> <li>Рулоны с полимерным покрытием</li> </ul>
 <p>Транспортировка расплавленного металла</p>		 <p>Транспортировка проката на склад</p>			 <p>Транспортировка проката потребителю</p>
Профилактическое обслуживание					Планирование спроса
Оптимизация доходности					
Оптимизация энергопотребления					Управление взаимоотношениями с клиентами
Увеличение пропускной способности					
Управление качеством					Динамическое ценообразование
Профилактический контроль устаревания, аналитика и диагностика систем поставок «точно в срок»					
Оптимизация комплексного планирования					
Движимое данными управление поставщиками, движимая передовая аналитика экономия при закупках					
Движимое данными кадровое планирование, автоматический скрининг резюме, алгоритмы удержания сотрудников					
Анализ факторов мотивации сотрудников, прогноз производительности				ДНК продаж	
Предсказание и выявление случаев мошенничества					
Прогноз кредитного риска и размера счетов					

При разработке карты потока создания ценности стоит учитывать, какие улучшения могут дать ИИ, от каких потерь они избавят и какие бизнес-эффекты обеспечат. Производительность предприятий напрямую зависит от их способности внедрять ИИ-сервисы, что подтверждают лидеры отрасли.

## 2. Проекты стратегического направления в области цифровой трансформации промышленности РФ



# Проекты стратегического направления цифровой трансформации промышленности РФ



## Стратегическое направление в области цифровой трансформации промышленности РФ до 2030 г.<sup>1</sup>

В ходе реализации проектов будут внедрены следующие технологии

### Внедряемые технологии

#### Технологии обработки и передачи данных:



Искусственный интеллект (ИИ)



VR/AR



Робототехника и сенсорика



Big Data



Квантовые вычисления



Геоданные и геоинформационные технологии



Распределенный реестр



Квантовые коммуникации



Технологии доверенного взаимодействия



Информационное моделирование



Новое промышленное и общесистемное программное обеспечение



Современные и перспективные сети мобильной связи



Пространственный анализ и моделирование



Технологии управления производством



Беспроводная связь в области защищенной коммуникации

#### Новые производственные технологии:



Технологии компонентов робототехники и мехатроники



Технологии сенсорики



Микроэлектроника и фотоника



Технологии цифрового проектирования, математического, информационного моделирования и управления жизненным циклом изделия или продукции производственной или сервисной системы



Технология "умное производство"



Технологии новых материалов и веществ, их моделирования и разработки



Технологии аддитивного производства

#### Межотраслевые проекты



Умное производство



Цифровой инжиниринг



Продукция будущего



Технологическая независимость



Интеллектуальная господдержка



<sup>1</sup>Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07.11.2023 г. № 3113-р Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, относящейся к сфере деятельности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. 2023. URL: <http://government.ru/docs/all/150406/>

# Межотраслевые проекты стратегического направления

## УМНОЕ ПРОИЗВОДСТВО<sup>1</sup>

### Решаемые задачи:

- Повышение эффективности использования основных фондов, сырья и материалов;
- Расширение технологических, производственных и сбытовых возможностей предприятий;
- Обеспечение доступности информации о технологических и производственных возможностях предприятий;
- Повышение доли предприятий, использующих технологии предиктивной аналитики и промышленного интернета вещей;
- Разработка и внедрение конкурентоспособного российского инженерного и промышленного программного обеспечения, цифровых платформ и программно-аппаратных комплексов;
- Повышение квалификации, профессиональная переподготовка работников промышленных предприятий в целях обучения использованию внедряемых технологий, российского инженерного и промышленного программного обеспечения, цифровых платформ и программно-аппаратных комплексов;
- Формирование, апробация и масштабирование модели обеспечения обрабатывающих отраслей промышленности высококвалифицированными кадрами путем создания и развития образовательных и учебно-методологических центров.

### Прогноз показателей проекта к 2030 году:

**85 %** цифровая зрелость основных производственных процессов предприятий промышленности;

**90 %** цифровая зрелость вспомогательных производственных процессов предприятий промышленности.

## ЦИФРОВОЙ ИНЖИНИРИНГ<sup>1</sup>

### Решаемые задачи:

- Снижение себестоимости разработки и сокращение срока вывода промышленной продукции на рынок;
- Разработка умных стандартов (SMART-стандартов) для реализации человекоориентированных, машиноориентированных информационных сервисов по работе с содержанием стандартов;
- Создание универсальных маркетплейсов с ресурсами для создания и реализации продукции ("от идеи до рынка");
- Формирование единых форматов данных (библиотек);
- Создание референтных архитектур;
- Повышение доли промышленных предприятий, использующих технологии "цифровые двойники".

### Прогноз показателей проекта к 2030 году:

**50 %** снижена себестоимость разработки и сокращены сроки вывода высокотехнологичной продукции на рынок в первую очередь за счет разработки математических и компьютерных моделей с высокой степенью адекватности, прошедших процедуры верификации и валидации, проведения цифровых (виртуальных) испытаний на цифровых (виртуальных) испытательных стендах и цифровых (испытательных) полигонах;

**80 %** национальные стандарты переведены в машиночитаемые форматы с возможностью использования в системах цифрового проектирования;

**80 %** доля предприятий, использующих технологии математического моделирования и виртуальных испытаний промышленной продукции, применяющих технологию "цифровой двойник изделия";

**80 %** доля предприятий, использующих технологию "цифровой двойник производства".

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07.11.2023 г. № 3113-р Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, относящейся к сфере деятельности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. 2023.  
URL: <http://government.ru/docs/all/150406/>

## ПРОДУКЦИЯ БУДУЩЕГО<sup>1</sup>

### Решаемые задачи:

- Переход к модели гибкого конвейерного производства (производство продукции, соответствующей индивидуальным требованиям потребителя);
- Внедрение технологии предиктивной аналитики для перехода от ремонта по регламенту к ремонту по состоянию;
- Внедрение сервисной модели реализации промышленной продукции;
- Обеспечение широкого доступа к технологиям (к эффекту от цифровых технологий).

### Прогноз показателей проекта к 2030 году:

**75 %** доля предприятий, использующих технологии предиктивной аналитики при прогнозировании и проведении сервисного обслуживания промышленной продукции;

**95 %** доля предприятий, использующих технологии промышленного интернета вещей, сбора данных и диспетчерского контроля для управления производственными процессами в реальном времени.



## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НЕЗАВИСИМОСТЬ<sup>1</sup>

### Решаемые задачи:

- Стимулирование спроса на российское программное обеспечение и доверенные программно-аппаратные комплексы;
- Увеличение доли предприятий, использующих российские средства защиты информации на предприятиях промышленности;
- Переход субъектов критической информационной инфраструктуры на принадлежащих им объектах критической информационной инфраструктуры на преимущественное использование российского и евразийского программного обеспечения, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов;
- Увеличение доли использования субъектами критической информационной инфраструктуры на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры доверенных программно-аппаратных комплексов;
- Выявление факторов, негативно влияющих на переход на преимущественное использование российского и евразийского программного обеспечения, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, выработка мер реагирования и устранения указанных факторов;
- Обеспечение взаимодействия промышленных предприятий в сфере обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак и реагирования на компьютерные инциденты с Национальным координационным центром по компьютерным инцидентам.

### Прогноз показателей проекта к 2030 году:

**100 %** доля используемого субъектами критической информационной инфраструктуры Российской Федерации (далее – критическая информационная инфраструктура) на принадлежащих им объектах критической информационной инфраструктуры российского и евразийского программного обеспечения;

**100 %** доля использования субъектами критической информационной инфраструктуры на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры доверенных программно-аппаратных комплексов;

**95 %** доля предприятий, использующих средства защиты информации на предприятиях промышленности 95%.

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07.11.2023 г. № 3113-р Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, относящейся к сфере деятельности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. 2023. URL: <http://government.ru/docs/all/150406/>

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ГОСПОДДЕРЖКА<sup>1</sup>

### Решаемые задачи:

- Переход к оказанию государственных услуг и функций в цифровом формате, включая осуществление мер государственной поддержки с использованием инфраструктуры специализированных цифровых платформ, обеспечивающих эффективную навигацию и возможность построения специализированных траекторий поддержки конкретных участников;
- Увеличение доли предприятий, использующих государственную информационную систему промышленности в интересах реализации промышленного потенциала субъектов РФ, в том числе в качестве сервиса каталога промышленной продукции, навигатора по мерам государственной поддержки, площадки для взаимодействия предприятий в области инжиниринга и промышленного дизайна, а также площадки для отбора и экспертизы заявок на получение финансового обеспечения;
- Снижение финансовых и временных издержек, а также отчетной нагрузки промышленных предприятий за счет обеспечения информационного взаимодействия между участниками рынка и органами государственной власти в режиме реального времени на базе государственной информационной системы промышленности;
- Создание межотраслевых моделей данных (отраслевых наборов данных для использования предприятиями и ИТ-компаниями);
- Формирование системы перехода от традиционной статистики к технологии обработки больших массивов данных и ИИ;
- Формирование, обезличивание и разметка наборов данных из государственных и иных информационных систем, с целью их публикации в открытом доступе, для возможности обучения технологических решений с применением технологий ИИ.

### Прогноз показателей проекта к 2030 году:

99 %

доля предприятий, в отношении которых сформирован цифровой паспорт в государственной информационной системе промышленности;

100 %

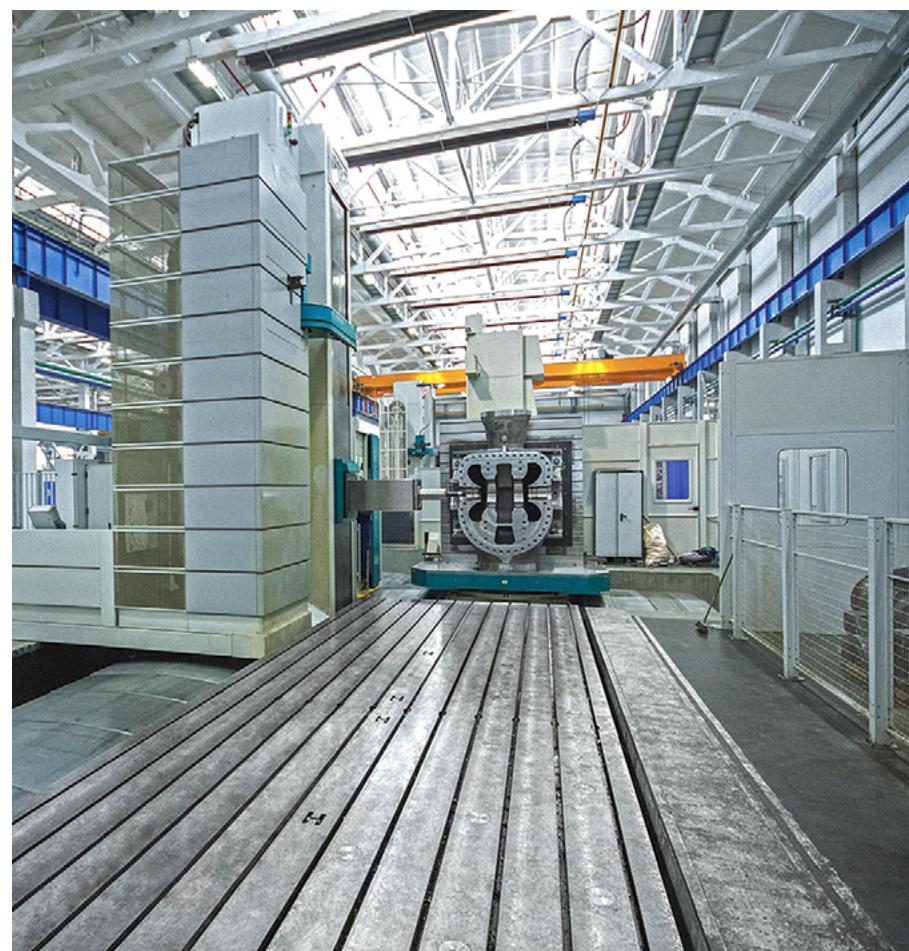
сокращено время формирования промышленных данных за счет перехода от отраслевой статистики и опросов к цифровым паспортам, формируемым на базе государственной информационной системы промышленности на основе первичных сведений и доступным в режиме реального времени;

85,2 %

доля предприятий, применяющих технологии ИИ;

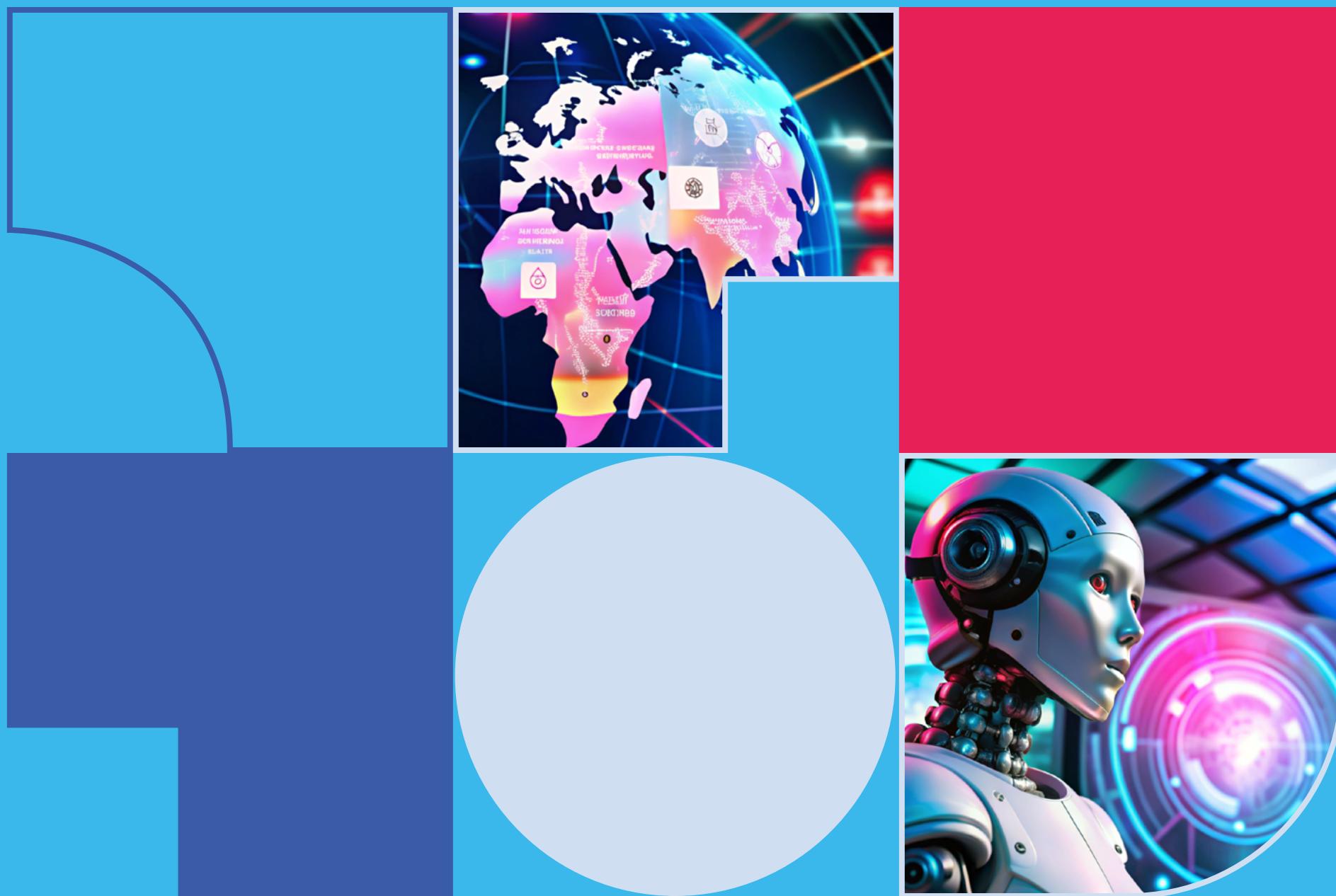
90 %

доля предприятий, использующих технологию API (совокупность инструментов и функций для информационного взаимодействия программ) для обмена данными, предоставления цифровых услуг и информационного взаимодействия с государственными информационными системами.



<sup>1</sup>Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07.11.2023 г. № 3113-р Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, относящейся к сфере деятельности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. 2023.  
URL: <http://government.ru/docs/all/150406/>

# 3. Мировые и отечественные тренды развития ИИ



# Тренды ИИ в промышленности

Малые, средние и крупные промышленные компании, следуя за технологическими лидерами, разрабатывают собственные решения для создания умных производственных систем и построения интеллектуальных цепочек поставок, адаптированных под их масштаб и потребности.

**Сегодня в центре внимания – автономные технологии, которые способны полностью изменить облик производственных процессов, логистики и управления цепочками поставок на промышленных и индустриальных предприятиях.**

В 2022–2024 годах технологии ИИ в промышленности и на индустриальных предприятиях ускорили своё развитие и начали активно внедряться в процессы производства. В последние годы ИИ стал важным инструментом для автоматизации производственных процессов, повышения эффективности и сокращения затрат. Одним из ключевых трендов является использование ИИ для анализа данных в реальном времени, что позволяет предприятиям оперативно реагировать на изменения в производственных цепочках и принимать более обоснованные решения.

Важным аспектом также становится интеграция ИИ с промышленной робототехникой. Развитие умных машин и роботов, способных самостоятельно выполнять сложные операции, снижает зависимость от человеческого труда и повышает производительность. Такой подход особенно востребован в сфере точного производства и на предприятиях с высокой степенью технологической зрелости. Вместе с этим растет число стартапов и технологических компаний, предлагающих решения на стыке ИИ и робототехники.

Еще один тренд связан с внедрением ИИ для улучшения управления активами и инфраструктурой. Прогнозирование поломок и необходимость обслуживания оборудования с помощью ИИ помогает минимизировать время простоя, снизить эксплуатационные расходы и повысить общую надежность систем. Благодаря новым технологиям ИИ предприятия могут своевременно предотвращать потенциальные сбои, тем самым повышая устойчивость своих операций.

Активное развитие получает применение ИИ для улучшения качества продукции. Системы автоматического контроля качества на основе ИИ позволяют обнаруживать дефекты на ранних стадиях производства, что снижает количество брака и повышает общую эффективность процессов. Это особенно важно для отраслей, где качество продукции играет ключевую роль, таких как автомобильная и электронная промышленность.

Развитие ИИ в промышленности и на индустриальных предприятиях способствует значительным изменениям в способах организации производства и управления операциями. Компании, активно внедряющие ИИ, получают конкурентные преимущества за счет повышения эффективности, снижения затрат и улучшения качества продукции. Эти тренды подчеркивают важность ИИ для будущего индустриальных предприятий и его роль в трансформации производственных процессов.

Далее будут более подробно представлены ключевые направления и тренды развития промышленности и индустриальных предприятий, где значимую роль имеет применение технологий ИИ.

# Горизонт активного проявления трендов

1-2 года	3-5 лет	5+ лет
----------	---------	--------

<p>Синергия передовых производственных технологий (например, аддитивного производства) и ИИ (к примеру, бионического дизайна и топологической оптимизации с использованием алгоритмов ИИ)</p>	<p>Интеграция ИИ и робототехнических комплексов для сборочных операций и применений в логистике</p>	<p>Рост числа венчурных фондов с частным капиталом и фокусом на производстве</p>
<p>Развитие генеративного ИИ, используемого в промышленном дизайне, проектировании, маркетинге и в других управленческих процессах</p>	<p>Коммодитизация и демократизация промышленных ИИ решений</p>	<p>Ускорение когнитивной автоматизации – это развитие способности автоматизировать комплексные решения, ещё больше исключая участие человека из процесса принятия решений и выполнения операций</p>
<p>Смещение фокуса на гибридные решения с ИИ</p>	<p>Новое поколение IoT с применением ИИ (AIoT)</p>	

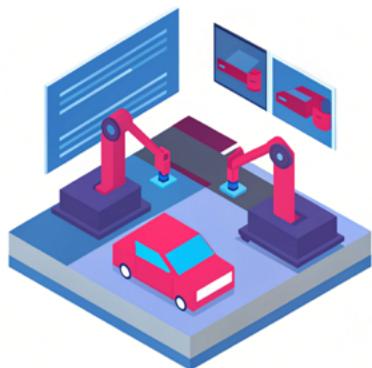
 Актуально для России  
 Актуально для всего мира

<p>Расширение использования ИИ в малых и средних предприятиях (МСП)</p>
<p>Рост конкуренции за специалистов в области ИИ</p>
<p>Рост количества нормативных требований к использованию ИИ. Развитие нормативной базы и базы стандартов для сбора промышленных данных и применения ИИ</p>
<p>Использование ИИ для оптимизации затрат на обслуживание инженерной инфраструктуры и энергосбережения</p>



# Тренды ИИ в промышленности

## Интеграция ИИ и робототехнических комплексов для сборочных операций и применений в логистике



Искусственный интеллект используется для повышения способности роботов адаптироваться к меняющейся среде и выполнять сложные задачи, которые ранее требовали человеческого вмешательства. Гуманоидные роботы теперь могут выполнять задания, которые выходят за рамки простых механических операций, например, взаимодействовать с людьми, отвечать на вопросы и адаптироваться к неожиданным условиям на производственных площадках.

ИИ позволяет гуманоидным роботам не только выполнять задачи, но и вести диалог с людьми. Это становится важным элементом в индустриях, где необходимо тесное взаимодействие между роботами и человеком, например, в медицине, обслуживании или на производственных линиях. Гуманоидные роботы становятся более интуитивно понятными и могут лучше распознавать эмоции, речь и жесты.

Благодаря ИИ роботы могут учиться на основе опыта, анализировать огромные массивы данных и совершенствоваться в процессе выполнения задач. Машинное обучение позволяет таким роботам адаптировать свои действия, что повышает их производительность и уменьшает зависимость от внешнего контроля со стороны человека.

Тренд интеграции ИИ и антропоморфных роботов демонстрирует значительный прогресс в направлении повышения автономности и когнитивных возможностей робототехнических систем. В ближайшие годы мы увидим еще больше примеров использования гуманоидных роботов в повседневных задачах, где раньше такие технологии были непригодны, а ИИ будет помогать роботам выполнять задачи с высокой точностью, безопасностью и эффективностью.

Применение больших языковых моделей делает робототехнику значительно эффективнее.

Примеры:

-  Например, компания VeeRoute из Санкт-Петербурга применяет ИИ для оптимизации маршрутов доставки, а Robotics Management System (RMS) использует ИИ для управления парком складских роботов, обеспечивая синхронизацию их работы с системами WMS. В логистике ИИ также применяется для автономных транспортных решений, таких как роботизированные комплексы компании Yandex<sup>1</sup>.
-  Например, в США компания Tesla применяет ИИ-управляемые роботы для настройки процессов сборки и повышения качества продукции, снижая количество дефектов в производстве автомобилей. В Германии компания DHL использует роботов и ИИ для оптимизации маршрутов доставки и управления складскими запасами. JD.com в Китае автоматизировала свои склады с помощью ИИ и роботизированных систем для упаковки и сортировки товаров, что значительно увеличивает скорость обработки заказов<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> [Tracxn](#), [Yakov Partners](#)

<sup>2</sup> [KESTRIA](#), [JELLYFISH TECHNOLOGIES](#), [ENTERPRISE AUTOMATION](#).

# Тренды ИИ в промышленности

## Рост числа венчурных фондов с частным капиталом и фокусом на производстве



В последние годы наблюдается значительный рост числа венчурных фондов с частным капиталом, активно инвестирующих в стартапы, разрабатывающие решения с искусственным интеллектом (ИИ) для промышленного и производственного сектора. Этот тренд объясняется стремлением индустрий к автоматизации, снижению издержек и повышению эффективности через технологии ИИ. По данным PitchBook, инвестиции венчурного капитала в промышленную автоматизацию с использованием ИИ в 2022 году достигли \$6,7 млрд, что почти на 50% больше по сравнению с предыдущим годом. Увеличение капиталовложений в стартапы с ИИ-технологиями подчеркивает, насколько критичными становятся инновации для развития промышленных процессов.

Примеры:

- Одним из примеров является фонд "Восход", который активно инвестирует в быстрорастущие сегменты, включая авиакосмическую отрасль. За 2023 год фонд оформил несколько сделок в этой области, что свидетельствует о высоком интересе к инвестициям в промышленность. Также стоит отметить, что инвестиционная платформа Sk Capital запустила новый фонд с объемом в 4 миллиарда рублей, ориентированный на продуктовые IT-компании, что также говорит о росте венчурного капитала в России <sup>1</sup>.
- Многие венчурные фонды начали формировать специализированные портфели для инвестиций в deep tech и производственные ИИ-решения. Например, Lux Capital и Emergence Capital активно вкладывают средства в стартапы, создающие ИИ для автоматизации сборки, робототехники и предиктивного обслуживания. В 2023 году фонд Sequoia Capital инвестировал \$100 млн в стартап Bright Machines, который разрабатывает интеллектуальные решения для производства. Такая поддержка со стороны фондов помогает ускорить внедрение ИИ в промышленные процессы, что в свою очередь привлекает дополнительные частные инвестиции в этот сектор.
- Одним из наиболее значимых примеров является рост количества фондов, ориентированных на устойчивые технологии, сочетающие ИИ и промышленные решения. Фонд Energy Impact Partners, специализирующийся на устойчивых технологиях и промышленных инновациях, увеличил объем активов под управлением до \$2 млрд в 2023 году, что свидетельствует о высоком интересе к инвестициям в ИИ для промышленности. Примерно 30% от всех новых венчурных фондов, созданных с 2022 года, включают в свой фокус индустриальные стартапы с ИИ-решениями, что указывает на растущую востребованность подобных технологий среди инвесторов.
- AM Ventures, базирующаяся в Германии, фокусируется на технологиях 3D-печати и аддитивного производства, инвестируя в стартапы, работающие с передовыми материалами и цифровыми производственными решениями BUSINESS WIRE.

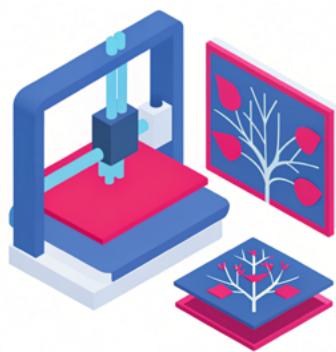
Эти фонды и компании подтверждают тренд на увеличение инвестиций в высокотехнологичные производственные секторы, что способствует модернизации промышленных баз и поддержке локальных рынков <sup>2</sup>.

<sup>1</sup>FORBES.RU, РБК;

<sup>2</sup>PITCHBOOK, GENERAL CATALYST, Business Wire.

# Тренды ИИ в промышленности

## Синергия аддитивного производства и бионического дизайна с использованием алгоритмов ИИ



Аддитивное производство (АП) или 3D-печать и алгоритмы генеративного проектирования (ГП) с возможностями нейронных сетей в синергии друг с другом позволяют значительно ускорить этапы эскизирования, прототипирования, разработки и производства продукции. Безграничные возможности АП и ИИ позволяют создавать продукцию с новыми эксплуатационными свойствами, значительно сокращая вес, упрощая сборочные операции, экономя дорогостоящие материалы.

С помощью возможностей ГП конструктор может назначить ограничения на деталь, выражаемые в максимальном весе, предпочтительном материале, технологии, нагрузкам, крутящему моменту при сохранении или даже увеличении исходной прочности, а распределенные сервера с интеллектуальным сервисом произведут расчет с помощью КЭА и предоставят десятки, сотни и даже тысячи вариаций оптимизированного изделия. В конечном итоге конструктору потребуется лишь выбрать наиболее эффективное решение и с минимальными доработками отправить деталь на 3D-печать, минуя при этом необходимость производства оснастки. Современное производство, имеющее в арсенале аддитивные комплексы, в том числе российского производства, и обращающееся к сервису ГП, может обходиться меньшим количеством персонала и оборудования, сокращая путь от идеи до испытаний, и на равных конкурируя с передовыми компаниями.

Примеры:

-  На "КАМАЗе" внедрение генеративного проектирования позволяет разрабатывать облегчённые детали для грузовиков, что способствует снижению их массы и уменьшению расхода топлива. Этот подход помогает оптимизировать конструкции, повышая общую производительность и эффективность транспорта. Генеративные алгоритмы создают оптимальные формы деталей, сохраняя прочность и сокращая затраты на материалы<sup>1</sup>.
-  Инженеры из компании LEAP71 в сотрудничестве с Race to Space из Университета Шеффилда, AMCM GmbH, Airborne Engineering Ltd разработали, произвели и успешно испытали ракетный двигатель керолокс мощностью 20 тыс. лошадиных сил и скоростью истечения газов 1530 м/с. Для проекта была использована вычислительная инженерная модель с ИИ собственной разработки Noyron RP. Особенность проекта состояла в том, что проектирование осуществлялось без вмешательства человека и привычных САПР, но под полным управлением ИИ. Весь проект, начиная от выбора топлива до горячих испытаний, был осуществлён менее чем за две недели. Создание же новой модели двигателя в Noyron RP благодаря возможностям ИИ занимает всего несколько минут!<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ПАО "ОАК";

<sup>2</sup>LEAP71;

# Тренды ИИ в промышленности

**Ускорение когнитивной автоматизации – это развитие способности автоматизировать комплексные решения, ещё больше исключая участие человека из процесса принятия решений и выполнения операций**



По данным CBInsights, к 2028 году когнитивная автоматизация и робототехника ускорится, чтобы обеспечить более похожий на человеческий опыт взаимодействия с роботами, обладающими множеством органов чувств. Все более мощное программное обеспечение, быстрая обработка на основе передовых технологий и усовершенствованные датчики позволят роботам взаимодействовать с окружающим миром более естественным образом, чем когда-либо прежде.

Примеры:

- 🇷🇺 На российских предприятиях когнитивная автоматизация реализуется, например, в компании "Сибур". Здесь внедрена система управления технологическими процессами с использованием ИИ, которая анализирует данные, собираемые с датчиков, и автоматически принимает решения о корректировке параметров производства. Это сокращает необходимость участия человека и повышает точность процессов. Такие решения помогают оптимизировать использование ресурсов, снизить затраты и улучшить экологические показатели производства <sup>1</sup>.
- 🌍 Например, Virgin Trains использует когнитивную автоматизацию для автоматического возврата денег клиентам за опоздание поездов, обрабатывая электронные письма с помощью инструментов обработки естественного языка (NLP) DELOITTE UNITED STATES. C3 AI предоставляет предприятиям решения для цифровой трансформации и оптимизации цепочек поставок, используя анализ данных и предсказательную аналитику BUILT IN. Также Automation Anywhere интегрирует когнитивные технологии с RPA, чтобы автоматизировать обработку сложных документов и извлечение данных <sup>2</sup>.

<sup>1</sup>FORBES.RU; <sup>2</sup>PWC, BUILT IN.

**Развитие генеративного ИИ, используемого в промышленном дизайне, проектировании, маркетинге и в других управленческих процессах**



Развитие генеративного ИИ расширяет возможности автоматизации и творчества в промышленном дизайне, проектировании, маркетинге и управленческих процессах. Генеративные модели используют машинное обучение для создания новых идей, эскизов, прототипов и контента на основе заданных параметров, что ускоряет разработку продукции и сокращает время на тестирование концепций. В промышленном дизайне ИИ оптимизирует форму и структуру изделий, улучшая функциональность и снижая затраты на производство. В маркетинге технологии генерируют персонализированный контент, анализируют рыночные тренды и разрабатывают эффективные стратегии продвижения. В управлении ИИ автоматизирует процесс принятия решений и планирование, что помогает компаниям быстрее адаптироваться к изменениям и использовать новые возможности для роста и инноваций

Примеры:

- 🇷🇺 AIPRINTGEN – российский сервис, в основе которого лежит генеративный ИИ, позволяющий значительно сократить время и расходы. Сервис работает как с текстовыми описаниями (промптами), так и фотографиями/рисунками (в будущем будет возможно использование чертежей). В результате данный инструмент можно использовать для получения 3D-моделей для последующего использования в игровой индустрии, рекламе, реверс-инжиниринге.
- 🌍 Например, компания Autodesk в США использует генеративный дизайн для создания инновационных изделий в машиностроении, позволяя инженерам быстро генерировать и оптимизировать решения<sup>1</sup>
- 🌍 В Бразилии, стартап Petrichor применяет генеративный ИИ в сфере маркетинга для разработки персонализированного контента и улучшения взаимодействия с клиентами BCG GLOBAL. Также, KPMG подчеркивает важность использования генеративного ИИ в управлении производственными процессами и создании эффективных маркетинговых стратегий, что позволяет оптимизировать операции и повысить продуктивность<sup>2</sup>

<sup>1</sup>COURSERA; <sup>2</sup>KPMG ASSETS, COURSERA.

# Тренды ИИ в промышленности

## Коммодитизация и демократизация промышленных ИИ решений



Развитие ИИ как сервиса (AI-as-a-Service)

Всё больше промышленных компаний переходят к использованию ИИ как сервиса, вместо разработки собственных решений. Это позволяет быстрее и дешевле внедрять ИИ в существующие процессы без необходимости создания сложной ИТ-инфраструктуры. AI-as-a-Service (AlaaS) набирает популярность среди промышленных компаний благодаря своей доступности и масштабируемости.

Примеры:

-  Российский фонд прямых инвестиций (РФПИ) и Университет ИТМО подписали соглашение о сотрудничестве для создания, развития и продвижения международной платформы по предоставлению услуг и сервисов на базе искусственного интеллекта (ИИ) с использованием "облачных" технологий (Платформа Artificial Intelligence-as-a-Service (AlaaS)). Там отметили, что платформа AlaaS предоставляет бизнесу доступ к широким возможностям и инструментам ИИ без необходимости наличия собственной инфраструктуры или компетенций в этой сфере <sup>1</sup>.
-  В США компании, такие как IBM и Microsoft, активно внедряют облачные решения, позволяя малым и средним предприятиям использовать ИИ без значительных инвестиций в инфраструктуру.
-  В Германии Siemens предлагает доступные ИИ-инструменты для автоматизации процессов, снижая барьеры для внедрения технологий в производстве. Эти шаги способствуют широкому распространению ИИ в промышленности <sup>2</sup>.

<sup>1</sup>ИТМО; <sup>2</sup>MCKINSEY & COMPANY, MCKINSEY & COMPANY, RACKSPACE TECHNOLOGY.

## Смещение фокуса на гибридные решения с ИИ



Вместо полной автоматизации процессов, компании все чаще внедряют гибридные решения, где ИИ работает совместно с людьми. Коботы (коллаборативные роботы) и инструменты с поддержкой ИИ дополняют человеческие рабочие ресурсы, улучшая производительность без полного замещения сотрудников.

Распределение деятельности между естественным и искусственным интеллектом.

Примеры:

-  В России компания Technored активно внедряет гибридные решения с применением ИИ и коллаборативных роботов (коботов) в производственных процессах. Это особенно востребовано в отраслях машиностроения, электроники, а также упаковочного производства. Коботы применяются для выполнения рутинных операций, что позволяет сократить дефицит кадров и повысить эффективность производства. Такие решения интегрируются с автоматизированными системами управления процессами для повышения точности и скорости работы <sup>1</sup>.
-  Lenovo в 2023 году запустила платформу ThinkAgile для гибридного облака с ИИ. Это решение предназначено для улучшения производительности ИИ, снижения энергопотребления и повышения гибкости в управлении облачными ресурсами <sup>2</sup>.
-  Fast Data Science использует гибридный ИИ для оценки рисков в клинических исследованиях. Модели машинного обучения анализируют текстовые документы, после чего символическая логика позволяет перевести результаты в показатели риска <sup>3</sup>.

<sup>1</sup>RosUpack; <sup>2</sup>NASDAQ <sup>3</sup>FAST DATA SCIENCE.

# Тренды ИИ в промышленности

## Расширение использования ИИ в малых и средних предприятиях (МСП)



ИИ-технологии становятся доступнее для малых и средних промышленных предприятий, которые начинают активно их внедрять. Это связано с появлением "облачных" ИИ-решений и сервисов, снижающих барьеры входа и предоставляющих возможность использовать сложные технологии без крупных первоначальных инвестиций.

Примеры:

- 🇷🇺 Компания "Иннопром". Это производственное предприятие внедрило ИИ для автоматизации контроля качества продукции. В компании используют компьютерное зрение для анализа изделий на конвейере, что значительно повысило точность и снизило затраты на проверку, а также уменьшило количество производственных дефектов. Этот подход помог предприятию ускорить выпуск продукции и сократить количество брака <sup>1</sup>.
- 🇷🇺 Компания "Восток-сервис", которая применяет ИИ для автоматизации документооборота и обработки данных. Это решение позволило сократить время на рутинные задачи и повысить эффективность работы сотрудников <sup>2</sup>.
- 🌍 В Европе, МСП в производственной сфере используют ИИ для оптимизации производственных процессов, улучшения контроля качества и управления запасами. Примером является компания Siemens, которая внедряет ИИ для поддержки автоматизации в малых предприятиях <sup>3</sup>.
- 🌍 В Австралии, платформа BenevolentAI помогает аграрным МСП использовать ИИ для предсказания урожайности, снижения затрат и более эффективного использования ресурсов <sup>4</sup>.

<sup>1</sup>РБК, Хабр; <sup>2</sup>RIA NOVOSTI; <sup>3</sup>SPRINGERLINK; <sup>4</sup>CSB.

## Рост конкуренции за специалистов в области искусственного интеллекта



Промышленные компании сталкиваются с растущей нехваткой кадров с компетенциями в области ИИ. Это усиливает конкуренцию за специалистов по ИИ и побуждает компании инвестировать в переквалификацию и обучение собственных сотрудников. В 2025–2027 годах все больше компаний будут стремиться к созданию внутренних команд ИИ-экспертов.

Лидирующие компании различных отраслей конкурируют за таланты. От них требуется глубокая специализация специалистов.

Конкурентная борьба за кадры идет не только внутри одной отрасли, но и между отраслями. Промышленные компании не всегда выдерживают эту конкуренцию

Примеры:

- 🇷🇺 В России спрос на таких работников вырос в 2,8 раза за год, с более чем 12,6 тыс. вакансий в 2023 году. Наиболее активно ищут специалистов в IT, финансах и маркетинге <sup>1</sup>.
- 🌍 В США компании, такие как Google и Microsoft, также активно привлекают специалистов, предлагая высокие зарплаты и бонусы <sup>2</sup>.
- 🌍 В Европе компании, такие как Siemens и Bosch, также создают инновационные центры, чтобы привлекать ИИ-таланты, улучшая программы профессионального развития и предложения для специалистов. Так же в Германии, множество стартапов, работающих с ИИ, создают новые вакансии, что подстегивает конкуренцию <sup>3</sup>.
- 🌍 В Китае, например, стремление к развитию ИИ вынуждает компании, такие как Baidu и Tencent, активно искать и развивать специалистов через собственные программы обучения и партнерства с университетами <sup>4</sup>.

<sup>1</sup>FORBES COUNCIL, TELESPUTNIK; <sup>2</sup>FORBES COUNCIL; <sup>3</sup>AI.GOV.RU; <sup>4</sup> MCKINSEY & COMPANY;

# Тренды ИИ в промышленности

**Рост количества нормативных требований к использованию ИИ**  
**Развитие нормативной базы и базы стандартов для сбора промышленных данных и применения искусственного интеллекта**



В ответ на расширение использования ИИ в 2022–2024 годах наблюдается ужесточение нормативных требований к применению ИИ в промышленности. Регуляторы начинают разрабатывать новые стандарты и правила, касающиеся прозрачности, безопасности и этики использования ИИ. Это подталкивает компании к более ответственному внедрению ИИ и повышению уровня доверия к этой технологии.

Законы также разрабатываются с целью стимулирования накопления данных.

Примеры:

-  В 2024 году был опубликован Указ Президента РФ о Национальной стратегии развития ИИ до 2030 года, который обозначил ключевые направления для создания стандартов и нормативов в области ИИ. Одной из целей этой стратегии является разработка правовых и технических стандартов для применения ИИ на промышленных предприятиях, включая сбор данных, контроль качества и автоматизацию производственных процессов <sup>1</sup>.
-  Примером развития стандартов является инициатива по созданию новых технических регламентов для промышленного интернета вещей (IoT), включающая правила обработки данных с помощью ИИ в производственных системах. В рамках этих проектов государственные органы разрабатывают рекомендации по внедрению ИИ на основе опыта ведущих российских компаний, таких как "Росатом" и "Сибур", которые уже активно используют ИИ для оптимизации процессов на своих предприятиях.
-  Например, ЕС принял "Регламент об ИИ", который классифицирует ИИ-системы по уровню риска и вводит строгие требования для высокорисковых систем, таких как в медицине или образовании. Компании должны соблюдать прозрачность, кибербезопасность и отчетность по использованию ИИ. В США также введена секторальная система регулирования ИИ, которая распространяется на критически важные отрасли, такие как здравоохранение и финансы <sup>2</sup>.

<sup>1</sup>РБК, КИБЕРЛЕНИНКА; <sup>2</sup>World Economic Forum, Tech Monitor, Deloitte United States

# Тренды ИИ в промышленности

## Новое поколение IoT с применением искусственного интеллекта (AIoT)



Новое поколение промышленного интернета вещей (IoT) с применением искусственного интеллекта (AIoT) сочетает возможности интернета вещей и искусственного интеллекта, создавая более умные и автономные системы управления промышленными предприятиями. AIoT устройства могут не только собирать и передавать данные, но и анализировать их в точке сбора, принимать решения и выполнять действия без участия человека. Это позволяет создавать высокоэффективные, адаптивные экосистемы для автоматизации промышленных процессов, управления умными цехами и индустриальными парками. Технология улучшает производственные процессы, повышает безопасность, снижает энергозатраты и обеспечивает более точную настройку оборудования. В результате AIoT приносит интеллектуальную обработку данных на периферию сети, повышая скорость реакции и снижая нагрузку на центральные системы, открывая новые возможности для бизнеса и повышая эффективность промышленных предприятий

Примеры:

-  Примером является компания "Сбер", которая использует AIoT для мониторинга промышленного оборудования и систем энергопотребления в реальном времени, что помогает оптимизировать расходы на обслуживание и снижать затраты на электроэнергию. В рамках AIoT решений применяются технологии предиктивного анализа для прогнозирования сбоев оборудования. Другие российские компании, такие как "Ростелеком", также внедряют AIoT для умных городов и промышленной автоматизации.<sup>1</sup>
-  Например, компания Bosch использует AIoT для умных домов, автомобилей и производства, интегрируя искусственный интеллект для оптимизации энергопотребления и автоматизации повседневных задач. Дрезденский завод по производству полупроводников демонстрирует, как AIoT повышает эффективность производства BOSCH GLOBAL. Аналогичным образом, компания Samsara предлагает решения на основе сенсорных данных для промышленности, используя IoT для управления автопарком и операциями для повышения эффективности BUILT IN. В сфере "умных городов" такие приложения, как Parker, используют IoT для оптимизации парковки, уменьшая пробки в американских городах.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>СБЕР; <sup>2</sup>BOSCH SOFTWARE, DELOITTE UNITED STATES, DROIDS ON ROIDS;

# Тренды ИИ в промышленности

## Использование ИИ для оптимизации затрат на обслуживание инженерной инфраструктуры и энергосбережения



ИИ активно используется для оптимизации затрат на обслуживание инженерной инфраструктуры и энергосбережения, что обеспечивает рост операционной эффективности и снижение расходов. Системы на базе ИИ анализируют большие объемы данных с датчиков и оборудования в реальном времени, прогнозируют потенциальные неисправности, что позволяет чаще использовать профилактическое обслуживание вместо экстренного реагирования на аварии. Алгоритмы машинного обучения выявляют скрытые закономерности в потреблении энергии, оптимизируют работу инженерных и технологических систем и освещения, сокращая энергопотребление без ущерба для комфортности работающих людей. Использование ИИ-решений дает компаниям возможность минимизировать простои, снизить эксплуатационные издержки и продлить срок службы активов, обеспечивая устойчивое и эффективное управление инфраструктурой.

Примеры:

- 🇷🇺 "Норильский никель" использует ИИ для мониторинга и анализа данных о потреблении энергии, что позволяет оптимизировать работу энергетических систем. Это включает прогнозирование пиковых нагрузок и адаптацию работы сетей в реальном времени, что помогает снизить энергозатраты и минимизировать простои инфраструктуры.

Кроме того, системы с искусственным интеллектом активно используются для управления энергетическими сетями в реальном времени, что повышает их надежность и снижает затраты на обслуживание. Например, интеллектуальные сети могут реагировать на изменения в потреблении и адаптировать свою работу для уменьшения потерь энергии<sup>1</sup>

- 🌍 Schneider Electric использует ИИ для анализа данных об энергопотреблении и оптимизации микросетей, что позволяет клиентам экономить до 10% энергии и сокращать выбросы углерода. Например, в Китае ИИ помог сократить энергозатраты Bank of Dalian на 31% за счет оптимизации охлаждения серверных помещений. Siemens применяет ИИ для управления умной инфраструктурой, включая здания и энергетические сети, помогая снизить расходы на энергоснабжение.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>РБК, SCIENTIFIC LEADER JOURNAL; <sup>2</sup>PERSPECTIVES, CHINA DAILY, MARKETSDANDMARKETS.

# 4. Разделы от экспертов



# Меры поддержки

## Грантовые конкурсы:



Конкурсы для ИТ-проектов и стартапов, разрабатывающих и внедряющих российские цифровые решения



## Налоговые льготы для ИИ:



Расходы на радиоэлектронную продукцию, связанную с ИИ, можно учитывать с коэффициентом 1,5, снижая затраты на внедрение

## Проект «Эффективность.РФ»:

[эффективность.рф](http://эффективность.рф)



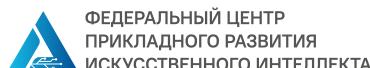
Информация о льготных инструментах для инициации и поддержки процессов цифровой трансформации на промышленных предприятиях. Ключевые сервисы включают диагностику, бенчмаркинг и план цифрового развития

## Навигатор мер поддержки:



Минпромторг России предоставляет сервис, который помогает ознакомиться с реализуемыми мерами государственной поддержки для промышленных предприятий

## Поддержка от ФГАУ «ФЦПР ИИ»:



Экспертная поддержка госсектора и отечественных промышленных предприятий, продвижение страны и российских предприятий на лидирующие технологические позиции в мире

## Сервисы Федерального центра прикладного развития искусственного интеллекта

ФГАУ «ФЦПР ИИ» – экспертно-аналитический центр компетенций в сфере прикладного развития технологий искусственного интеллекта, сопровождающий деятельность Минпромторга России и предприятий промышленной отрасли в области внедрения решений с применением искусственного интеллекта и поддержки высокотехнологичной трансформации российской промышленности.

Миссия центра – содействие технологическому развитию и цифровой трансформации России, экспертная поддержка госсектора и отечественных промышленных предприятий, продвижение страны и российских предприятий на лидирующие технологические позиции в мире.



**Каталог ИИ-решений** – Портфель уникальных и инновационных решений на базе искусственного интеллекта



**Отбор перспективных ИИ-решений** – Проверка и оценка ИИ-решений при помощи новейших методик, для включения в реестр и банк отечественных решений



**Проектный офис службы «Цифровой атташе»** – Экспорт отечественного программного обеспечения и высокотехнологичной продукции



**Центр коллективного пользования Минпромторга России** – Создан с целью повышения доступности аппаратного обеспечения, необходимого для решения задач в области ИИ



**Апробация программно-аппаратных комплексов для задач ИИ на российской компонентной базе** – Вычисления на конечных устройствах, достижение технологического суверенитета РФ



**Обучение в сфере ИИ** – Экспертная поддержка развития компетенций, необходимых в рамках цифровой трансформации с применением технологий ИИ

# Особо значимые проекты с ИИ, одобренные Минпромторгом России

**Система интегрированного планирования (IPS)** – Высоконагруженная основная система для учета производственных процессов

## Особенности платформы IPS Металлургия:



### Архитектура платформы

Спроектирована в соответствии с лучшими практиками для решений Supply Chain Planning



### Итеративная разработка

С возможностью кастомизации решения



### Открытые технологии

В основе – решения с открытым исходным кодом



### Для разных отраслей промышленности

Может применяться в различных отраслях промышленности, имеющих сложную сеть поставок, производства и логистики



### Вариативность использования

Интеграция с любой ERP-системой и другими смежными системами, а также возможность использовать решение как автономную систему



### Модульность системы

Возможность использовать отдельные модули для покрытия бизнес-процессов, требуемых для конкретной компании

## Ключевые бизнес-эффекты:

**10%**

Повышение качества плана

**50%**

Сокращение ручных операций

**5-7%**

Улучшение показателей плановой EBITDA

**Система управления производством (MES)** – Бизнес-критичная система, автоматически формирующая план производства и план продаж

## Возможности MES Металлургия:



Управление производством



Управление временем



Управление материалами



Управление качеством продукции в режиме реального времени



Управление энергетическими ресурсами



Аналитика и отчетность

## Ключевые бизнес-эффекты:

**30%**

Сокращение затрат на ввод и получение необходимой информации

**20%**

Повышение общей эффективности оборудования (OEE)

**5%**

Повышение производительности



# Что такое MLSecOps и почему ваши данные уже нужно защищать

MLSecOps – комплексный процесс, который позволяет создать отказоустойчивую и безопасную ML-среду

MLSecOps (machine learning security operations) – это набор правил и инструментов, которые позволяют создавать и использовать системы искусственного интеллекта безопасно.

Как охрана, которая следит, чтобы умные программы работали правильно и не создавали проблем.

Эта методология критически важна в современном мире – это наглядно демонстрирует статистика



MLSecOps помогает создавать ИИ, которому можно доверять. Это означает, что системы ИИ разрабатываются и работают безопасно и надежно. Они соответствуют правилам и тому, чего ожидают люди. MLSecOps не только находит и останавливает проблемы, но и делает приложения с ИИ лучше и доступнее. Он превращает вопросы безопасности в часть общего качества продукта.

Таким образом, MLSecOps очень важен для создания надежного ИИ. Он делает так, чтобы безопасность стала главной частью качества систем ИИ. Благодаря этому люди смогут больше доверять ИИ и его использованию.



## Основные риски при использовании моделей машинного обучения в приложениях

### 1 ОШИБКИ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ

В 2018 году Tesla столкнулась с проблемами из-за чрезмерной автоматизации производственной линии Model 3. Илон Маск признал, что чрезмерная зависимость от ИИ и роботов привела к задержкам производства и «производственному аду». Компании пришлось частично вернуться к ручному труду для достижения производственных целей.

### 2 УЯЗВИМОСТИ В СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В 2017 году исследователи из Технологического института Джорджии продемонстрировали, как хакеры могут манипулировать данными датчиков, поступающими в системы промышленного контроля, использующие ИИ. Хотя это была симуляция, она показала реальную угрозу для таких отраслей, как нефтепереработка и химическое производство.

### 3 ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ И СОВМЕСТИМОСТИ

Существуют сложности при внедрении ИИ в существующую инфраструктуру. Пример: в 2019 году компания General Electric столкнулась с трудностями при интеграции своей платформы Predix (промышленный интернет вещей с элементами ИИ) в существующие системы клиентов. Это привело к задержкам в реализации проектов и финансовым потерям для подразделения GE Digital.

### 4 ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ВОПРОСЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

В 2018 году произошла авария с участием беспилотного автомобиля Uber в Аризоне, приведшая к смертельному исходу. Этот случай поднял вопрос об ответственности за решения, принимаемые системами ИИ в промышленности, и привел к временной приостановке программы тестирования Uber.



<sup>1</sup>Lakera. AI Security Trends 2024: Market Overview & Statistics ([lakera.ai](#))

<sup>2</sup>HiddenLayer 2024 AI Threat Landscape Report ([hiddenlayer.com](#))

<sup>3</sup>Immuta. Data Security for AI (Immuta company artificial intelligence complicates data protection)



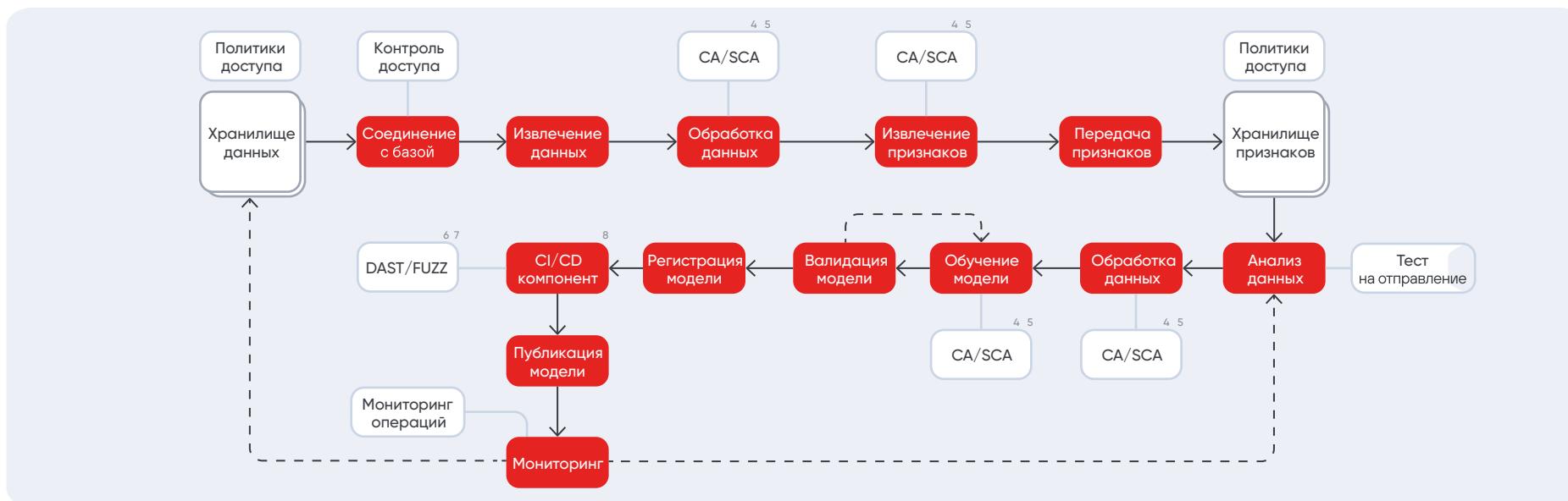
# Сходства и различия MLSecOps и процессов безопасной разработки

## Чем помогает AppSec и как с его помощью можно выстроить доверие к используемым моделям

AppSec (application security) – это область информационной безопасности, которая фокусируется на защите приложений от угроз на протяжении всего жизненного цикла их разработки и эксплуатации.

В контексте MLSecOps (machine learning security operations) AppSec играет важную роль, так как многие системы машинного обучения интегрируются в приложения или сами являются приложениями.

Постоянное повышение компетенций руководителей позволяет быть в курсе новейших угроз, методов защиты и инструментов безопасной разработки, как результат – повышается уровень защищенности приложений и уменьшается риск киберугроз для компании.



Если в классической безопасной разработке мы видим только блоки, связанные с управлением, разработкой и мониторингом, то в вопросах безопасности моделей огромное внимание уделяется работе с данными и обучению модели, и только потом идут блоки из классической и привычной нам безопасной разработки.

Когда мы работаем с данными, мы должны обеспечивать безопасность этапа сбора данных, работы с выборкой данных, этапа создания датасетов.

Когда мы обеспечиваем безопасность этапа обучения, мы должны помнить про этапы создания и тестирования алгоритма модели, инференса (применения модели) и анализа входных данных.

Каждый этап – от сбора данных до применения модели – требует особого внимания и специализированных подходов к безопасности.

По мере того, как технологии ИИ продолжают развиваться и интегрироваться в различные аспекты бизнеса и сообщества, MLSecOps также эволюционирует, адаптируясь к новым вызовам и возможностям.

### Эта динамика формирует ряд интересных трендов

- 1 Усиление внимания к безопасности больших языковых моделей (LLM) из-за их растущего применения в бизнесе.
- 2 Развитие методов защиты от атак на модели ИИ, включая отравление данных и состязательные атаки.
- 3 Повышение важности конфиденциальности данных и соблюдения нормативных требований при работе с системами ИИ.
- 4 Интеграция инструментов мониторинга и аудита в циклы разработки и внедрения ИИ.
- 5 Увеличение спроса на специалистов, обладающих навыками и в области ИИ, и в кибербезопасности.
- 6 Развитие автоматизированных инструментов для обнаружения и предотвращения утечек информации через взаимодействие с ИИ.
- 7 Усиление акцента на этичном ИИ и методах обеспечения прозрачности и объяснимости моделей.

<sup>4</sup>CA – Code analysis. Анализ кода.  
<sup>5</sup>SCA – Static code analysis. Статический анализ кода.  
<sup>6</sup>DAST – Dynamic Application Security Testing. Динамическое тестирование безопасности приложений.  
<sup>7</sup>FUZZ – Fuzzing Testing. Фаззинг-тестирование.  
<sup>8</sup>CI/CD – Continuous Integration/Continuous Delivery (Continuous Deployment). Непрерывная интеграция/непрерывная доставка (непрерывное развертывание)

# Генеративное проектирование для технологий 3D-печати

## Роль генеративного ИИ для решения задач проектирования под возможности индустрии аддитивного производства РФ до 2032 г.

**Генеративное проектирование (ГП) или порождающее моделирование** — это метод использования компьютерных алгоритмов ИИ, машинного обучения и автоматизированного проектирования для быстрого создания множества (сотен и тысяч) вариантов видения продукта на основе описания инженером параметров и ограничений.

Делегированная человеком часть процесса компьютерным технологиям приводит к созданию оптимизированной модели с уменьшением объема материала, количества деталей, и, как следствие, массы и стоимости производства, а форма изделий начинает походить на природные бионические структуры (биомимикрия).

# \$258,8 млн

мировой объем рынка ГД в 2023 г.<sup>1</sup>

Общий объем российского рынка АП в 2023 году составил 15,5 млрд руб. и превысил более чем в 2 раза объем 2021 г. Согласно целевому сценарию при CAGR 31,5% среднегодовой темп роста составит 46,2 млрд руб. к 2027 г.<sup>2</sup>

Объем мирового рынка АП при CAGR 11,1 % составил \$20,04 млрд в 2023 г. и в 2033 году приблизится к 100 млрд.<sup>3</sup>



# 15,06%

темпы ежегодного роста мирового объема ГД.<sup>1</sup>

Около 13% мировых стартапов из сферы АП сегодня вовлечены в процесс разработки ПО, в том числе и с ГД/ИИ.<sup>3</sup>

**Аддитивное производство (АП)** — это процесс изготовления деталей, который основан на создании физического объекта по электронной геометрической модели путем добавления материала, как правило, слой за слоем, в отличие от вычитающего (субтрактивного) производства (механической обработки) и традиционного формообразующего производства (литья, гибки, штамповки).<sup>4</sup>

Эволюция вариаций кронштейна с соблюдением заданных параметров и ограничений.<sup>5</sup>

# \$948,7 млн

Прогнозируемый мировой объем рынка ГД в 2032 г.<sup>1</sup>

## Объем и структура рынка аддитивных технологий в России в 2021–2023 гг.<sup>2</sup>



В 2023 году мировой рынок ГП оценивался в \$258,8 млн. В течение 2024–2032 гг. он может демонстрировать среднегодовой темп роста 15,06% до \$948,7 млн.<sup>1</sup>

Глобальный рынок ИИ достиг \$92,6 млрд в 2023 году и, как ожидается, приблизится к отметке \$737,1 млрд к 2032 г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Generative Design Market Report by Component (Software, Services), Deployment Model (On-premises, Cloud-based), Application (Product Design and Development, Cost Optimization, and Others), Industry Vertical (Automotive, Aerospace and Defense, Industrial Manufacturing, Architecture and Construction, and Others), and Region 2024–2032. 2024. URL: <https://www.imarcgroup.com/generative-design-market/>; <sup>2</sup>Клуб аддитивных технологий, 2024, URL: <https://k-at.ru/>; <sup>3</sup>Wohlers Report 2024 Analysis. Trends. Forecasts. 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry. 2024. URL: <https://wohlersassociates.com/product/wr2024/>; <sup>4</sup>Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 57558-2017/ISO/ASTM 52900:2015. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146332>; <sup>5</sup>PTC. URL: <https://www.ptc.com/en>

# Генеративное проектирование для технологий 3D-печати

**Роль генеративного ИИ для решения задач проектирования под возможности индустрии аддитивного производства РФ до 2032 г.**

## Роль

ИИ и цифровое АП, являясь самыми передовыми инновационными разработками последних лет, взаимодополняют друг друга: ИИ решает вопросы, связанные с проектированием и оптимизацией новых продуктов с передовым потребительским опытом, а с помощью АП эти продукты воплощаются в жизнь.

Генеративный ИИ, в отличие от традиционных инструментов дизайна и проектирования, воспринимается не как средство, а как полноценный участник творческого процесса.

При этом такие вызовы классических технологий проектирования и производства, как сложность геометрии, высокая кастомизация, ячеистые структуры, труднообрабатываемые материалы, подготовка инструментального производства не лежат перед ИИ и АП.

## Перспективы

Стремительное развитие алгоритмов машинного обучения, ИИ, больших данных, облачных вычислений, новых подходов в материаловедении, появление новых и совершенствование успешных аддитивных технологий позволяет им все больше интегрироваться в рабочие процессы проектирования продуктов с большой вариативностью идей, наделяя их высокоскоростным интеллектом и более эффективным производством.

## Тренды

### Ближайшие 3 года:

Увеличение использования дронов станет основным стимулом для развития глобального рынка генеративного проектирования, особенно в области аэрокосмической и оборонной промышленности.

Автомобильная отрасль окажет значительное влияние на развитие технологий ГП, ускоряя внедрение инновационных решений для проектирования транспортных средств.

В разных странах начнется активное расширение знаний и ресурсов для применения ГП в широком спектре отраслей, таких как промышленное производство, архитектура, строительство и медицина. Стратегические альянсы с поставщиками технологий и лидерами рынка станут неотъемлемой частью развития отрасли, ускоряя внедрение и распространение новых решений.

### На горизонте 5+ лет:

Глобальный рынок ГП будет тесно интегрирован с разработками в автомобильной, аэрокосмической и оборонной промышленности, а также в строительстве, здравоохранении и архитектуре, стимулируя общий рост инноваций и улучшение эффективности процессов.

Северная Америка, обладая развитой экосистемой технологических компаний, стартапов и исследовательских институтов, будет занимать лидирующие позиции на рынке ГП, активно способствуя его глобальному расширению.

Будет наблюдаться значительное усиление сотрудничества между различными секторами и развитие новых инструментов ГП, что позволит повысить креативность и эффективность проектных решений на мировом уровне.

**55%**

уменьшение веса

**79%**

увеличение жёсткости

**31%**

уменьшение напряжений

**50%**

уменьшение веса

**600%**

ускорение производства

Кейсы



### Технология L-PBF

Алюминиевый кронштейн для регулирования СВЧ-фильтров для использования в немецком спутнике связи Heinrich Hertz.<sup>6</sup>



### Технология L-PBF

Типовая модель кронштейна, реализованная с помощью технологии генеративного проектирования

**50%**

уменьшение веса

**50%**

увеличение прочности



### Технология VJ

Отливка верхнего рычага беспилотного квадроцикла на электродвижении.<sup>8</sup>

<sup>6</sup>Hexagon, Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG, URL: <https://hexagon.com/>; <sup>7</sup>Строить как птицы: на предприятиях ОАК внедряют аддитивные технологии. 2024. URL: <https://additiv-tech.ru/publications/stroit-kak-pticy-na-predpriyatiyah-oak-vnedrayut-additivnye-tehnologii.html>; <sup>8</sup>Проект "Топология" МГТУ им. Н.Э. Баумана (Приоритет 2030), URL: <https://bmstu.ru/>

# Интеграция искусственного интеллекта и цифровых двойников изделий

## Роль и применение искусственного интеллекта в цифровых двойниках

**Цифровой двойник изделия** – система, состоящая из цифровой модели изделия\* и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями.

В январе 2022 года национальный стандарт ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения» введен в действие (утвержден приказом Росстандарта № 979–ст от 16.09.2021 г.), а в ноябре 2023 года национальный стандарт официально включен в перечень взаимно признаваемых стандартов в сфере авиастроения между Китайской Народной Республикой и Российской Федерацией и переведен на китайский язык.

\*Цифровая модель изделия – система математических и компьютерных моделей, а также электронных документов изделия, описывающая структуру, функциональность и поведение вновь разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на различных стадиях жизненного цикла, для которой на основании результатов цифровых и (или) иных испытаний по ГОСТ 16504 выполнена оценка соответствия предъявляемым к изделию требованиям.

### Примечания

Цифровой двойник разрабатывается и применяется на всех стадиях жизненного цикла изделия.

При создании и применении цифрового двойника изделия участникам процессов жизненного цикла (по ГОСТ Р 56135) рекомендуется применять программно-технологическую платформу цифровых двойников.

Источник: Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения».



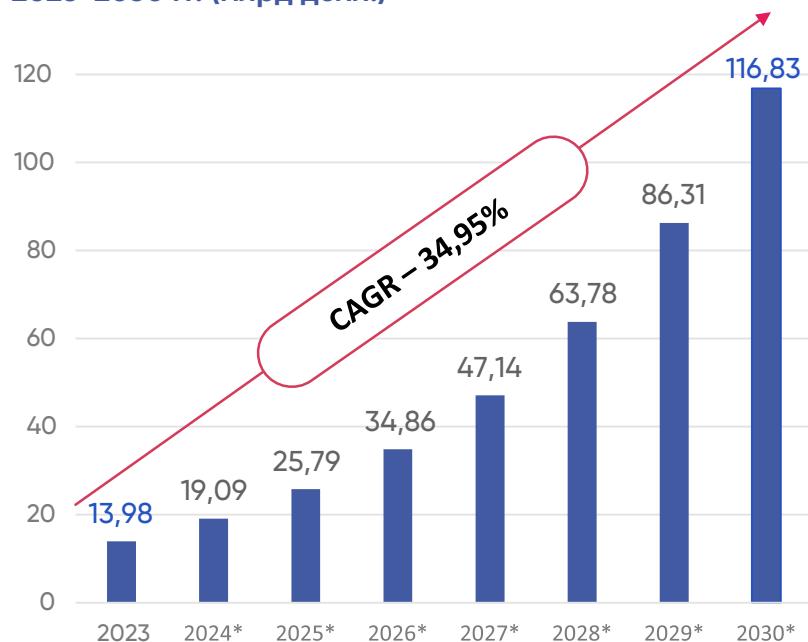
**~14**  
**млрд долл.**

объем рынка цифровых двойников в мире в 2023 г.<sup>1</sup>

**~35%**

среднегодовой темп роста рынка цифровых двойников в период с 2023 по 2030 г.<sup>1</sup>

### Объем и темпы роста рынка цифровых двойников, 2023–2030 гг. (млрд долл.)<sup>1</sup>



<sup>1</sup> CAGR (Compound annual growth rate) – совокупный среднегодовой темп роста. Представлено среднее значение объема рынка на основе данных 4 аналитических исследований.

Источник: Передовая инженерная школа СПбПУ «Цифровой инжиниринг» по материалам Global Market Insights, Precedence Research, The Business Research Company, Dataintel Consulting

### Рынок цифровых двойников по отраслям, 2023 г.<sup>2</sup>



<sup>2</sup> Источник: Передовая инженерная школа СПбПУ «Цифровой инжиниринг» по материалам Fortune Business Insights

# Интеграция искусственного интеллекта и цифровых двойников изделий



## Роль и применение искусственного интеллекта в цифровых двойниках

Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) и цифровых двойников (ЦД) повышает скорость работы за счет использования исторических данных и информации реального мира для более точного моделирования и прогнозирования. Одновременно с этим цифровой двойник обеспечивает непрерывную оптимизацию и совершенствование процессов и изделий (систем)

Цифровые двойники и искусственный интеллект ускоряют процесс принятия решений, предоставляя возможность делать обоснованный выбор, используя генерируемые практические рекомендации и актуальные данные о поведении изделия (системы)

## Роль искусственного интеллекта в цифровых двойниках

Цель:	• Конкурентоспособное изделие в кратчайшие сроки с минимальными затратами на ресурсы	• Эффективное производство высококачественных изделий	• Высокопроизводительное изделие
Жизненный цикл:	<b>Разработка</b>	<b>Производство</b>	<b>Эксплуатация</b>
Применение ИИ в ЦД:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обработка и интерпретация исторических данных,</li> <li>Проверка несоответствий в процессе проектирования и моделирования изделия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверка соответствия текущего производственного процесса (ПП) разработанному ПП в цифровом формате,</li> <li>Поиск аномалий и предсказания возможного сбоя оборудования,</li> <li>Обнаружение и диагностика неисправностей</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Мониторинг в режиме реального времени,</li> <li>Предиктивная и прескриптивная аналитика,</li> <li>Оптимизация производительности</li> </ul>

## Тренды и перспективы применения ИИ в ЦД

- > 5 лет**
  - Цифровой двойник обладает возможностью автономного принятия решений и управления (управление с замкнутым циклом) относительно простыми процессами поведения изделия (системы).
- < 5 лет**
  - Применение методов машинного обучения для выявления значимых параметров и характера зависимостей в нелинейных системах;
  - Генеративный ИИ.
- < 3 лет**
  - Платформизация: модульная адаптивная платформа по созданию цифровых двойников;
  - Мониторинг и обработка отдельных параметров режимов работы изделия с помощью ИИ в формате суррогатных моделей (ROM) – использование двух множеств данных:
    - Экспериментальных,
    - Интеграция искусственного интеллекта и цифровых двойников изделий, полученных с применением мультидисциплинарного моделирования на основе валидированных математических и компьютерных моделей высокого уровня адекватности реальным физико-механическим процессам, изделиям и материалам.

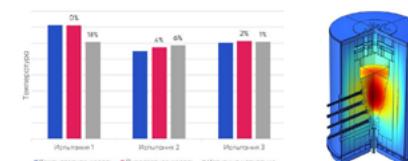
### Кейс Корпорации по гидро- и атомной энергетике Республики Корея (Korea Hydro and Nuclear Power Co. Ltd, KHNP)<sup>1</sup>

Центр мониторинга и диагностики искусственного интеллекта (AIMD) компании KHNP разрабатывает цифровые двойники в целях дистанционного мониторинга и управления 26 атомными энергоблоками на 5 АЭС Кореи для отслеживания вибраций и неисправностей на станции. Центр использует искусственный интеллект для анализа накопленных данных о вибрациях от 12 387 механических деталей – насосов, генераторов и турбин – на 5 АЭС. **Результат:** с августа 2022 года искусственный интеллект провел диагностическое тестирование более 26 900 деталей, выдал 285 аварийных сигналов и 58 раз предлагал рекомендации по оптимизации работы



### Кейс Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг»<sup>2</sup>

На основе показаний датчиков, полученных в результате компьютерного моделирования, натуральных испытаний и параметров эксплуатации, предсказывается состояние системы (печи остекловывания), выявляются отклонения от нормального режима работы и формируются рекомендации о необходимости изменения в режиме работы установки. **Результат:** уменьшение издержек на обслуживание оборудования, повышение уровня безопасности



Подтверждение адекватности – валидация модели для датчика температуры: отличия результатов суррогатной модели (ROM) от компьютерной модели находится в диапазоне от 0% до 4%, от экспериментальных данных находится в диапазоне от 1% до 18%

<sup>1</sup>По материалам The Korea Times, [https://www.koreatimes.co.kr/www/tech/2024/04/419\\_372639.html](https://www.koreatimes.co.kr/www/tech/2024/04/419_372639.html)

<sup>2</sup>Передовая инженерная школа СПбПУ "Цифровой инжиниринг"

# Искусственный интеллект в промышленности

**Это основанные на технологиях искусственного интеллекта системы и сервисы, которые используются для полной автоматизации и роботизации производственного цикла, для моделирования различных промышленных условий и прогнозирования возможных инцидентов**

## Задачи, решаемые ИИ в промышленности:

- раннее обнаружение аномалий в работе производственного оборудования
- оценка рисков и предиктивное обслуживание
- оптимизация технологических процессов
- контроль качества
- оптимизация логистических цепочек

# 4,2–6,9 трлн руб.

реализованный эффект от внедрения ИИ в России к 2028 г.

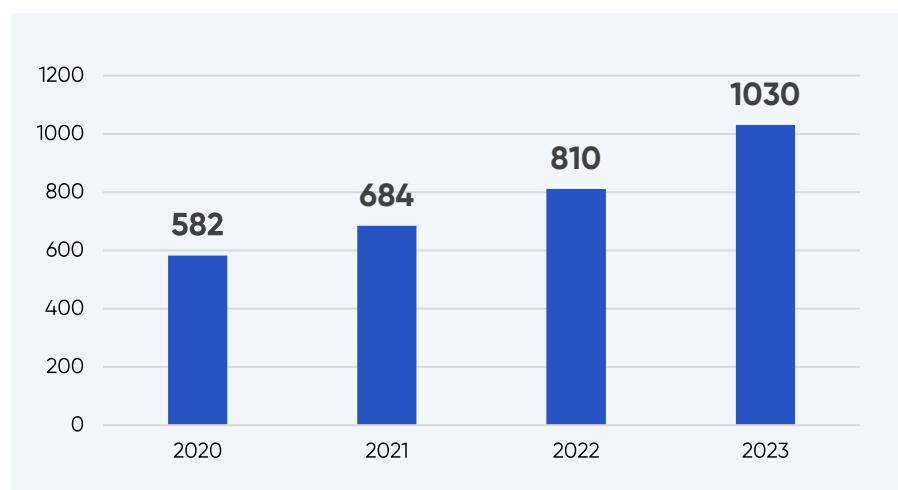
По оценке «Яков и Партнёры»(бывшее российское подразделение McKinsey), полный экономический потенциал ИИ в России к 2028 г. составит 22–36 трлн руб. в номинальных ценах, а реализованный эффект к 2028 г. может достичь 4,2–6,9 трлн руб., что эквивалентно влиянию на ВВП до 4%.

# 12%

рост использования ИИ в российской промышленности в ближайшие 3 года

По данным ВШЭ, в течение ближайших трех лет прирост числа организаций, использующих передовые технологии ИИ, может составить более 12%.

## Рост внедрений ИИ в промышленности РФ:



Источник: "IoT analytics research – Industrial AI market report 2019–2025"

## Распределение количества кейсов ИИ по направлениям:



# Мониторинг технического состояния с использованием ИИ



## Схема мониторинга:



Мониторинг технического состояния является наиболее простым и понятным способом анализа данных о работе оборудования. При этом системы мониторинга помимо привычных инструментов (просмотр графиков) обладают более широкими возможностями. Они позволяют строить различные модели работы и делать прогнозы, применяя комбинации математических методов и инструментов ИИ.

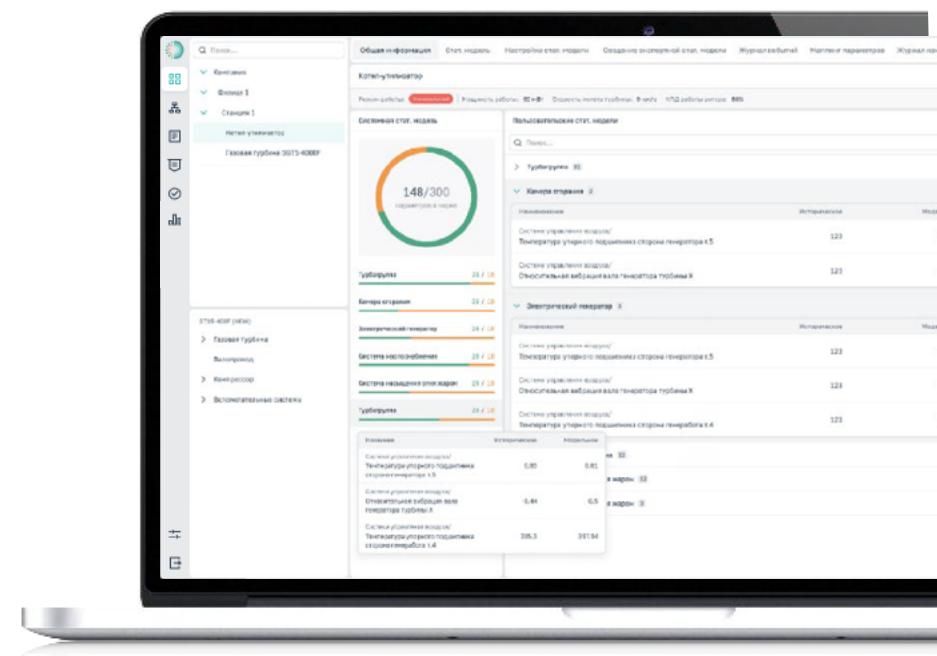
Внедрение использующих искусственный интеллект систем для мониторинга технического состояния оборудования позволяет существенно снизить количество аварийных остановов, спланировать ремонтные работы и т.д. Такие системы помогают не только сократить затраты, но и оптимизировать производственные процессы и управление для повышения производительности оборудования.

## Методы диагностики и прогноза

- Экспертные правила (оцифровка инструкций и правил технической эксплуатации)
- Диагностические правила (диагноз на основании работы статистических моделей с оценкой вероятности наличия дефекта)
- Машинное обучение (расчет вероятности наличия дефектов)

## Пример мониторинга технического состояния оборудования в российской системе «Умная Диагностика (SmartDiagnostics)»

Для обнаружения аномалий в системе доступно несколько инструментов: экспертные правила, диагностические правила, модели машинного обучения. Экспертные правила являются оцифровкой инструкций и правил технической эксплуатации. Диагностические правила выдают диагнозы на основании работы статистических моделей с оценкой вероятности наличия дефекта. Модели машинного обучения рассчитывают вероятность наличия дефектов, на которых они были обучены.



# Робототехника на основе ИИ

## Применение искусственного интеллекта в робототехнических системах

**Робототехника на основе ИИ** - интеллектуальные системы, способные адаптироваться к изменениям в окружающей среде без необходимости постоянного перепрограммирования – ИИ самостоятельно обучается, анализируя новые данные и корректируя свое поведение. Это не только повышает автономность и эффективность роботов, но и сокращает затраты времени и рабочей силы, оптимизируя ресурсы и повышая производительность в сложных и быстро меняющихся условиях.

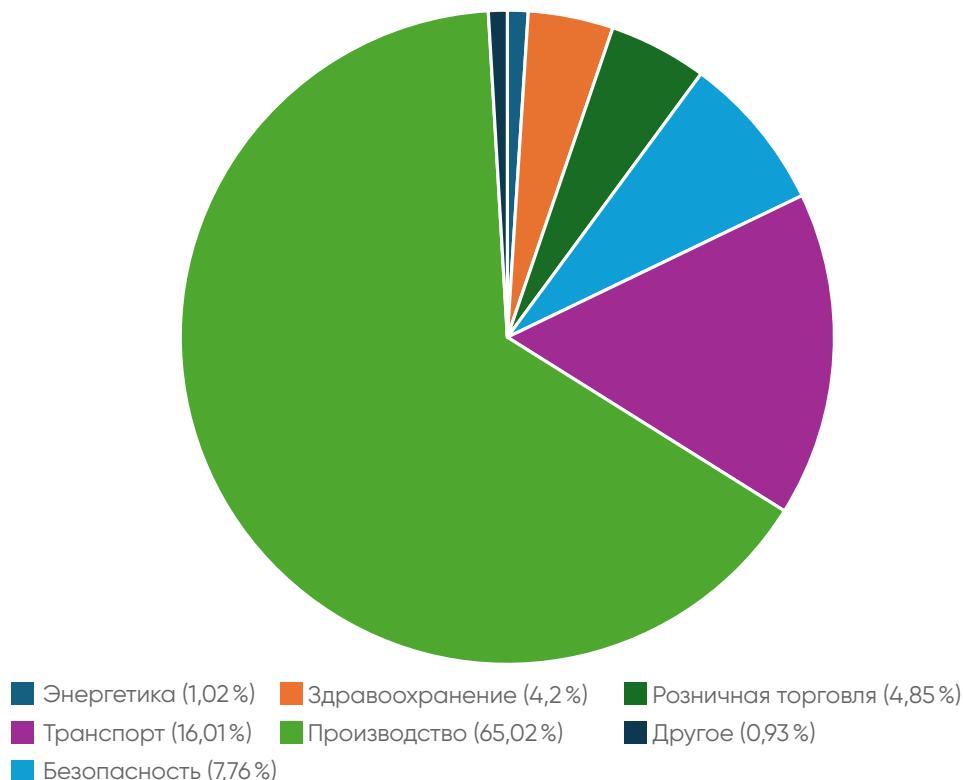
**Интеграция ИИ в робототехнические системы** открывает перспективы для автономного принятия решений и гибкой адаптации к динамическим условиям, что значительно расширяет область их применения в промышленности и сервисах. Такие системы обладают высокой способностью к самообучению и снижению эксплуатационных издержек, что делает их ключевым элементом в повышении эффективности и устойчивости современных предприятий.

## Обзор рынка робототехники с искусственным интеллектом в России<sup>1</sup>



Source: DataCube Research Private Limited

### Рынок применения роботов с искусственным интеллектом<sup>2</sup>



## Прогнозы развития рынка ИИ-роботов

Выручка в России от внедренного ИИ в робототехнике в 2024 году составит **150,7 млн долларов**.

Рост российского рынка со среднегодовым темпом **9,03%** с 2024 по 2032 г.

Крупнейший сегмент российской робототехники на основе ИИ - промышленная робототехника, её рыночная стоимость к 2032 году составит **152,8 млн долларов**.

В российской робототехнике на основе ИИ к 2032 году **49,4%** от общей рыночной стоимости будет генерироваться за счет конечного потребителя, производящего промышленные и потребительские товары.<sup>1</sup>

## Основные технологии, обеспечивающие работу искусственного интеллекта в робототехнике:

- Методы машинного и глубокого обучения для планирования и управления движениями робота.
- Компьютерное зрение для интерпретации визуальной информации.
- Обработка естественного языка для естественного взаимодействия роботов с людьми.
- Осведомленность о контексте ситуации.

## Всемирный доход от рынка искусственного интеллекта в роботах в разбивке по технологиям (млн долларов США)

По технологиям	Машинное обучение	Компьютерное зрение	Осведомленность о контексте	Обработка естественного языка
2022	4,082.8	2,115.1	3,134.1	2,684.8
2023	4,866.7	2,519.9	3,732.9	3,180.5
2024	5,825.3	3,014.8	4,464.9	3,783.4

<sup>1</sup><https://www.datacube-research.com/russia-ai-robotics-market>; <sup>2</sup><https://www.coolest-gadgets.com/ai-in-robotics-statistics/>;

# Робототехника на основе ИИ



Исследовательский центр  
прикладных систем  
искусственного интеллекта МФТИ



Лаборатория волновых  
процессов и систем  
управления

## Тренды ИИ в робототехнике

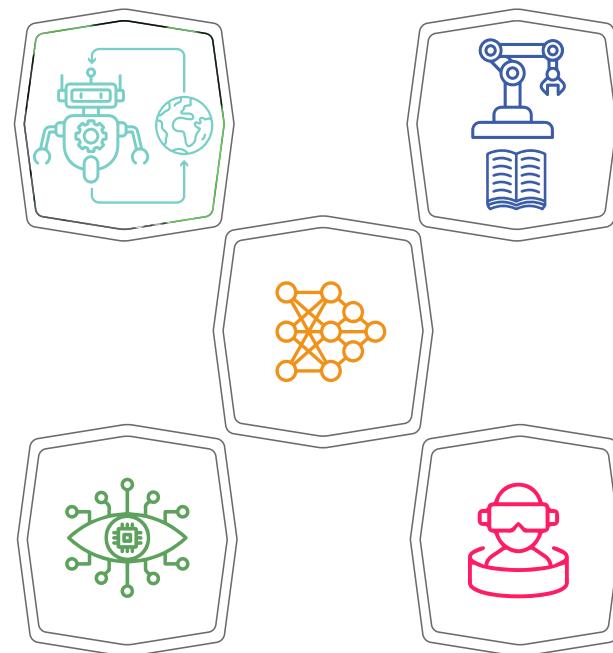
**Машинное обучение и робототехника:** обучение нейросетей на данных, выявление закономерностей и развитие по новым сценариям с минимальным вмешательством человека.

**Глубокое обучение и нейронные сети:** одна из подобластей машинного обучения, которая использует нейронные сети и может изменить возможности роботов.

**Обучение с подкреплением:** это стратегия, которая позволяет роботам обучаться самостоятельно.

**Усовершенствованные датчики и компьютерное зрение:** сложные органы чувств и компьютерное зрение помогают роботам "видеть" подобно тому, как видят вещи люди (интерпретировать визуальную информацию).

**Генеративный ИИ и дополненная реальность:** увеличение восприимчивости роботов к окружающему миру, формирование их способности понимать и предсказывать различные закономерности в нем, синтез и оценка новых морфологий роботов, генерируемых с помощью LLM.



## Роль ИИ в робототехнике

Искусственный интеллект позволит роботам автоматически, без задействования человека, выполнять рутинные, а также не шаблонные действия, которые сложно статично запрограммировать.

### ИИ в антропоморфной робототехнике<sup>1</sup>



В МФТИ создали человекоподобного робота, который под управлением ИИ может работать среди людей. С помощью систем компьютерного зрения робот строит карту и ориентируется в пространстве. Он способен "встраиваться" в уже существующие планировки комплексов, не требует перестроения помещений. Робот способен взять на себя выполнение рутинных задач: поднимать тяжести, снимать товары с полок и помещать их в контейнеры.

### ИИ в БПЛА для мониторинга объектов<sup>3</sup>



HIVE – полностью автоматизированные дронопорты для регулярного мониторинга, это комплексное автоматизированное решение по аэромониторингу и "умному" анализу данных. В режиме реального времени, с применением технологии искусственного интеллекта, HIVE автоматизирует работу критически важных индустрий, исключая человеческий фактор и затраты на пост-обработку данных, полученных с воздуха.

<sup>1</sup><https://www.gazeta.ru/science/news/2024/06/14/23244277.shtml?updated;> <sup>2</sup>[https://uavprof.com/solutions/avtonomnyi-dronoport/;](https://uavprof.com/solutions/avtonomnyi-dronoport/)

<sup>3</sup><https://navigator.sk.ru/orn/1124572>

# Робототехника на основе ИИ



Исследовательский центр  
прикладных систем  
искусственного интеллекта МФТИ



Лаборатория волновых  
процессов и систем  
управления

## Обучение с подкреплением ИИ-систем роботов

**Обучение с подкреплением (RL)** – это метод искусственного интеллекта, который обучает нейронную сеть, управляющую действиями робота, требуемому целевому поведению. Такое обучение основано на имитации процесса обучения методом проб и ошибок, который люди используют для достижения своих целей.

RL особенно полезно для робототехники, поскольку оно может помочь роботам адаптироваться к сложным и динамичным ситуациям, осваивать новые навыки и повышать свою производительность.

### Возможности, обеспечиваемые фреймворком:

Возможность подключения дополнительных модулей управления (техническое зрение, навигация, локализация).

Интерактивное моделирование в виртуальной среде и демонстрация результатов на реальных устройствах.

Набор готовых цифровых моделей роботов, систем управления, тестовых сценариев.

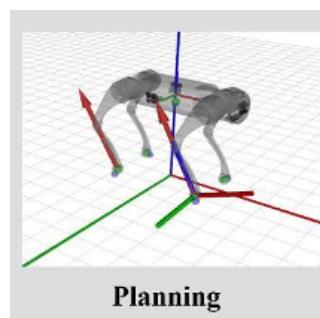
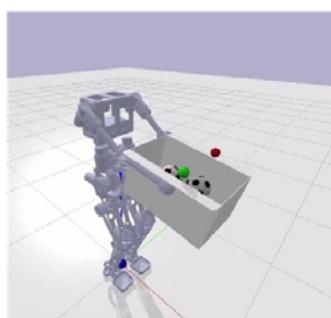
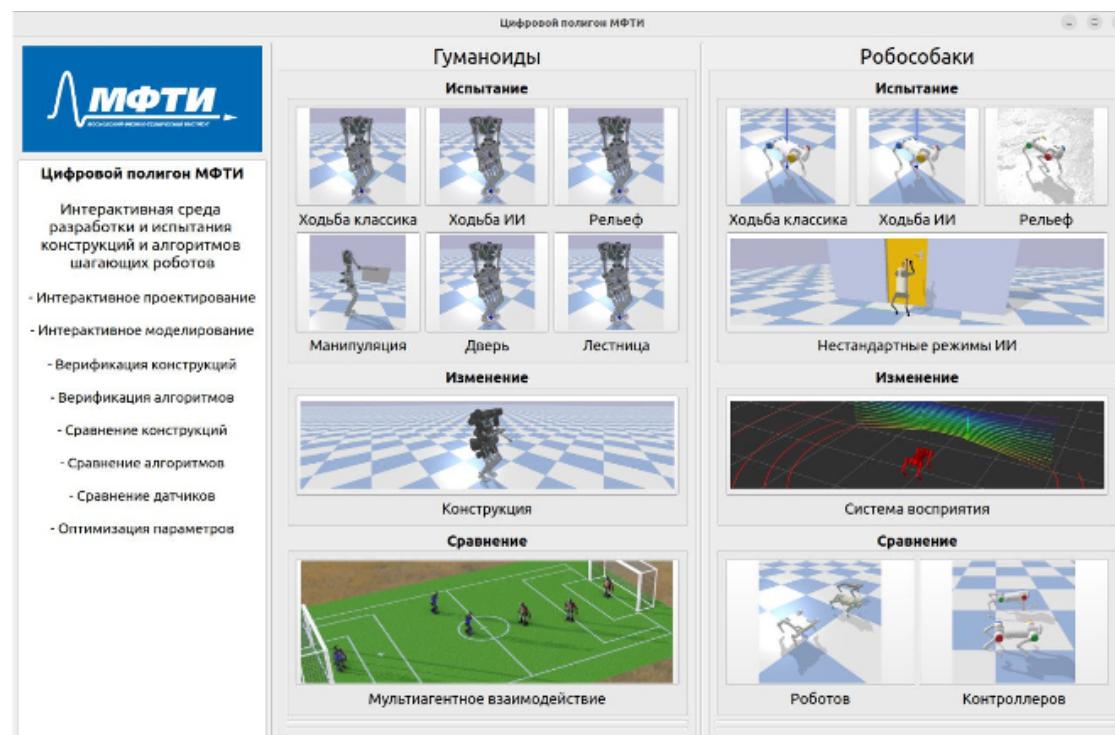
Интерактивное проектирование и верификация конструкций в виртуальной среде.

## Фреймворк "Цифровой полигон"

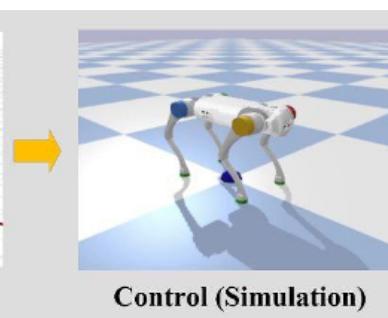
Универсальный инструмент, разработанный в МФТИ в Исследовательском центре прикладных систем искусственного интеллекта, для проектирования, разработки и верификации робототехнических систем на основе ИИ, работающий с различными моделями роботов.

Фреймворк является объединением среды разработки алгоритмов управления для биоморфных шагающих роботов и среды моделирования новых конструкций с использованием уже готовой библиотеки реализованных решений. Для создания такого набора алгоритмов в Фреймворке используются различные подходы: традиционные (PID, MPC control, Robust control) и интеллектуальные (Machine Learning, Deep Learning, Fuzzy control).

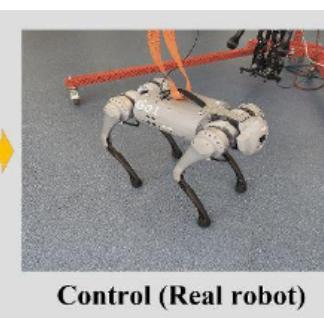
**Пример применения:** RL обучение вертикальной ходьбе робота-собаки без изменения конструкции и нарушения базового ПО на виртуальной модели и реализация на реальном роботе.



Planning



Control (Simulation)



Control (Real robot)

# Робототехника на основе ИИ



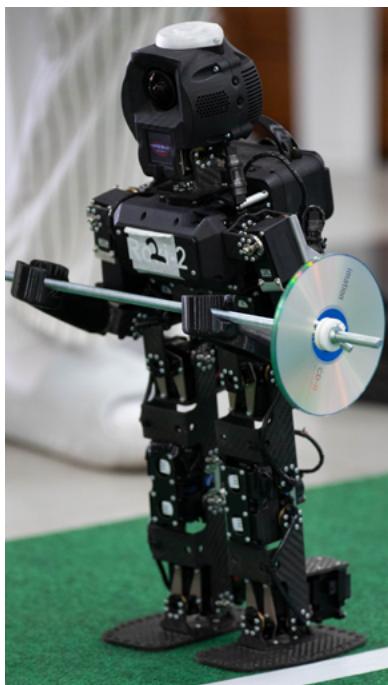
Исследовательский центр  
прикладных систем  
искусственного интеллекта МФТИ



## Обучение с подкреплением ИИ-систем роботов



**Макет антропоморфного робота для автоматизации технологических процессов**, разработанный в МФТИ в Исследовательском центре прикладных систем искусственного интеллекта, в человеко-ориентированной среде, например выполнения типовых задач на складах и ПВЗ в автономном режиме. Робот обладает атлетическим и поведенческим интеллектом. Антропоморфность позволяет работать в человеко-ориентированной среде и выполнять манипуляции с типовыми предметами.



**ROKI** – игровой робот, разработанный в МФТИ в Исследовательском центре прикладных систем искусственного интеллекта совместно с индустриальным партнером ООО "Старкит", для образовательных целей и участия в робототехнических соревнованиях. Уже используется в Физтех-лицее им. П.Л. Капицы на занятиях по робототехнике.

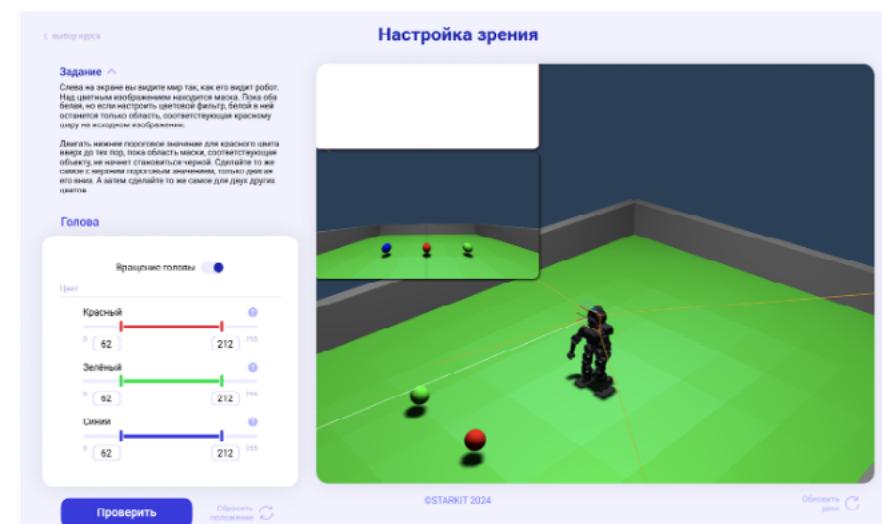
Произведен из российских комплектующих, включая все контроллеры и сервомоторы. С использованием Фреймворка "Цифровой полигон" разработано программное обеспечение и алгоритмы управления робота с использованием RL.

Все модели роботов в первую очередь предназначены для разработки и исследований алгоритмов и методов искусственного интеллекта для обеспечения движения робота, выполнении им пользовательских сценариев, таких как ходьба, распознавание объектов, базовые взаимодействия с предметами окружения.

## Интерактивная образовательная онлайн платформа

Интерактивная среда (<https://starkit.education/>), разработанная в МФТИ в Исследовательском центре прикладных систем искусственного интеллекта, в которой пользователь взаимодействует с виртуальными моделями роботов, разрабатывая и тестируя на них системы управления.

Данная платформа позволяет строить курсы обучения от самых основ до продвинутых современных алгоритмов и механизмов, используя несколько уровней сложности.



## Робот с нейросетевой детекцией объектов

### SAHR (Starkit Autonomous Humanoid Robot)

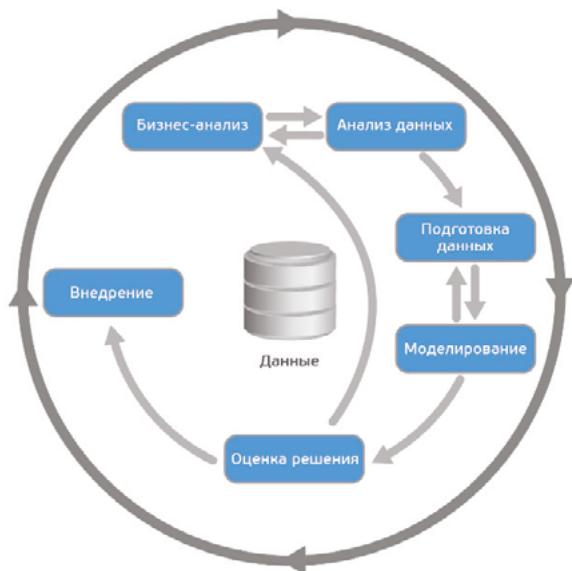
автономный гуманоидный игровой робот, разработанный в МФТИ, участвующий в международных соревнованиях по робофутболу RoboCup. В 2021 году он был награжден World Best Robot Award. Робот оснащен адаптивным двигателем ходьбы с стабилизацией, системой стереозрения и нейросетевой детекцией ключевых объектов в кадре. Он способен автономно и динамично принимать решения, оперативно реагируя на изменяющиеся условия.



# Подходы при внедрении ИИ в промышленности (AI-Ready)



ИНТЕЛЛЕКТРАНИКА  
intelnika.com



Сегодня данные с нарастающим трендом начинают генерировать прибыль и ценность не только в IT и банках, и этот процесс начнет менять финансовую и орг структуру компаний реального сектора. Существуют разные подходы к осуществлению цифровой трансформации и ИИ-транс-формации, предприятий. А также на практике часто встречаются эффективные сочетания различных подходов. Проверенным годами подходом для получения ценности из данных является CRISP-DM (Cross-Industry Stand-

ard Process for Data Mining) или Кросс-индустриальный стандарт извлечения ценности из данных. Его применения на промышленных предприятиях позволяет систематизировать поиск новых идей по внедрению ИИ, а также построить системный процесс последовательной ИИ-трансформации. Каждый из этих этапов в свою очередь делится на задачи. На выходе каждой задачи должен по-лучаться определенный результат.

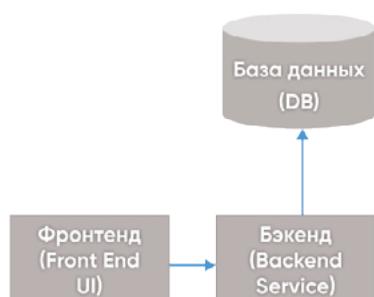
## Задачи следующие:

Business Understanding/ Бизнес-анализ	Data Understanding/ Анализ данных	Data Preparation/ Подготовка данных	Modeling/ Моделирование	Evaluation/ Оценка решения	Deployment/ Внедрение
Determine Business Objectives/ <b>Определение бизнес-целей</b>	Collect Initial Data/ <b>Сбор данных</b>	Select Data/ <b>Выборка данных</b>	Select Modeling Techniques/ <b>Выбор алгоритмов</b>	Evaluate Results/ <b>Оценка результатов</b>	Plan Deployment/ <b>Внедрение</b>
Assess Situation/ <b>Оценка текущей ситуации</b>	Describe Data/ <b>Описание данных</b>	Clean Data/ <b>Очистка данных</b>	Generate Test Design/ <b>Подготовка плана тестирования</b>	Review Process/ <b>Оценка процесса</b>	Plan Monitoring and Maintenance/ <b>Планирование мониторинга и поддержки</b>
Determine Data Mining Goals/ <b>Определение целей аналитики</b>	Explore Data/ <b>Изучение данных</b>	Construct Data/ <b>Генерация данных</b>	Build Model/ <b>Обучение моделей</b>	Determine Next Steps/ <b>Определение следующих шагов</b>	Produce Final Report/ <b>Подготовка отчета</b>
Produkt Project Plan/ <b>Подготовка плана проекта</b>	Verify Data Quality/ <b>Проверка качества данных</b>	Integrate Data/ <b>Интеграция данных</b>	Assess Model/ <b>Оценка качества моделей</b>	Review Project/ <b>Ревью проекта</b>	

Реализация данного процесса в компании, позволяет определить необходимые изменения в орг.структуре и адекватно собственному уникальному контексту построить новые ролевые модели взаимодействия специалистов. Для разработки, внедрения и эксплуатации цифровых продуктов с ИИ, требуются не только специалисты отвечающие за эксплуатацию ИТ-инфраструктуры, но и бизнес-аналитики, веб-разработчики, Дата-инженеры и Data Scientist'ы, объединяемые в продуктовые команды.

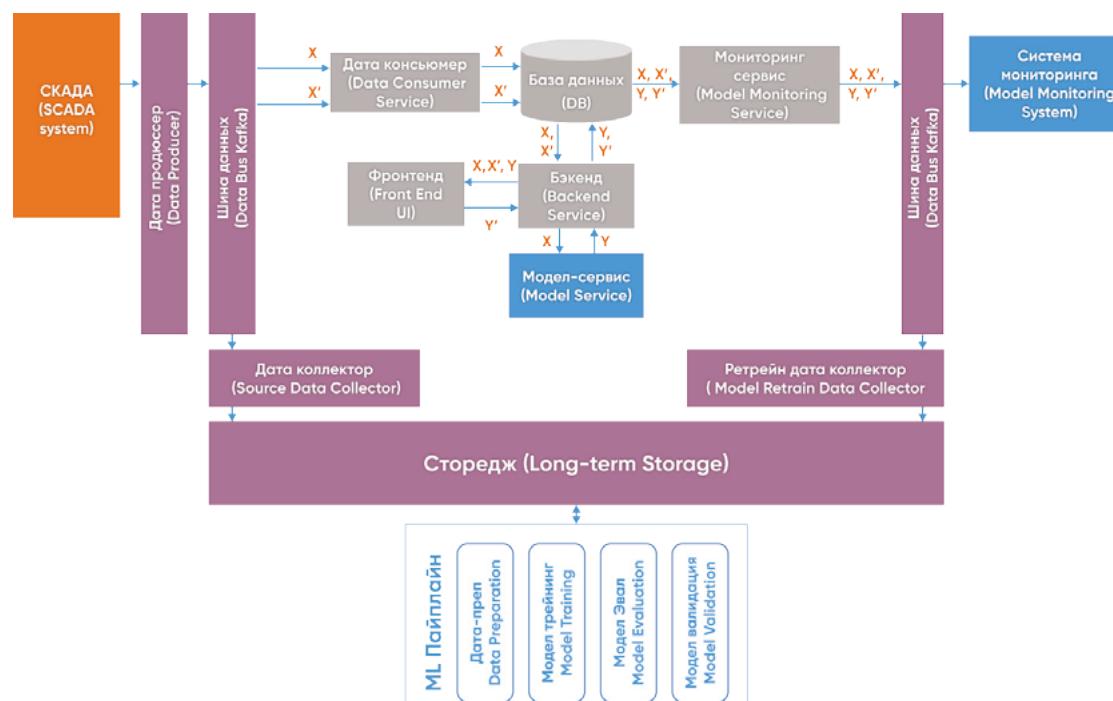
## Цифровые продукты с AI отличаются от обычных ИТ-продуктов:

Обычный программный продукт



VS

Типовой ML продукт в промышленной инфраструктуре



## Отметим несколько важных аспектов:

1. Архитектурный
2. Инфраструктурный
3. Эксплуатационный

## Обучение с подкреплением ИИ-систем роботов

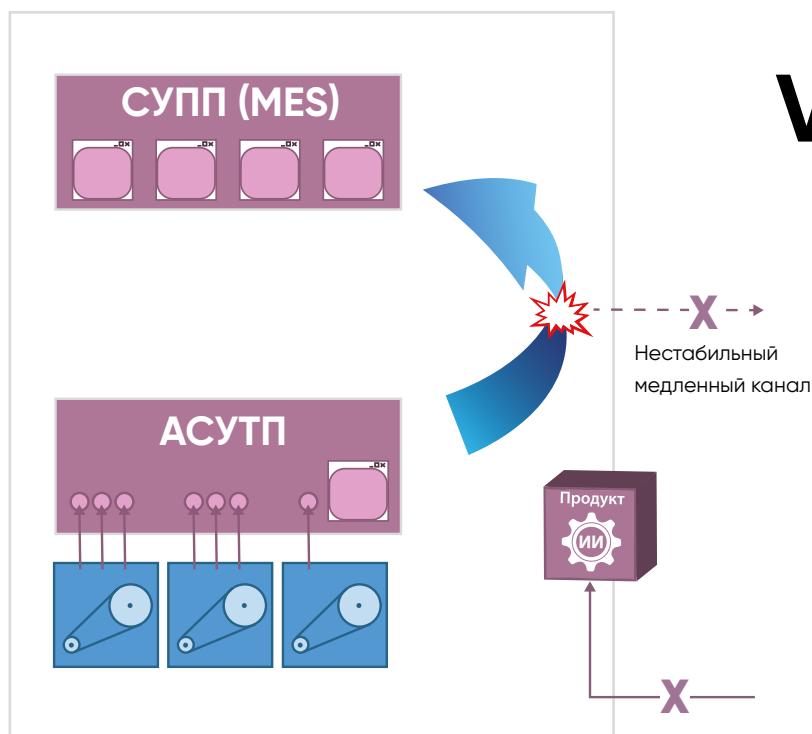
Архитектурно цифровые продукты с AI имеют значительно более сложный Data Flow, а также существует необходимость при реализации продукта обеспечить функционал мониторинга качества работы моделей. Инфраструктурно необходимо обеспечить использование облачных технологий и цифровую готовность производственной площадки (AI Ready Cloud Native based и Big DataEnabled). Эксплуатационно – жизненный цикл AI-моделей отличается от жизненного цикла самого продукта и поэтому цифровые продукты с ИИ требуют особого рода эксплуатации – обеспечения мониторинга качества работы моделей, а при их деградации обеспечение переобучения моделей и переимплементации их в продукт. Для удешевления процессов разработки, внедрения и эксплуатации цифровых продуктов с AI выделено отдельное направление MLOps (Machine Learning Operations) – объединяющее в себе и лучшие практики и инструменты и соответствующую инфраструктуру.

Обеспечение наличия управляемых серверных мощностей (manageable resources) для инференса AI-продуктов и необходимых сетевых каналов для обмена данными в т.ч. для мониторинга может – это капитальные затраты в инфраструктуру для системной ИИ-трансформации всей компании. Попытки отнести данные затраты на первые потенциальные ИИ-продукты с измеримым эффектом могут сделать эти продукты не окупаемыми и нецелесообразными, тем самым создавая барьеры для внедрения конкретных вполне эффективных и полезных продуктов, а также для самой ИИ-трансформации. На практике при организационном планировании состав необходимых подразделений – при планировании требуемой экспертизы специалистов, приходится выделять технологические домены в AI. General AI, о котором так много рассказывают в СМИ, только еще обретает формы практического применения. Narrow AI (прикладной ИИ) уже не первый

год эффективно внедряется и приносит промышленным компаниям сотни миллионов эффектов. Data Science специалисты способны создавать ИИ продукты. Nargow AI тоже имеет свою специализацию, хотя она часто пересекающаяся, как круги Эйлера – это классический ML, рекомендательные системы, предиктивная аналитика, обучение с подкреплением, компьютерное зрение и обработка естественного языка.

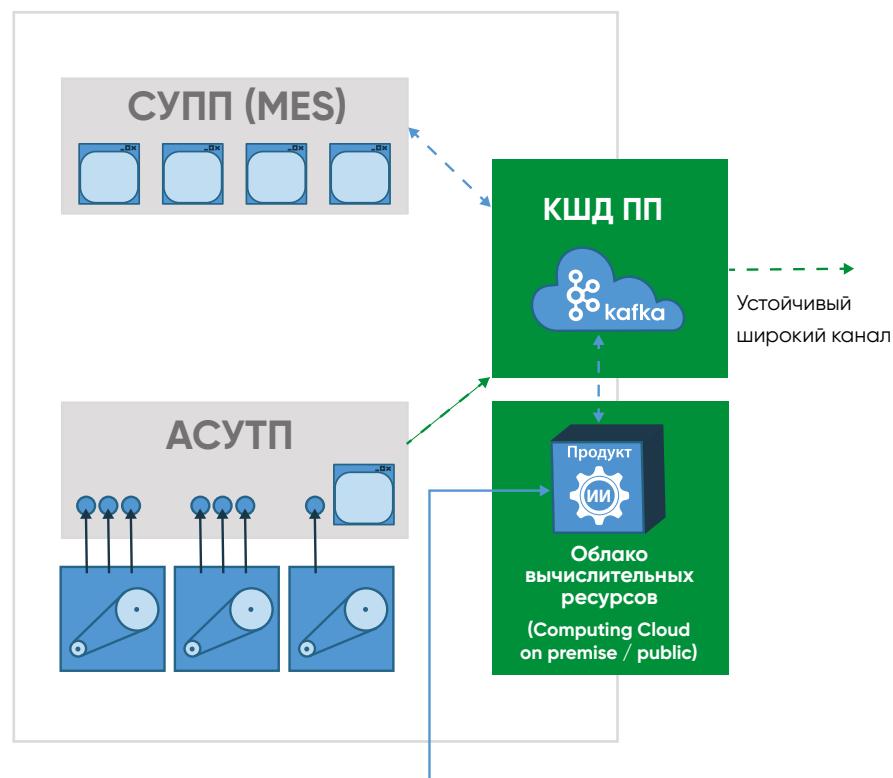


### Производственная площадка ПП



**не готовая к внедрению ИИ  
(не AI-Ready)**

### Производственная площадка ПП



**готовая к внедрению ИИ  
(AI-Ready)**

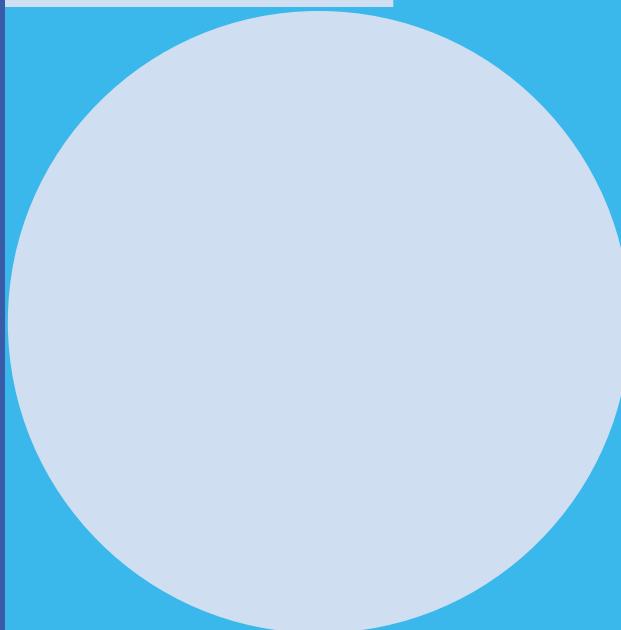
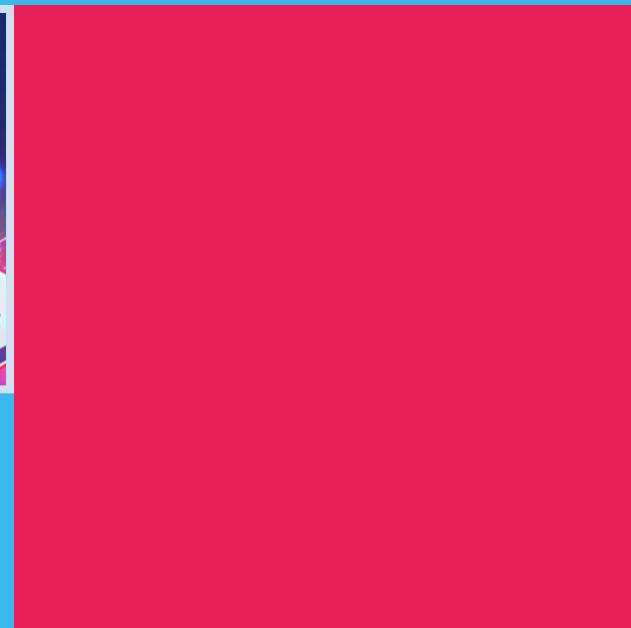
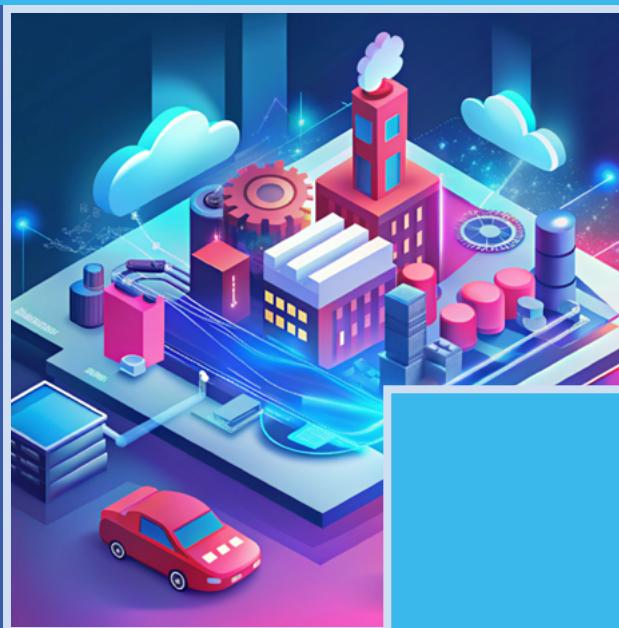
## Особенности менеджмента

Еще один немаловажный момент касается практик менеджмента. Производственные компании существуют в парадигме классического менеджмента (тот которому учат на факультете менеджмента и на MBA) а также опираются на практики проектного менеджмента описанного в РМВоК. Но разработка, внедрение и эксплуатация цифровых продуктов с AI это программная разработка – а она подчинена другим практикам выработанным десятилетиями в программных компаниях.

Это Agile и продуктовый менеджмент. Это еще одна причина (на этот раз определяемая практиками менеджмента) подтверждающая необходимость, для ИИ-трансформации промышленной компании, создавать подразделения инхаус разработки, чтобы разрабатывать, внедрять и эксплуатировать ИИ-продукты. Если такого подразделения не создавать, а надеяться на поставщиков ИИ-решений, то в случае разработки решений на заказ они не принесут ожидаемого эффекта именно из-за

отсутствия собственных процессов эксплуатации ИИ моделей. Ведь ИИ-модели работают на данных, а данные всегда обладают неким дрейфом и от этого модели деградируют. А как известно жизненный цикл продукта обычно больше жизненного цикла модели. Модели могут деградировать и за месяц и за два, а могут и за 3 года, но деградируют всегда.

# 5. Ключевые направления использования ИИ в промышленности



# Технологическая классификация\*

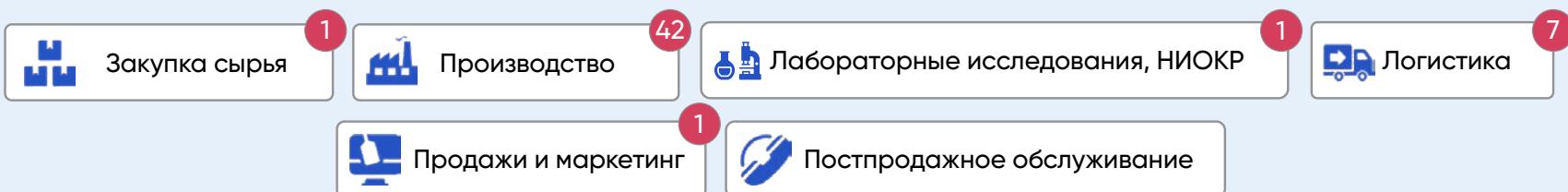


\*По результатам анализа полного перечня рассмотренных ИИ-решений

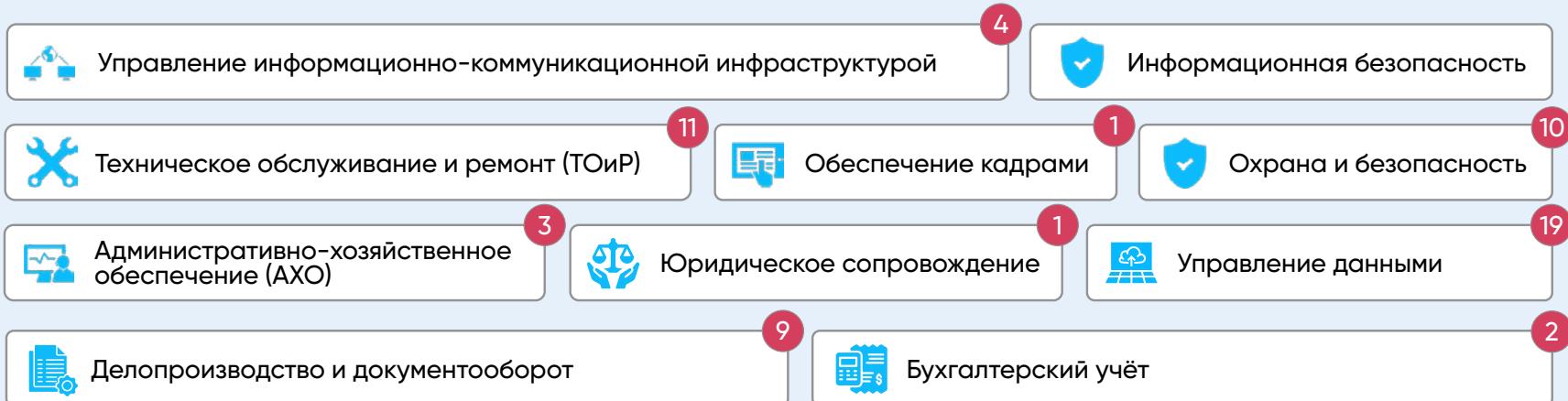
# Бизнес-процессы, в которых может быть применен ИИ

Бизнес-процессы – 78 кейсов

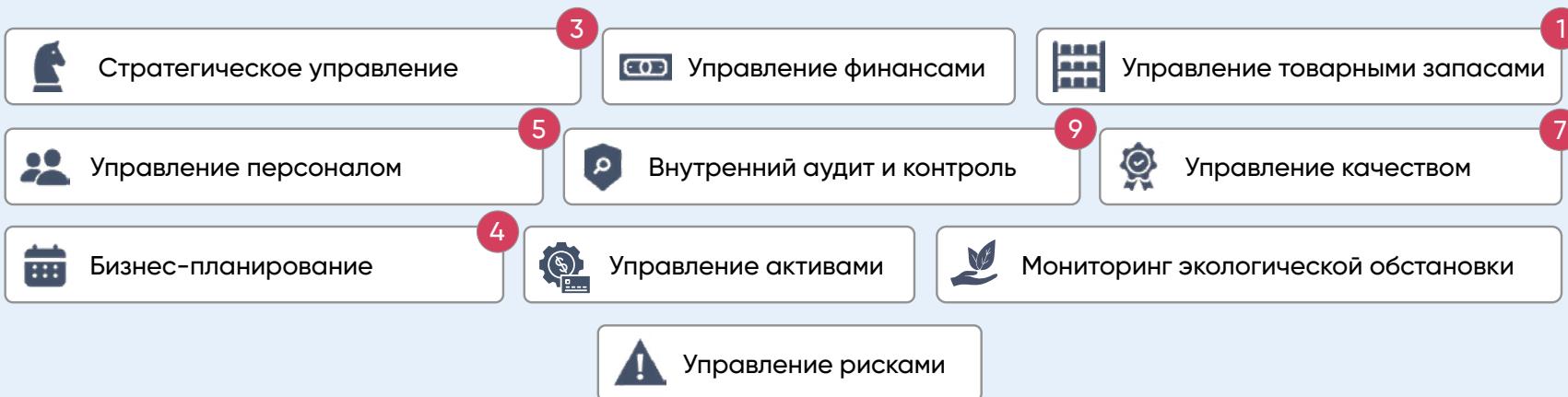
**Основные** – 52 кейсов



**Обеспечивающие** – 60 кейсов



**Управленческие** – 29 кейсов



# Большинство решений на базе ИИ покрывают функционал основных бизнес-процессов

## 3 категории

бизнес-процессов

### Основными бизнес-процессами

являются те, которые прямо задействованы в операционной деятельности и влияют на эффективность бизнеса – закупка сырья, производство, лабораторные исследования, НИОКР и др.

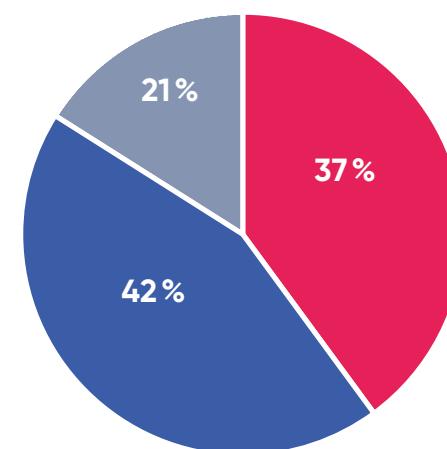
### Обеспечивающие бизнес-процессы

помогают поддерживать основную деятельность, но не приносят дополнительной ценности сами по себе. Примерами могут послужить: управление информационно-коммуникационной инфраструктурой, информационная безопасность, техническое обслуживание и ремонт, обеспечение кадрами, охрана и безопасность, административно-хозяйственное обеспечение, делопроизводство и документооборот и др.

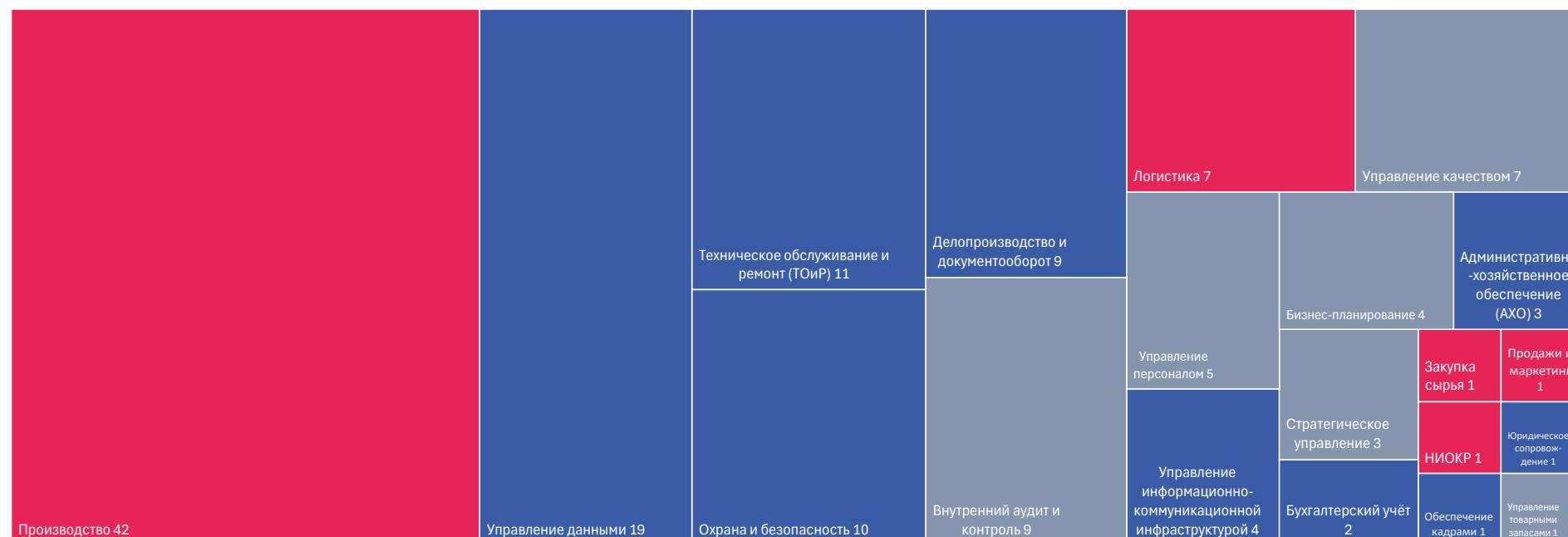
### Управленческие бизнес-процессы

позволяют управлять предприятием, обеспечивая его существование, конкурентоспособность и развитие. К их числу в промышленности относятся стратегическое управление, управление качеством, управление рисками, управление финансами и др.

### Распределение кейсов по видам бизнес-процессов



### Количество кейсов по типам бизнес-процессов



# Карта стека технологий ИИ по видам промышленности

В процессе анализа кейсов использовалась классификация направлений технологий искусственного интеллекта из Приказа Минэкономразвития России "Об утверждении критериев определения принадлежности проектов к проектам в сфере искусственного интеллекта" (от 29.06.2021 N 392). URL: <https://base.garant.ru/401554026/>



## Компьютерное зрение 40 кейсов

Среди отобранных кейсов наиболее популярным направлением ИИ является «компьютерное зрение» – 40 отобранных кейсов внедрения ИИ, связанные с восприятием, анализом и интерпретацией визуальной информации.



## Интеллектуальная поддержка принятия решений (ИППР) 32 кейса

Направление «интеллектуальная поддержка принятия решений», включающее продукты, способствующие принятию решений на основе анализа данных и использования методов машинного обучения – 32 кейса.



## Обработка естественного языка 13 кейсов

Область ИИ, которая занимается взаимодействием между компьютерами и человеческим языком (13 кейсов).



## Распознавание и синтез речи 3 кейса

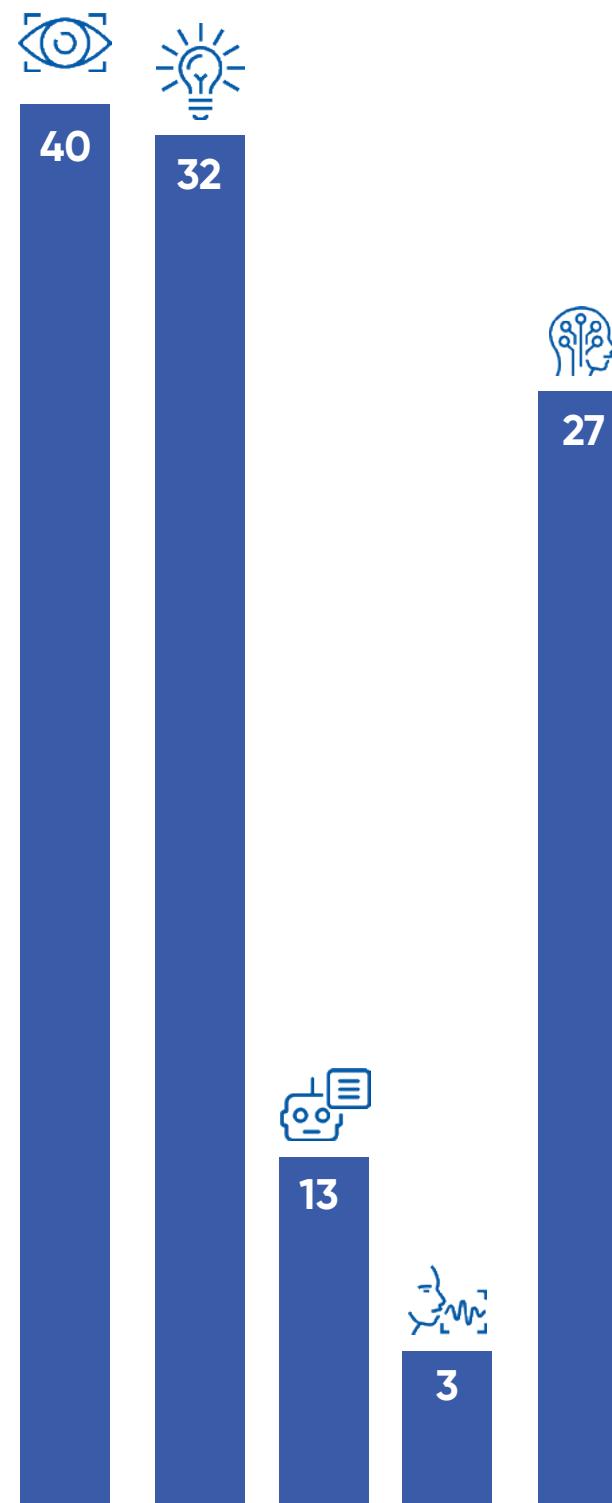
Технологии распознавания и синтеза речи, позволяющие машинам взаимодействовать с человеческими голосовыми командами и создавать искусственную речь присутствуют в 3 кейсах.



## Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ) 27 кейсов

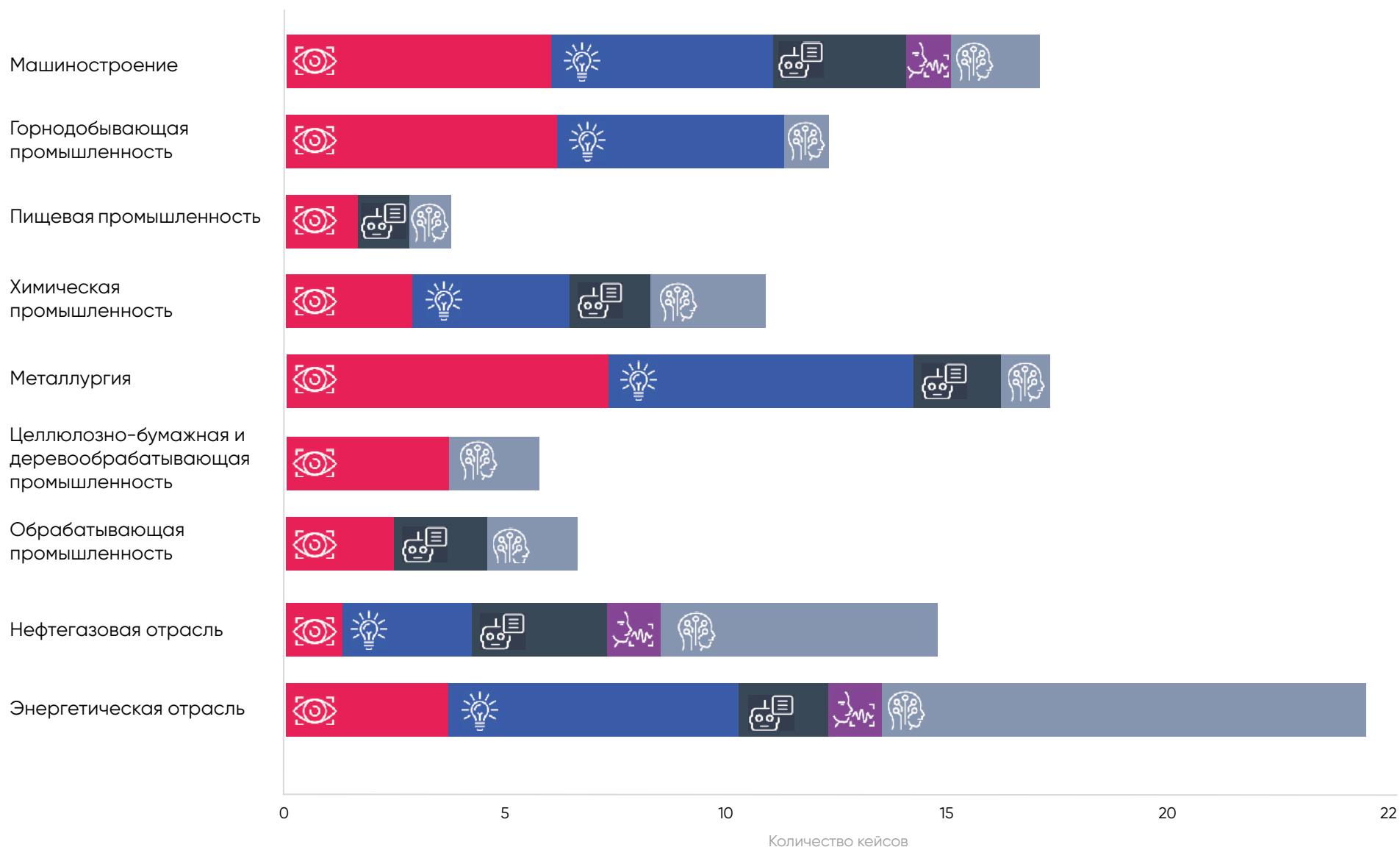
Включают в себя передовые ИИ технологии и ансамбли моделей для решения инновационных задач: автономное решение различных задач, автоматический дизайн физических объектов, автоматическое машинное обучение, алгоритмы решения задач на основе данных с частичной разметкой и (или) незначительных объемов данных, обработка информации на основе новых типов вычислительных систем, интерпретируемая обработка данных и другие методы (27 кейсов).

## Количество кейсов



# Компьютерное зрение и интеллектуальные системы принятия решений (ИППР) – ключевые технологии ИИ практически во всех направлениях промышленности

## Распределение технологий ИИ в разрезе направлений в промышленности



Легенда



Компьютерное зрение



Интеллектуальная поддержка принятия решений (ИППР)



Обработка естественного языка



Распознавание и синтез речи

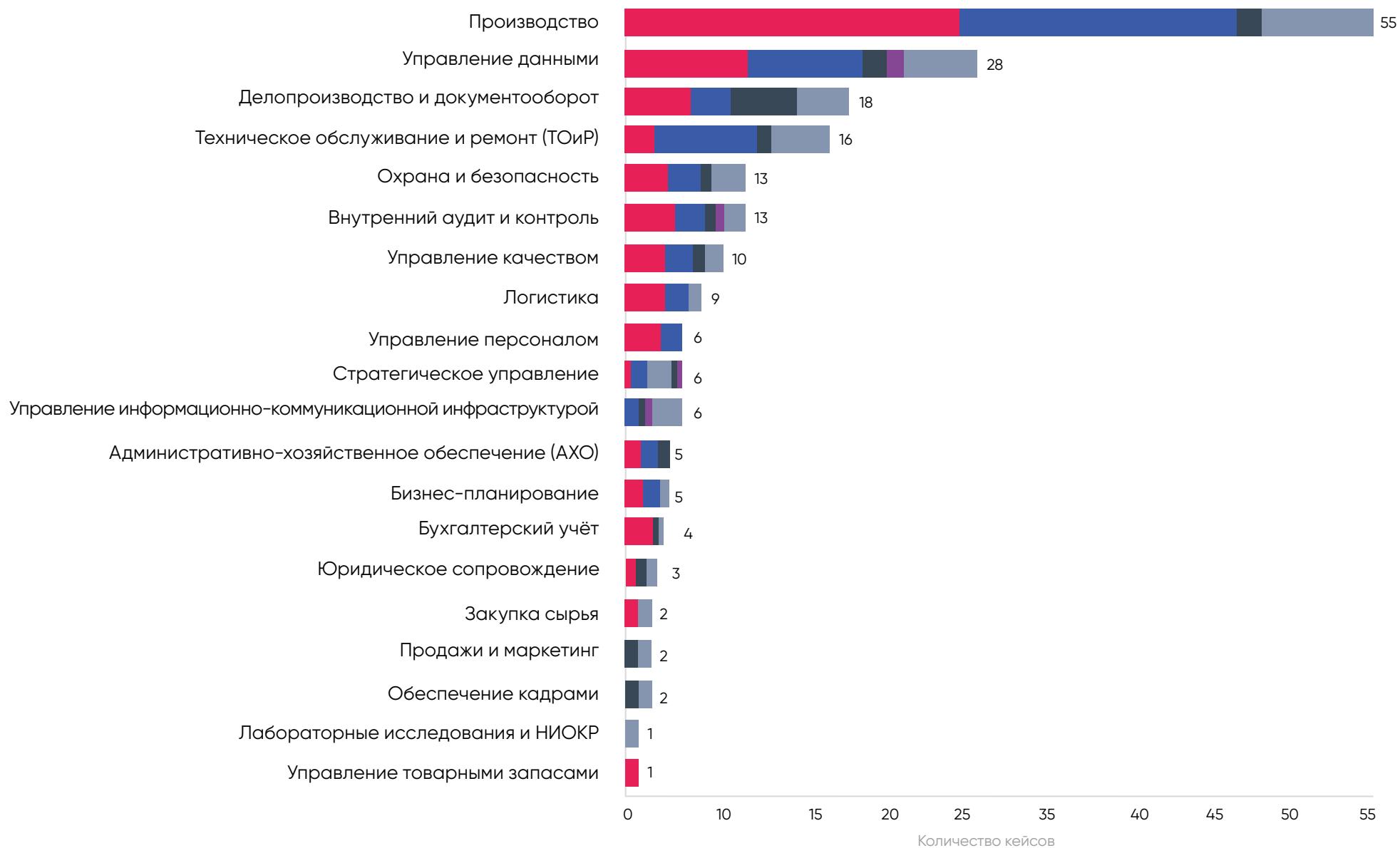


Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)

- Компьютерное зрение и интеллектуальные системы принятия решений (ИППР) находят наибольшее применение в промышленности.
- Практически во всех отраслях промышленности применяются компьютерное зрение и перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ).
- Кейсы применения технологий распознавания и синтеза речи встречаются пока лишь в машиностроении, нефтегазовой и энергетической отраслях.

# Технологии ИИ находят наибольшее применение в производстве

## Распределение технологий ИИ в разрезе процессов



Легенда



Компьютерное зрение



Интеллектуальная поддержка принятия решений (ИППР)



Обработка естественного языка



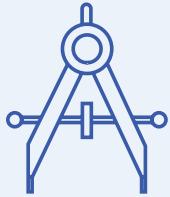
Распознавание и синтез речи



Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)

- Технологии ИИ находят наибольшее применение в процессах производства и управлении данными
- Наибольшее число кейсов с применением обработки естественного языка используется в процессах делопроизводства и документооборота
- Управление информационно-коммуникационной инфраструктурой, управление данными и внутренний аудит и контроль – процессы, в которых встречается технология распознавания и синтеза речи
- Наибольшее число кейсов с применением компьютерного зрения – в процессах производства
- Интеллектуальная поддержка принятия решений (ИППР) широко применяется в процессах производства

# Модельные практики применения ИИ в промышленности



## Модельная практика применения ИИ

это сценарий применения ИИ, который может объединять в себе одну или несколько практик внедрения ИИ-решений, а также может быть применен у организаций со схожими бизнес-процессами



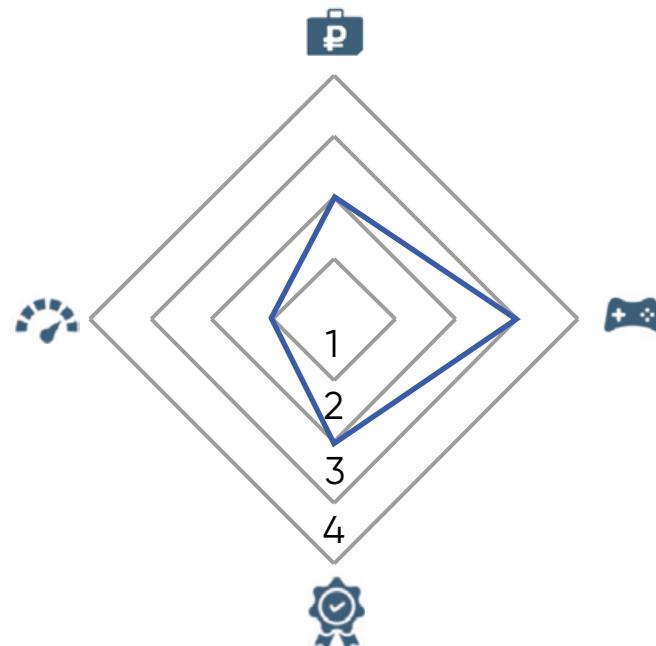
Указанные модельные практики представляют собой интерпретацию теоретического осмысления трендов развития ИИ и оценку практического применения ИИ в промышленности с выявленными эффектами.



Классификация модельных практик осуществлена на основе проанализированных кейсов, но не ограничена указанными направлениями. Модельные практики имеют потенциальное применение в различных отраслях и индустриях.

## Оценка модельной практики

- Рост объемов
- Снижение издержек
- Объективность решений
- Автономность
- Персонализация
- Увеличение скорости
- Улучшение качества
- Повышение безопасности



Бизнес-эффект

Управляемость

Качество

Скорость

1 – Отсутствует

2 – Слабо выражен

3 – Средне выражен

4 – Сильно выражен

### Контроль качества сырья и готовой продукции

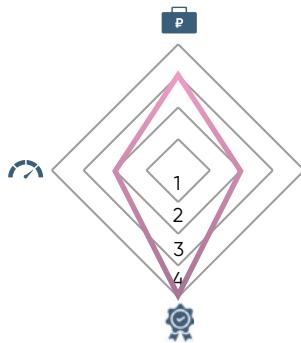


★ Улучшение качества    📊 Снижение издержек

#### Решение

Система, которая позволяет автоматизировать контроль качества сырья или готовой продукции, и представляет собой автономный программно-аппаратный комплекс с интегрированной системой видеоаналитики. Система может моментально выявлять несоответствия стандартам, указывая на дефекты еще до того, как продукт попадает на рынок. Это снижает потребность в ручной проверке и минимизирует человеческий фактор.

- до **95 %** Повышение точности выявления брака
- до **10 %** Повышение производительности



### Контроль промышленной безопасности и охрана труда

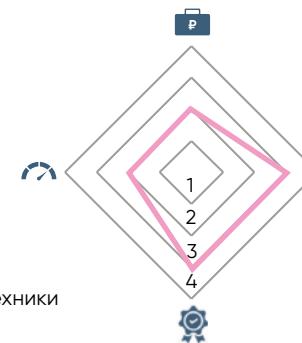


📊 Объективность решений    🛡️ Повышение безопасности

#### Решение

Система, которая представляет собой эффективный способ автоматизировать мониторинг потенциальных рисков на производстве, предотвращать инциденты и минимизировать угрозы для здоровья сотрудников. Такие системы используют алгоритмы машинного обучения, компьютерного зрения и анализа данных, чтобы повысить уровень безопасности на производственных площадках.

- на **5 %** Сокращение потерь от простоев
- в **10 раз** Сокращение количества нарушений техники безопасности



### Применение генеративного дизайна для проектирования и испытаний продукции

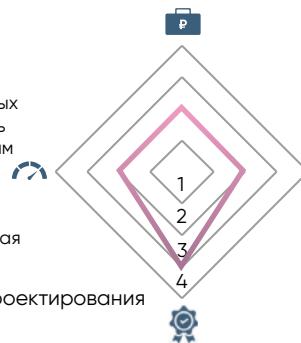


★ Улучшение качества    📊 Снижение издержек

#### Решение

Система на основе ИИ может автоматически генерировать множество вариантов дизайна продукта на основе заданных параметров, таких как материал, прочность, вес, стоимость и производственные ограничения. Это позволяет инженерам и дизайнерам исследовать широкий диапазон решений, которые могут не приходиться в голову при традиционном проектировании. Помогает находить оптимальные конструкции, которые могут быть легкими и прочными, снижая материалоемкость и затраты на производство.

- до **10 раз** Сокращение стадии концептуального проектирования
- на **50 %** Уменьшение веса продукции



### Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности

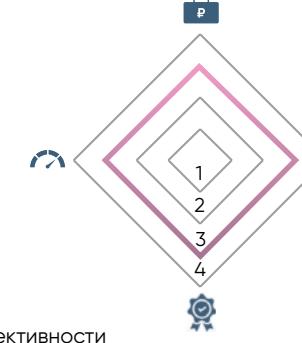


📊 Снижение издержек    🕒 Увеличение скорости

#### Решение

Система позволяет компаниям оптимизировать бизнес-процессы, минимизировать ресурсы и повышать производительность. Системы, использующие ИИ, анализируют данные в режиме реального времени и выявляют области, где происходят потери (простои оборудования, задержки в поставках, избыточные ресурсы или повторяющиеся операции, которые замедляют производство), а также предлагают способы повышения эффективности.

- на **20 %** Снижение производственного цикла
- на **15 %** Повышение общей операционной эффективности



### Управление технологическими процессами продукции

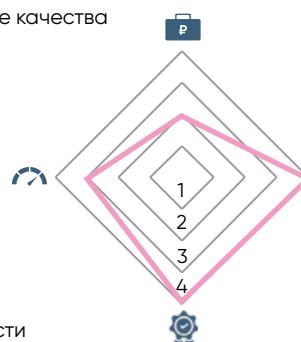


📊 Объективность решений    ★ Улучшение качества

#### Решение

Система позволяет автоматизировать и оптимизировать ключевые этапы производственных операций, обеспечивая стабильное качество продукции, снижение затрат и повышение эффективности. Такие системы используют алгоритмы машинного обучения, анализ данных и прогнозирование для улучшения управления производством.

- на **20 %** Снижение операционных затрат
- до **20 %** Повышение энергетической эффективности



### Управление бизнес-процессами с помощью больших языковых моделей (LLM технологии)

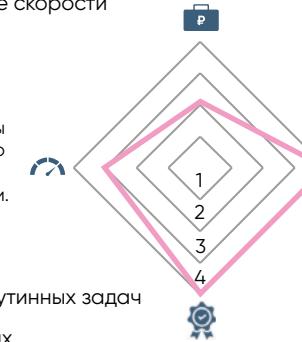


📊 Объективность решений    🕒 Увеличение скорости

#### Решение

Система, которая может анализировать, классифицировать и обрабатывать различные документы (контракты, отчеты, заявки), выделяя важную информацию и заполняя формы. Это упрощает документооборот, снижает нагрузку на сотрудников и минимизирует ошибки. Также эта система может оказывать интеллектуальную поддержку клиентов и персонала, анализировать и генерировать тексты.

- на **40 %** Уменьшение времени на выполнение рутинных задач
- до **70 %** Увеличение скорости обработки данных



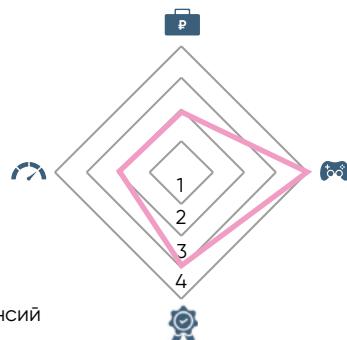
### Помощь в управлении персоналом: найм, развитие, карьерный рост

Увеличение скорости    Улучшение качества

#### Решение

Система, которая позволяет автоматизировать многие аспекты HR-процессов, оптимизировать подбор и развитие кадров, а также повысить уровень вовлеченности и удержания сотрудников. ИИ-системы могут быстро анализировать резюме и сопоставлять навыки кандидатов с требованиями вакансии, фильтруя сотни заявок и выбирая только тех, кто подходит. Это помогает сократить время на первичный отбор и уменьшить предвзятость, которая может возникнуть на этапе отбора.

на **40%** Сокращение времени на закрытие вакансий  
на **15%** Снижение текучести кадров



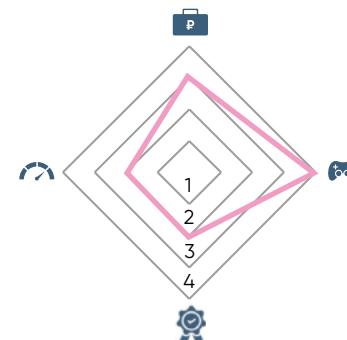
### Оптимизация логистических цепочек

Увеличение скорости    Снижение издержек

#### Решение

Система, которая позволяет компаниям повысить скорость и точность доставки, сократить затраты и улучшить управление запасами. Такие системы используют алгоритмы машинного обучения, прогнозирование и анализ данных для автоматизации и улучшения всех этапов логистического процесса.

на **15%** Снижение логистических затрат  
на **20%** Более оптимальное использование складских мощностей



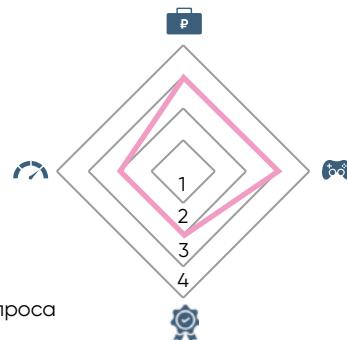
### Прогнозирование спроса

Объективность решений    Рост объемов

#### Решение

Система, которая позволяет компании точно предсказывать потребности рынка, адаптировать объемы производства и оптимизировать управление запасами. Такие системы используют алгоритмы машинного обучения и анализ данных, чтобы оценивать и учитывать множество факторов, влияющих на спрос.

на **40%** Повышение точности прогнозирования спроса  
на **30%** Сокращение запасов на складах



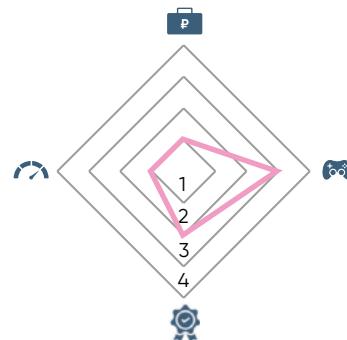
### Охрана окружающей среды, экология, ESG

Объективность решений    Повышение безопасности

#### Решение

Система, которая позволяет компаниям и организациям контролировать и снижать свое воздействие на природу, управлять экологическими рисками и оптимизировать деятельность в соответствии с принципами устойчивого развития. Применение ИИ в этой сфере помогает организациям более точно отслеживать данные, прогнозировать экологические риски и выполнять задачи в рамках ESG-стратегий.

на **20%** Снижение выбросов углекислого газа  
на **15%** Снижение потребления энергии



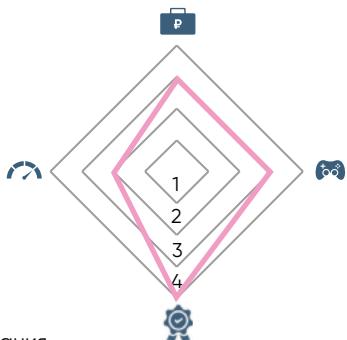
### Логистика и обработка с помощью роботизированных технологий и сенсорики

Увеличение скорости    Снижение издержек

#### Решение

Система, которая позволяет компаниям автоматизировать складские и логистические операции, повысить скорость и точность обработки грузов, оптимизировать использование ресурсов и минимизировать ошибки. Эти системы используют роботов, датчики и алгоритмы машинного обучения для управления логистическими процессами, что приводит к более гибкой, экономичной и устойчивой работе.

на **30%** Сокращение затрат на рабочую силу  
на **25%** Сокращение времени простоя оборудования



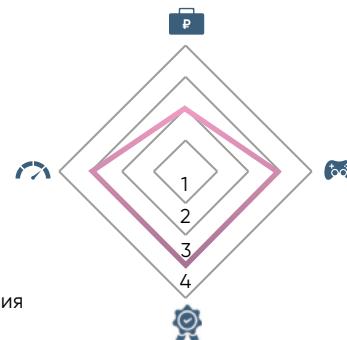
### Оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания

Снижение издержек    Объективность решений

#### Решение

Система, которая позволяет компаниям повышать эффективность обслуживания оборудования, снижать затраты на ремонты и минимизировать простои. Такие системы используют ИИ и алгоритмы машинного обучения для предиктивного анализа и управления процессами обслуживания, что помогает планировать профилактические работы и оперативно реагировать на неисправности.

на **25%** Снижение времени простоя оборудования  
на **35%** Снижение числа аварийных поломок



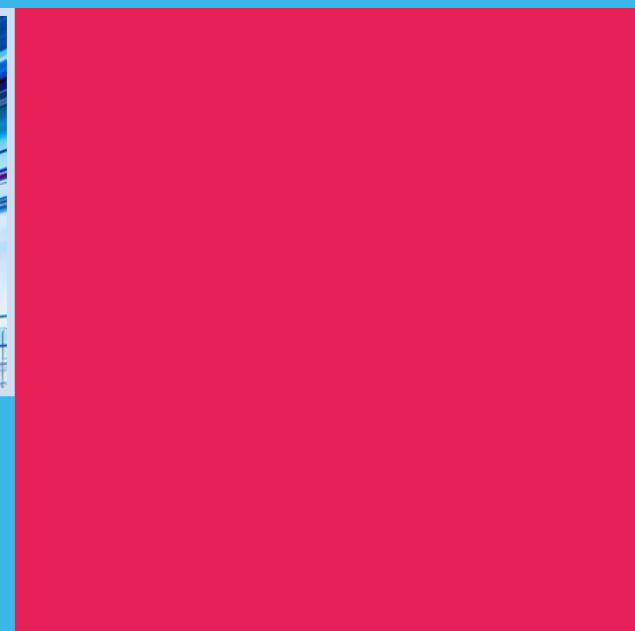
# Модельные практики применения ИИ в промышленности

	<b>Контроль качества сырья и готовой продукции</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Контроль качества сырья</li><li>• Контроль качества готовой продукции</li><li>• Контроль качества выполнения производственного задания</li></ul>	<b>17</b>
	<b>Контроль промышленной безопасности и охрана труда</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Наличие СИЗ</li><li>• Наличие персонала в определенных зонах</li><li>• Опасное сближение</li><li>• Риск-менеджмент и уменьшение вероятности аварий и инцидентов</li><li>• Биометрическая идентификация</li><li>• Контроль информационной безопасности MLSecOps, Data Security</li><li>• Контроль физического и психологического состояния работников</li></ul>	<b>5</b>
	<b>Применение генеративного дизайна для проектирования и испытаний продукции</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Проектирование производственных площадок с помощью ИИ</li><li>• Ускорение времени вывода продукции на рынок</li><li>• Анализ проектной документации</li><li>• Цифровые испытания и прогноз их результатов при проектировании новых узлов и агрегатов</li></ul>	<b>4</b>
	<b>Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Анализ производительности труда</li><li>• Помощь с поиском улучшений</li><li>• Уменьшение времени протекания процессов и времени цикла</li><li>• Решение задач многозаводского планирования</li></ul>	<b>16</b>
	<b>Управление технологическими процессами</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Подсчёт продукции, к примеру, количества объектов на конвейере</li><li>• Оценка массы продукта на основании его размера</li><li>• Анализ наличия маркировки</li><li>• Планирование производственных программ</li><li>• Моделирование процессов</li><li>• Автоматическое выполнение рутинных задач и процессов</li><li>• Цифровые двойники процессов</li><li>• Использование предиктивных моделей для прогнозов состояния процессов и оборудования</li></ul>	<b>33</b>

# Модельные практики применения ИИ в промышленности

	<b>Управление бизнес-процессами с помощью больших языковых моделей (LLM технологии)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Для разработки ИТ решений</li><li>• Создание описаний различных сущностей (продуктов, правил, инструкций и т.п.)</li><li>• Системы поиска информации в документной базе</li></ul>	<b>9</b>
	<b>Помощь в управлении персоналом: найм, развитие, карьерный рост</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Описание вакансий для соискателей</li><li>• Поиск в базах вакансий по описанию</li><li>• Применение на производстве персональных роботов-ассистентов, помогающих работникам</li><li>• Адаптация персонала</li><li>• Создание контента системы управления знаниями</li></ul>	<b>6</b>
	<b>Оптимизация логистических цепочек</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Оптимизация закупочной деятельности</li><li>• Оптимизация незавершённого производства</li><li>• Интегрированное планирование и управление складскими остатками и цепочками поставок</li><li>• Снижение транспортных расходов</li><li>• Оптимизация внутрицеховой логистики</li></ul>	<b>5</b>
	<b>Прогнозирование спроса</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Оптимизация складских запасов</li><li>• Формирование спроса и стимулирование сбыта</li><li>• Маркетинг: формирование и уточнение стратегии продаж</li></ul>	<b>3</b>
	<b>Охрана окружающей среды, экология, ESG</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Контроль выбросов вредных веществ</li><li>• Обеспечение энергоэффективности</li></ul>	<b>1</b>
	<b>Оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Мобильные помощники обходов</li><li>• Предиктивная аналитика для прогноза выхода из строя оборудования</li><li>• Прогнозирование наличия необходимых запчастей для технического обслуживания и ремонта</li></ul>	<b>12</b>

# 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



# Методика отбора решений – методология исследования

## Критерии для первого этапа отбора

**Источники**

**~230 кейсов**

**Наличие ИИ в решении**

**Уровень готовности – внедренный проект**

**Технологическая независимость ИИ-решения**

## Критерии для второго этапа отбора

**78 кейсов**

Решение относится к одной или нескольким отраслям/направлениям в промышленности

Применение решения имеет доказанный экономический эффект

Выгодоприобретатели от решения – компании в отрасли промышленности

## Типы технологий

Компьютерное зрение
 Интеллектуальная поддержка принятия решений (ИППР)
 Обработка естественного языка
 Распознавание и синтез речи
 Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)

## Направления промышленности

Машиностроение
 Химическая промышленность
 Обрабатывающая промышленность

Горнодобывающая промышленность
 Metallurgy
 Нефтегазовая отрасль

Пищевая промышленность
 Целлюлозно-бумажная и деревообрабатывающая промышленность
 Энергетическая отрасль

## Стоимость

До 10 млн ₽

До 50 млн ₽

Более 50 млн ₽

Данные не приведены

## Сроки

До 6 мес.

До 12 мес.

Более 12 мес.

Данные не приведены

**NDA**

Учитывая специфику отраслей промышленности, информация о кейсах в данной области не всегда подлежит полному раскрытию. Некоторые сведения о сроках, стоимости и поставщиках ИИ-решений могут оставаться в рамках коммерческой тайны.

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

### Автоматический контроль качества стали умной видеоаналитикой



**процессы**  
Производство

**модельная практика**  
Контроль качества сырья и готовой продукции

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
 Компьютерное зрение

**поставщик**  


**заказчик**  


**проблема**  
Недостаточный уровень выявления дефектов продукции, в данном случае стали для боевых и гражданских вертолетов, вследствие человеческого фактора. Не выявленный своевременно микродефект может стать причиной поломки вертолета и оказать негативное влияние на безопасность полетов.

**решение**  
Решение позволяет автоматизировать контроль качества стали, используемой для производства боевых и гражданских вертолетов, и представляет собой автономный программно-аппаратный комплекс с интегрированной системой видеоаналитики. Тончайшие стальные листы размещаются на мобильной платформе комплекса и заводятся в корпус, где происходит мультиспектральная аналитическая обработка с помощью компьютерного зрения. Система обнаруживает дефекты размером от 0,3 мм, в том числе на зеркальной поверхности, классифицирует их и отображает на рабочем экране. Задача системы - отбраковать продукцию с дефектами на этапе ее приемки и не допустить ее в дальнейшую эксплуатацию.

**эффекты**

- Повышение точности распознавания дефектов до 98%
- Ускорение процесса дефектоскопии в 6 раз

### Система прослеживаемости трубы на основе методов компьютерного зрения и глубокого машинного обучения



**процессы**  
Производство

**модельная практика**  
Управление технологическими процессами

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
 Компьютерное зрение

**поставщик**  


**заказчик**  


**проблема**

**решение**  
Решение представляет собой систему сопровождения каждой единицы продукции (труб большого диаметра) на конвейере предприятия в процессе ее изготовления. Система рассчитывает скорости вращения и перемещения труб и согласовывает значения технологических параметров (нагрев, толщина изоляции и др.). Алгоритмы компьютерного зрения позволяют минимизировать влияние помех (движущихся людей, техники, изменения освещения) на работу системы. Система позволяет повысить эффективность процессов за счет автоматизации процедур контроля качества и снижения роли человеческого фактора.

**эффекты**

- Снижение доли брака на 10%
- Снижение затрат на исправление дефектов на 15%

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Контроль дефектов нитей и волокон углеродного волокна

₽ ₽ ₽
⌚ ⌚ ⌚



**процессы**  
Производство

**модельная практика**  
Контроль качества сырья и готовой продукции

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
 Компьютерное зрение

**поставщик**



**проблема**

Контроль качества нитей углеродного волокна усложнен вследствие их малых размеров. По валу шириной до 3 метров одновременно движется до 400 жгутов на высокой скорости конвейера (до 12 метров в минуту). Человеческому глазу сложно постоянно удерживать фокус внимания на всех нитях волокна одновременно. Перед намоткой на бобины волокно распределяется на 2 этажа, где установлены намоточные машины, такое разделение требует дополнительных ресурсов под контроль дефектов.

**решение**

Система контролирует полотно жгутов, волокна в количестве до 400 шт. на нескольких валах шириной до 3 м, на скорости до 12 м/мин. Системы машинного зрения умеют распознавать такие дефекты, как: обрыв, узел, ворс (пучок), отклонение толщины, посторонние включения. Данные о браке передаются на пост оператора: время появления, тип брака, номер жгута и пост контроля качества, где зафиксирована проблема. Дополнительно подается световой и звуковой сигнал на киоск на посту контроля с отображением данных о браке.

**заказчик**



**эффекты**

Повышение точности выявления брака до 97%

Повышение точности определения местонахождения груза на линии конвейера с помощью светового освещения (зеленое, желтое или красное)



### Применение ИИ-сервисов для работы с внутренней и внешней документацией

₽ ₽ ₽
⌚ ⌚ ⌚



**процессы**  
Делопроизводство и документооборот, юридическое сопровождение

**модельная практика**  
Применение генеративного дизайна для проектирования и испытаний продукции

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
 Компьютерное зрение,  
 Обработка естественного языка,  
 Перспективные методы искусственного интеллекта

**поставщик**



**проблема**

Бумажные оригиналы занимают много места, их поиск долгий и неудобный, они часто теряются и портятся. Невозможно оперативно получить доступ к документам при удаленной работе.

Высокий риск утечки конфиденциальной информации из-за открытого доступа к данным. Много времени тратится на создание типовых документов.

**решение**

разработанная система представляет из себя генеративный искусственный интеллект Directum RX Intelligence. В задачи, которые он будет решать на предприятии входит:

- подготовка проектов резолюций,
- выделение поручений из текста документов,
- помощь в «маршрутизации» документов,
- подготовка черновиков простых типовых документов (служебных записок, писем, распоряжений),
- нормоконтроль договорных документов (основные реквизиты договора, состав и содержание типовых разделов и т.п.).

**заказчик**



**эффекты**

Ускорение обработки входящей корреспонденции на 60%

Сокращение времени на подготовку резолюций на 40%

Снижение количества рутинных операций, которые ранее выполнялись вручную

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Голосовой помощник для автоматизации поиска информации по буровым работам, поддерживающий синтез и распознавание речи





<b>процессы</b> Управление информационно-коммуникационной инфраструктурой	<b>модельная практика</b> Оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания	<b>стадия</b> Пилот	<b>тип технологии</b>  Распознавание и синтез речи  Обработка естественного языка
--	---	------------------------	---

<b>поставщик</b> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">  </div>	<b>проблема</b> Производственные процессы требуют непрерывный контроль и оперативный доступ к информации. Необходимо было обеспечить голосовой доступ к данным телеметрии о процессах, происходящих на скважинах, в офлайн-режиме. Требовалось создать инструмент с нуля в сжатые сроки, так как готовых инструментов, удовлетворяющих всем требованиям безопасности, на рынке не было.  На местах буровых работ отсутствует внешний интернет, поэтому необходимо обеспечить возможность передачи данных офлайн.	<b>решение</b> Разработали голосовой ассистент, поддерживающий синтез и распознавание речи. Разработали систему нейросети для распознавания голоса, определяющую запрос по контексту и систему обработки, поддерживающую 50 языков. Словарь помощника дополнили профессиональными терминами, которыми пользуются специалисты в нефтегазовой отрасли. Для того чтобы сотрудники могли использовать помощник в офлайн-режиме, распознавание и генерация речи были реализованы без использования сторонних сервисов, с помощью закрытой локальной сети, передающей телеметрию. В MVP голосового помощника были добавлены 34 запроса, с которыми сотрудники компании могли обратиться, находясь на производственных участках: например, голосом вывести информацию по проблемам на скважине и отправить детализированный отчет на почту.
<b>заказчик</b> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">  </div> ООО "Новатэк НТЦ"		

**эффекты**

Сокращение временных затрат на доступ к производственным данным	Доступность ввода и получения данных на производственных участках офлайн		
---	--	--	--



### AI-помощник для ускорения разработки и развития информационных систем





<b>процессы</b> Управление информационно-коммуникационной инфраструктурой, делопроизводство и документооборот	<b>модельная практика</b> Управление бизнес-процессами с помощью больших языковых моделей (LLM технологии); управление технологическими процессами	<b>стадия</b> Пилот	<b>тип технологии</b>  Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)  Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)
--	---	------------------------	--

<b>поставщик</b> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">  </div>	<b>проблема</b> Поддержка и развитие информационных систем требует много ИТ-ресурсов. Сокращение времени на разработку новой функциональности, поддержка и развитие легаси-систем, упрощение документирования и автоматизация отчетности позволяют эффективней цифровизовать производственные процессы.  Ускорение лежит в плоскости применения новых технологий на базе ИИ, но на рынке нет развитой экспертизы и готовых решений, отвечающих требованиям безопасности.	<b>решение</b> AI-помощник – веб-инструмент, представляющий собой ИИ-плагин для разработчиков на основе интегрированной LLM и чат-бот для общения. Может разворачиваться на внутренних серверах и позволяет использовать потенциал нейросетей без передачи данных во внешнюю среду. Разработана собственная система метрик для обучения LLM. Для разработчиков – быстрая генерация кода для типовых задач, помощь в написании кода для сложных задач, переиспользование и масштабирование кода внутри команды, рост продуктивности на 100%. Для проектного офиса – помощь в оценке задач, анализ качества кода, описание требований, формирование отчетов, помощь в принятии решений на основе анализа данных. Интеграция с корпоративными мессенджерами и средами разработки.
<b>заказчик</b> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">  </div>		

**эффекты**

Улучшение показателей по типовым задачам у 94% разработчиков	Увеличение скорости решения задач разработчиками в 2–3 раза	Ускорение запуска цифровых продуктов	
--	---	--------------------------------------	--

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Тайм-трекер рабочего времени AtTrack с использованием технологий ML, предотвращающий выгорание сотрудников






**процессы**

Управление персоналом

**модельная практика**

Контроль промышленной безопасности и охрана труда; использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологии**

 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**

Umbrella IT

**проблема**

Преследование цели оптимизации и повышения производительности труда может повлечь увеличение рабочей нагрузки на сотрудников ИТ-департаментов. Сотрудники могут сталкиваться с необходимостью переработок и с выгоранием. Использование стандартных таск-трекеров не дает прозрачности состояния сотрудников и не позволяет отслеживать динамику. Необходимо создать систему «умной» детекции и реагирования для предотвращения выгорания и текучести кадров.

**решение**

Разработали модуль трекера рабочего времени AtTrack для предотвращения выгорания сотрудников на основе анализа паттернов их рабочей активности, с использованием ИИ. Создали собственную нейронную сеть, способную классифицировать посещаемые ресурсы на 10+ категорий. Нейросеть собирает, обрабатывает и интерпретирует данные, создает алгоритмы для определения "индекса счастья" сотрудника, используя исторические данные, например, количество переработок. Полученные данные специалисты могут использовать для повышения эффективности и производительности, поддерживая комфортную рабочую среду, реагируя на изменения в поведении сотрудников и улучшая общее состояние команд.

**заказчик**

NDA

**эффекты**

---



### Dataskai мониторинг технологических процессов конвейерного оборудования






**процессы**

Производство

**модельная практика**

Управление технологическими процессами, оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологии**

 Компьютерное зрение  
 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**

Сколтех

Сколковский институт науки и технологий  
Центр прикладного искусственного интеллекта

**проблема**

Остановка автоматизированного конвейера по причине нарушения производственного процесса вследствие отклонения рабочих параметров и накопления ошибки обработки заготовки. Что приводило к полной остановке производства с необходимостью извлечения бракованных деталей и перезапуску всей линии.

**решение**

- Система мониторинга на основе временных рядов, предоставляющая операторам и инженерам подробную информацию о состоянии оборудования и технологических процессов.
- Интерфейс, отображающий текущие показатели, предупреждения о выявленных аномалиях и прогнозируемых неисправностях.
- Рекомендации пользователям по принятию необходимых мер для предотвращения поломок.
- Анализ исторических данных для оптимизации работы оборудования, способствующий проактивному управлению техническим обслуживанием, сокращению простоев и повышению общей эффективности производства.
- Встроенный конвейер обработки данных, позволяющий подключаться к временным рядам до 2000 сигналов одновременно.
- Работа более 50 моделей машинного обучения одновременно.

Используются модели ИИ:

- обученная модель детектора аномалий,
- физически обученная модель нагрева заготовок.

**заказчик**

NDA

**эффекты**

Уменьшение числа остановок конвейера по причине отказа в 2 раза, снижение потерь продукции

Повышение скорости конвейера и темпа производства на 15%

Экономия до 20 млн руб.

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

### Dataskai мониторинг технологических процессов тепловых печей

**процессы**  
Производство

**модельная практика**  
Управление технологическими процессами

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
 Компьютерное зрение  
 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**  
**Сколтех**  
Сколковский институт науки и технологий  
Центр прикладного искусственного интеллекта

**заказчик**  
NDA

**проблема**  
Неоптимальный расход ресурсов для нагрева деталей на производстве. Бракованные детали вследствие их перегрева или недогрева при неоптимальных режимах.

**решение**

- Цифровая модель тепловой печи и её компонентов предоставляет рекомендательный сервис для определения оптимальной температуры конкретного нагревателя для каждой детали.
- Система основана на физически информированной модели машинного обучения, что обеспечивает высокую точность и эффективность в настройке параметров нагрева.
- Это позволяет сократить время настройки рабочих процессов, и минимизирует риски перегрева или недогрева деталей.
- Интеграция этой модели в производственные линии приводит к улучшению качественных характеристик продукции и снижению затрат на энергоресурсы.

**эффекты**

- Уменьшение потребления газа для нагрева деталей в тепловой печи на 10%
- Снижение числа бракованных деталей на 5%

### Контроль соблюдения регламента работ

**процессы**  
Производство, управление персоналом, внутренний аудит и контроль

**модельная практика**  
Контроль качества сырья и готовой продукции, использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности, управление технологическими процессами

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
 Компьютерное зрение

**поставщик**  
  
ПАО «Вымпелком» (билайн Big Data & AI)

**заказчик**  
NDA

**проблема**  
Контролировать регламент выполнения людьми работ на станке/фиксировать факт работы человека у станка, а также обеспечивать автоматический контроль времени простоя станка для оптимизации процесса вручную – сложная, однообразная и трудоемкая задача.

**решение**  
Модель видеоаналитики для контроля производственного процесса в цеху состоит из:

- детекции человека (нахождение на рабочем месте)
- детекции станка
- детекции рулона с металлом
- детекции подъемного механизма (крана)
- Дополнительно фиксируется время простоя оборудования.

**эффекты**

- Сокращение времени простоя станка на 1 час в день
- Повышение точность модели распознавания до 99%

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

### Видеоаналитика для контроля охраны труда



₽
₽
₽

⌚
⌚
⌚



**процессы**  
Производство, управление персоналом, охрана и безопасность, внутренний аудит и контроль

**модельная практика**  
Контроль за требованиями промышленной безопасности

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
 Компьютерное зрение

**поставщик**



ПАО «Вымпелком» (билайн Big Data & AI)

**проблема**  
Нарушение работниками требований техники безопасности для опасных производств и связанные с этим риски травматизма

**решение**  
Решение представляет собой систему видеоаналитики, включающую в себя технологии компьютерного зрения и искусственного интеллекта для автоматизированной обработки данных из потокового видео без непосредственного участия человека. Система позволяет проводить мониторинг и контроль использования сотрудниками средств индивидуальной защиты (СИЗ) (каска, спецодежды, щитков/очков и перчаток). Видеопоток обрабатывается в облаке билайна, а нарушением считается событие, длящееся более 20 секунд. При выявлении нарушения система фиксирует кадр с изображением. При необходимости информация об инциденте может сразу поступать на сервер заказчика  
Решение ИИ: биллайн.Видеоаналитика

**заказчик**



**эффекты**

Количество случаев нарушений сократилось с 5 в день до 1-2 в неделю

Скорость фиксирования нарушения и оповещения ответственного 11-13 сек.

Усилена системная работа по повышению культуры безопасности и формирования безопасного поведения работников

### Определение размера фракций осадочной породы в реальном времени



₽
₽
₽

⌚
⌚
⌚



**процессы**  
Производство

**модельная практика**  
Управление технологическими процессами

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
 Компьютерное зрение

**поставщик**



**проблема**  
Для стабильной работы дробильных установок и уменьшения количества поломок, требуется, чтобы входящая фракция была в пределах определённых размеров. Отсутствие систем сканирования фракции не позволяет соотносить параметры подрывных работ и размер фракции, что приводит к более частым повреждениям агрегатов.

**решение**  
Алгоритм с помощью камер машинного зрения распознает размер фракции и сортирует их по категориям в зависимости от размера.  
  
Было определено, какой размер фракции опасен для дробильного оборудования и какие размеры являются оптимальными для переработки. MVP решения способно определять и подсвечивать крупные фракции, которые превышают установленный стандарт. Это позволяет вносить корректировки в подрывные работы и защищать дробильное оборудование от поломок.

- Установка камер отслеживания над конвейерной лентой подачи породы;
- Портативное решение, установленное на планшет подрывника для сканирования пород через камеру устройства.

**заказчик**



**эффекты**

Уменьшение числа поломок оборудования

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Корпоративное веб-приложение золоторудной компании







**процессы**

Управление информационно-коммуникационной инфраструктурой, делопроизводство и документооборот

**модельная практика**

Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности

**стадия**

Собственная разработка

**тип технологии**

 Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)

**поставщик**



**проблема**

Ручной сбор и систематизация данных требуют немалых человеческих и временных ресурсов. При больших объемах данных, отчёты могут терять актуальность.

**решение**

Разработанное веб-приложение представляет решение для работы с большим объемом данных и возможностью анализа и систематизации отчетов методами ИИ, их проверки контролирующими лицами. Время формирования производственных отчетов снижено с 20 мин до 15 сек. Разработана система удобных дашбордов, во время работы происходит оперативный сбор данных в системе с каждого участка предприятия и направление этих данных на анализ.

**заказчик**



**эффекты**

Снижение времени формирования отчёта с 20 мин до 15 сек



### Система Piklema CVision.PitFace (система контроля грансостава в забое на основе ИИ)







**процессы**

Производство, бизнес-планирование

**модельная практика**

Управление технологическими процессами; контроль качества сырья и готовой продукции

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологии**

 Компьютерное зрение

**поставщик**



**проблема**

Неэффективное использование взрывчатых веществ.

Низкая производительность погрузочной техники.

**решение**

Piklema CVision.PitFace – автоматизированная система мобильного мониторинга гранулометрического состава в забое на основе компьютерного зрения, предоставляющая оперативные данные по фрагментарному распределению гранул на фотографии, при помощи современных нейросетевых алгоритмов, для более оптимального планирования буро-взрывных работ (БВР) и сокращения затрат на взрывчатые вещества. Система позволяет соблюдать оптимальный баланс между количеством используемых взрывчатых веществ и производительностью погрузочной техники за счет достижения оптимальной фракции горной массы

Система компьютерного зрения: используется для мониторинга гранулометрического состава и обнаружения негабаритов в забое. Это позволяет более точно оценивать размер фракций (с точностью до 5 см), определять минимальные и максимальные размеры фракций и строить графики распределения. Искусственные нейронные сети применяются для дообучения системы, что позволяет ей эффективно работать в различных погодных условиях, включая снег. Это повышает точность работы системы и её способность адаптироваться к изменяющимся условиям на производстве

**заказчик**



**эффекты**

Увеличение производительности горно-транспортного комплекса до 5%

Снижение используемых взрывчатых веществ на 1–2%

Увеличение КТГ экскаваторов на 3–7%, производительности – на 2–3% (в тонн/час)

Увеличение производительности буровых работ до 3%

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

### Система Piklema Tires Management (система управления КГШ на основе прогнозной аналитики)



₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



**процессы**

Охрана и безопасность, административно-хозяйственное обеспечение

**модельная практика**

Управление технологическими процессами; оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологии**

 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**



ООО «Пиклема»

**проблема**

При ручном контроле состояния шин техники может происходить их износ выше заявленных производителем нормативов, что подвергает риску стабильность работы техники и обеспечение безопасности. Отсутствие объективной картины о причинах износа шин и процессе управления ими на горных работах не позволяет эффективно оптимизировать контроль состояния.

**решение**

Система Piklema Tires Management – программное обеспечение с применением компьютерного зрения, разработанное для управления всем жизненным циклом крупногабаритных шин, которое помогает следить за ними, проводить инспекции состояния, ротации, списание, а также прогнозировать количество и модели шин для нового заказа. Рекомендации по ротации и замене формируются на основе прогнозного моделирования. Факторный анализ эксплуатационных характеристик шин формируется на основе математического моделирования.

**заказчик**



**эффекты**

Увеличение ходимости шин на 5–10%

Сокращение аварийных исходов на 30–40%

Экономия до 50–100 млн рублей в год

### Система Piklema Driver Assistant (цифровой советчик водителям карьерных самосвалов)



₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



**процессы**

Логистика, управление данными, управление персоналом

**модельная практика**

Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности; помощь в управлении персоналом: найм, развитие, карьерный рост; оптимизация логистических цепочек

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологии**

 Компьютерное зрение  
 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**



ООО «Пиклема»

**проблема**

Неэффективное использование топливных ресурсов водителями самосвалов при интуитивной оценке необходимой скорости. Неравномерность стилей движения влияет на повышенный расход топлива до 10%. Неопытные водители ездят медленнее опытных до 15% на маршруте.

**решение**

Система Piklema Driver Assistant – цифровой советчик на базе ИИ для водителей самосвалов, обеспечивающий оптимальные скоростные режимы на технологических дорогах за счет визуальных и звуковых рекомендаций и анализа факторов, влияющих на расход топлива. Расчёт и анализ проводятся нейросетевыми алгоритмами. Система представлена в виде голосового и визуального советчика водителя, а также детальной аналитики по расходу топлива и скорости движения Карьерный Самосвал. Она оптимизирует стили вождения, самообучает водителей, осуществляет факторный анализ удельного расхода топлива, строит рейтинг водителей после смены.

**заказчик**



**эффекты**

Снижение расхода топлива на 3–7% (до 200 млн рублей на парке из 100 самосвалов)

Увеличение средней скорости на 3–5%

Сокращение выбросов CO<sub>2</sub> до 5%

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Система Piklema CVision.Shovel (система непрерывного анализа грансостава в забое и анализа зубьев экскаватора)







**процессы**

Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР), производство

**модельная практика**

Контроль качества сырья и готовой продукции; использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности

**стадия**

Пилот

**тип технологии**

 Компьютерное зрение

**поставщик**



ООО «Пиклема»

**проблема**

Простои фабрики из-за попадания отломленных зубьев в дробилку приводят к убыткам. Высокие затраты и падение производительности из-за неоптимального распределения фрагментов породы.

**решение**

Piklema CVision.Shovel – автоматизированная система управления и контроля состояния экскаватора на основе компьютерного зрения, которая позволяет мониторить целостность зубьев экскаватора, определять гранулометрический состав породы в ковше экскаватора, определять циклы экскавации (определение производительности техники).

**заказчик**



ДВИЖЕМ ЭВОЛЮЦИЮ ГОРНЫХ РАБОТ

**эффекты**

Снижение времени простоев самосвалов по причине потери зубьев ковша до 80%

Снижение времени цикла экскавации до 7%

Снижение количества нетехнологических простоев до 10%

Снижение затрат на обслуживание техники на 3–7%



### Система Piklema.One (система диспетчеризации карьерного транспорта и управления горным производством)







**процессы**

Охрана и безопасность, стратегическое управление, управление данными

**модельная практика**

Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности; оптимизация логистических цепочек

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологии**

 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**



ООО «Пиклема»

**проблема**

При отсутствии эффективно организованной системы производительность горно-транспортного комплекса низкая. При неэффективной организации процессов усугубляются: высокие затраты на эксплуатацию парка техники, простои. Дефицит данных производительности всей цепочки производства от забоя до обогащения, отсутствие объективной картины по балансу полезных ископаемых не позволяют оптимизировать процесс.

**решение**

Piklema.One – автоматизированная система управления горно-транспортным комплексом, шихтоподготовкой с применением технологий искусственного интеллекта, которая помогает повысить эффективность и безопасность ведения горных работ. Система позволяет предприятию разрабатывать систему диспетчеризации на основе готовых базовых модулей платформы. Нейросетевая система осуществляет автоматическое распределение самосвалов между экскаваторами и пунктами разгрузки с обеспечением требуемых показателей качества, увеличение средней скорости движения самосвалов за счет подсказок водителю в режиме реального времени об оптимальных зонах ускорения и скорости движения, а также отслеживание скорости погрузки экскаватором и оперативное оповещение об отклонениях. В системе есть инновационные модули, до этого ни у кого не используемые в России: навигатор по горным работам, управление складами, совместно с советчиком оператору фабрики.

**заказчик**



**эффекты**

Повышение производительности горно-транспортного комплекса до 10%

Сокращение издержек на эксплуатацию парка техники до 10–15%

Повышение производительности ГТК до 7%

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Автоматизированная система формирования рекомендаций персоналу обогатительной фабрики



**процессы**  
Производство

**модельная практика**  
Управление технологическими процессами

**стадия**  
Пилот

**тип технологии**  
 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**



**заказчик**



**проблема**

При ручном задании настроек оборудования, в частности для шихты и обогащения, возможны негативные эффекты: низкий выход готовой продукции, недостаточная производительность фабрики, частично нерациональное использование реагентов и электроэнергии.

**решение**

Система на основе нейронной сети, включающей построенные физические и прогнозные модели процесса обогащения, выдает рекомендации персоналу по шихте и оптимальным настройкам оборудования. Она управляет установками автоматически в режиме реального времени на основе расчетов многопараметрической модели технологического процесса, которая позволяет прогнозировать его поведение в ближайшем будущем. Система проводит:

- Математическое моделирование, построенное на основании лабораторного опробования угля фабрики и статистический анализ факторов отклонения;
- Формирование причинно-следственных связей входного качества угля и параметров концентрата.

**эффекты**

Повышение выхода готовой продукции на 2–5%

Увеличение производительности фабрики на 7–10%

Сокращение расходов реагентов на 3–5%

Сокращение удельного потребления электроэнергии на 5–7%



### Внедрение решения «Цифра. Умный ковш» для анализа гранулометрического состава в ковше экскаватора и контроля состояния его зубьев



**процессы**  
ТОиР, управление качеством, производство

**модельная практика**  
Контроль качества сырья и готовой продукции, оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания, управление технологическими процессами

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
 Компьютерное зрение  
 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**



**заказчик**



**проблема**

- Поломка дробилки из-за попадания отломанных зубьев в кузов самосвала и затем в дробилку
- Простои дробилки из-за попадания в нее негабаритов
- Низкая производительность экскаваторов и дробилки по причине неоптимального гранулометрического состава
- Перерасход/недорасход взрывчатого вещества при взрыве.

**решение**

Продукт «Цифра. Умный ковш» с помощью искусственного интеллекта анализирует гранулометрический состав горных пород в ковше экскаватора, а также контролирует состояние его зубьев. Анализ гранулометрического состава в каждом ковше позволяет оценить и улучшить расчеты параметров взрыва при буровзрывных работах, сэкономить взрывчатое вещество, выбрать оптимальный гранулометрический состав, при котором производительность экскаваторов и ДСК будет maximизирована, а также передавать сигналы о «негабаритах» и предотвращать их попадание в дробилку. Отслеживание и видеофиксация состояния и наличия зубьев ковша позволяет снизить риски поломки оборудования и технологической линии, а также производственные потери на локализацию и поиск пропавшего зуба. Происходит своевременное информирование оператора и диспетчера о критическом износе или потере зуба. Система записывает подробную информацию о гранулометрическом составе в каждом ковше и состоянии зубьев, что даёт возможности для анализа этих данных, выявления закономерностей и оптимизации работы предприятия.

**эффекты**

Повышение эффективности буровзрывных работ на 3%

Повышение КТГ на 2%

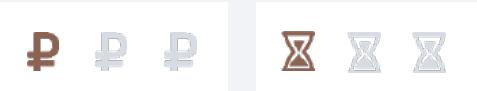
Снижение риска поломки дробильного оборудования  
Снижение риска остановки технологической линии по переработке

Снижение производственных потерь на локализацию и поиск пропавшего зуба экскаватора

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Внедрение решения «Цифра. Советчик водителя самосвала» для снижения расхода топлива, сокращения износа шин и повреждающих воздействий на раму и подвеску карьерного самосвала





<b>процессы</b> Внутренний аудит и контроль, логистика, производство	<b>модельная практика</b> Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности	<b>стадия</b> Промышленная эксплуатация	<b>тип технологии</b>  Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)
---	--	--	---

**поставщик**



**заказчик**



**проблема**

Проблемы эксплуатации карьерных самосвалов:

- Разброс расхода топлива в пределах смены
- Повреждающие воздействия на раму и подвеску
- Повышенный износ крупногабаритных шин.

**решение**

Основная функция решения «Цифра. Советчик водителя самосвала» – выдача рекомендаций водителю карьерного самосвала по оптимальному прохождению участков маршрута. Искусственный интеллект формирует оптимальные рекомендации по вождению, учитывая существующий опыт и внешние факторы: погодные условия, качество дороги, техническое состояние самосвала.

Советчик дает три типа рекомендаций. Советчик расхода топлива дает рекомендации по выбору скорости на поворотах, спусках и подъемах, на других участках дороги. Советчик долговечности рамы и подвески определяет неровности и ямы, дает рекомендации по их объезду. Советчик снижения износа шин дает советы по выбору радиуса поворотов.

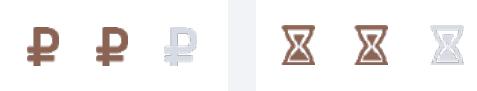
Решение помогает формировать рейтинг водителей, так как контролируют исполнение водителем каждой выданной рекомендации. Например, за невыполнение предложения об оптимальном маршруте и скорости рейтинг водителя снижается. Такую систему контроля можно включить в систему мотивации водителей, например, премирование.

**эффекты**

Увеличение средней скорости на 5%	Сокращение повреждающих воздействий на 47%	Снижение расхода топлива на 7%	Сокращение износа шин на 4%
-----------------------------------	--	--------------------------------	-----------------------------



### Система мониторинга горной техники





<b>процессы</b> Производство, внутренний аудит и контроль	<b>модельная практика</b> Управление технологическим процессом	<b>стадия</b> Промышленная эксплуатация	<b>тип технологии</b>  Компьютерное зрение
--	---	--	--

**поставщик**



**заказчик**



**проблема**

Отчеты о проведенной работе и о времени, затраченном на отдельные операции, формировались по итогам смены оператором установки, что становилось причиной искажений итоговой отчетности и неполноты информации о реальной эффективности и результативности работы стреловых СБУ и анкероустановщиков. Отдельные категории действий, связанные с простоями, невозможно было объективно зафиксировать.

**решение**

Программно-аппаратный комплекс (ПАК) предназначен для фиксации и распознавания всех действий техники в режиме реального времени. Машины снабжаются навесным оборудованием: видеоканерами, акселерометром, лидарами, бортовым компьютером. В течение смены происходит регистрация всех действий техники и автоматическое формирование рапорта. При въезде в зону действия WIFI данные передаются в систему Управления производством.

Ключевые функции:

- Фиксация и распознавания действий техники;
- Контроль промышленной безопасности;
- Автоматическое формирование рапортов;
- Выявление и фиксация аномалий в работе машиниста СБУ и бурильщика с целью разработки мероприятий по повышению эффективности;
- Контроль качества проводимых работ.

**эффекты**

Повышение производительности на 65% за счет снижения незапланированных простоев	Исполнение плана производства	Отслеживание КПЭ в режиме реального времени	Повышение дисциплины исполнения плана
---	-------------------------------	---	---------------------------------------

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Система контроля соблюдения мер гигиены сотрудниками на производстве







**процессы**

Охрана и безопасность, внутренний аудит и контроль

**модельная практика**

Контроль промышленной безопасности и охрана труда

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологии**

 Компьютерное зрение

**поставщик**



**проблема**

Около 97% пищевых отравлений вызваны ненадлежащей обработкой продуктов питания в заведениях общепита и домашних хозяйствах.

Несоблюдение правил личной гигиены работников пищевой промышленности, а именно невымытые или плохо вымытые руки, является фактором 40% вспышек пищевых отравлений.

Несоблюдение санитарных норм ведет к штрафам, потенциальному вреду здоровья потребителей, экономическим потерям, риску отзыва партии и остановки производства на время расследования.

**решение**

Система «Direktiva: Санитария» позволяет выполнять:

- Распознавание специалистов: идентификация специалиста по лицу во время процедуры обработки рук технологиями компьютерного зрения.
- Распознавание обработки рук: распознавание качества «обычного» мытья или обработки по регламенту EN1500 технологиями компьютерного зрения.
- Интерактивный дисплей: помогает специалистам правильно выполнить процедуру, демонстрируя видеоинструкцию, отображает прогресс, сообщает индивидуальную информацию.
- Статистика: запись информации в реальном времени, обработка статистики за любой период, гибкая настройка отчетов для административного персонала.
- Контроль доступа: контроль перемещений специалистов между грязными и чистыми зонами, контроль турникетов.

**заказчик**



**эффекты**

Снижение влияния человеческого фактора на производимую продукцию до 5%

Увеличение соблюдения исполнения параметров санитарной обработки рук до 100%

Снижение вероятности кросс-контаминации

Обучение правилам обработки для всех сотрудников



### Система управления ресурсами цеха Morigan.Lean







**процессы**

Производство, управление данными

**модельная практика**

Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологии**

 Компьютерное зрение

**поставщик**



**проблема**

Низкая эффективность работы сотрудников на конвейерной линии, субъективная оценка труда работников, невозможность расчета оптимальной рабочей загрузки сотрудника и нарушение технологических процессов ведут к снижению эффективности производства.

**решение**

Система видеоаналитики Morigan.Lean в производственном цехе позволяет с применением систем машинного зрения, которые обрабатывают входящие с камер данные, получить аналитическую информацию из разных участков цеха в режиме реального времени. На основе этой информации можно оценить качество и скорость работы каждого сотрудника или группы сотрудников в целом, скорректировать ФОТ согласно выработке и повысить загрузку производственной линии.

**заказчик**



**эффекты**

Рост производительности от 15 до 50%

Снижение затрат на ФОТ 10%

Контроль персонала аутсорсинга

Контроль загрузки оборудования

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



**Интеллектуальная система анализа отзывов  
«Наполеон отзывы»**






<p><b>процессы</b> Производство, управление качеством</p>	<p><b>модельная практика</b> Контроль качества сырья и готовой продукции, прогнозирование спроса</p>	<p><b>стадия</b> Пилот</p>	<p><b>тип технологии</b></p>  <p>Обработка естественного языка</p>  <p>Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)</p>
<p><b>поставщик</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <p><b>NAPOLEON IT</b></p> </div>	<p><b>проблема</b></p> <p>Сложность оперативного мониторинга качества доставки напитков — это влияло на качество доставляемой продукции до потребителя.</p> <p>Отсутствие четкого понимания потребительских предпочтений — это вызывало сложности обновления ассортимента и снижало эффективность рекламных кампаний.</p>	<p><b>решение</b></p> <p>Внедрена ИИ система «Наполеон отзывы», которая отслеживает фидбек покупателей в реальном времени и формирует аналитические отчеты на основе отзывов по любому продукту на основе LLM и ML моделей.</p> <p>Это позволяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• контролировать качество и сроки доставки продукции</li> <li>• отслеживать эффективность работы маркетплейсов.</li> </ul> <p>Решение анализирует более 50 тысяч отзывов покупателей с маркетплейсов за 20 минут.</p>	
<p><b>заказчик</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;">  </div>			
<p><b>эффекты</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #f4a460;"> <p>Выявлен и запущен в производство продукт с новым вкусом, желаемым потребителями</p> </div> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #f4a460;"> <p>Сокращено время проведения конкурентного анализа — до 20 минут</p> </div> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #f4a460;"> <p>Повышена эффективность рекламы за счет более глубокого понимания потребностей аудитории</p> </div> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #f4a460;"> <p>Сокращены ресурсы, затрачиваемые на анализ потребительских отзывов</p> </div> </div>			



**Цифровая лидогенерация**






<p><b>процессы</b> Продажи и маркетинг</p>	<p><b>модельная практика</b> Использование ИИ для оптимизации процессов маркетинга и продаж</p>	<p><b>стадия</b> Промышленная эксплуатация</p>	<p><b>тип технологии</b></p>  <p>Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ), обработка естественного языка</p> 
<p><b>поставщик</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;">  </div>	<p><b>проблема</b></p> <p>Поиск потенциальных клиентов в B2B занимает значительное время и включает работу с множеством источников: базы данных и работа с поисковыми системами, выставки и мероприятия, цифровой маркетинг. Требовалось наполнить воронку продаж для расширения зарубежных рынков и ухода в более маржинальные сегменты и географии. Одним из толчков стала пандемия Covid-19, во время которой эффективность традиционных методов поиска клиентов существенно снизилась.</p>	<p><b>решение</b></p> <p>Создание инструмента цифровой лидогенерации, работающего на базе инструментов анализа естественного языка, который помогает эффективно находить потенциальных клиентов на новых для компании рынках. Маркетологу достаточно задать простые критерии поиска — регион и продукцию, которую может производить или потреблять потенциальный клиент. Система проанализирует базы данных и открытые источники, сопоставит описания клиентов с критериями поиска, обогатит описания контактными данными и выдаст воронку для CRM. С помощью ИИ-сервиса есть возможность определить, производит ли компания продукты на основе производимого СИБУром сырья, является ли компания действующим клиентом. Задача по исключению неточного сравнения имен компаний и поиску по ключевым словам решена с помощью машинного обучения, в т.ч. с использованием NLP библиотеки SpaCy. 30 млрд сравнений по базе реализованы с помощью параллельных вычислений.</p>	
<p><b>заказчик</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;">  </div>			
<p><b>эффекты</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #4db6ac;"> <p>Сокращение срока от появления запроса на генерацию лидов до квалифицированного лида с 3 до 1 мес.</p> </div> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #4db6ac;"> <p>Сокращение времени поиска новых клиентов с учётом сбора и анализа данных до 1 часа</p> </div> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #4db6ac;"> <p>Снижение стоимости квалифицированного лида на 41%</p> </div> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #4db6ac;"> <p></p> </div> </div>			

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Автопилот оператора технологической установки (RTO) и технологическая оптимизация (APC)






**процессы**

Производство

**модельная практика**

Контроль качества сырья и готовой продукции; управление технологическими процессами; помощь в управлении персоналом: найм, развитие, карьерный рост

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологий**

 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**

**Сибур** 

**Цифровой**

T-софт (подрядчик APC)

**проблема**

Несмотря на высокую степень автоматизации производства, операторы физически не могли контролировать все необходимые параметры и на основании них принимать решения по изменению технологического режима или контролю границ качества выпускаемых марок.

**решение**

Создание системы, которая на основе алгоритмов машинного обучения определяет оптимальный технологический режим работы оборудования для контроля качества продукции или экономии режима потребления энергии, и в реальном времени дает оператору подсказки или сама ведет за него режим. ИИ-система постоянно оценивает большое количество параметров, моделирует текущий режим и оптимизирует его с учетом экономических предпосылок и технологических ограничений и требований. Таким образом позволяет максимизировать прибыль, учитывая все производственные ограничения. В настоящее время APC внедрена на более чем 50 производствах, RTO на 8 установках, в том числе для управления печами пиролиза. RTO «понимает», какая из марок полимеров наиболее оптимальна и экономически выгодна в данный момент, и дает сигнал APC для пересмотра режима работы установки.

**заказчик**

**СИБУР**

**эффекты**

Экономия 1,5 млрд руб. за счёт продаж более маржинальных марок полимеров, контроля качества и потребления энергии

Выработка наиболее прибыльной на рынке продукции, более гибкое реагирование на конъюнктуру рынка

Экономия энергоресурсов (пар, топливный газ)



### Система управления эффективностью на производстве ЭКОНС






**процессы**

Производство, управление данными

**модельная практика**

Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологий**

 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**

**Сибур** 

**Цифровой**

**проблема**

Базовые системы, которые управляют производством и технологическими процессами, не отражают связи с экономикой производства. Операторы не могут достаточно быстро распознавать и обрабатывать все сигналы об изменениях в технологическом режиме производства и оперативно его корректировать.

**решение**

Создание умного инструмента для визуализации технологических параметров, которые влияют на экономику производства, и для повышения экономической эффективности производственных решений в режиме реального времени. Ключевой элемент визуализации ЭКОНС – это спидометры, благодаря которым оператор понимает, в какой зоне находятся производственные показатели, важные для экономики предприятия – желтой, зеленой или красной – и при необходимости корректирует параметры технологического режима. В основе инструмента лежат точные математические модели разной сложности, разработанные с применением ИИ, которые формируют границы спидометров. Они работают в режиме реального времени, рассчитывают показатели и выводят их на мониторы операторов. Инструмент внедрен на 14 предприятиях.

**заказчик**

**СИБУР**

**эффекты**

Повышение выгоды до 6 млрд руб. в год благодаря более точному управлению технологическим процессом

Рост вовлеченности персонала благодаря пониманию экономики процессов

Снижение выбросов в атмосферу CO2 на 80 тыс. тонн (на примере Запсибнефтехим)

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Предиктивная система обслуживания оборудования







**процессы**

Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР)

**модельная практика**

Оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологии**

Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ),  
Обработка естественного языка

**поставщик**

**Сибур Цифровой**

**проблема**

Необходимость предотвращения простоев оборудования на предприятиях из-за отказов и долгих ремонтов и повышение коэффициента технологической готовности (КТГ). Сложности в поиске и подготовке квалифицированных диагностов для различных типов оборудования.

**решение**

Создание предиктивной системы обслуживания оборудования. Система автоматически собирает все необходимые параметры с наиболее критичных агрегатов, обрабатывает их с помощью математической модели и помогает понять состояние конкретного агрегата и на ранней стадии предотвратить возможную причину поломки. Следующим этапом является использование генеративного ИИ. В настоящее время в СИБУРе тестируется гипотеза по созданию Co-pilot инженера-диагноста специализированного оборудования на базе LLM модели GigaChat. ИИ-ассистент по текстовому описанию формирует гипотезы о возможных причинах аномалий в работе оборудования и дает рекомендации по устранению неисправностей.

**заказчик**

**СИБУР**

**эффекты**

Экономия 1,5 млрд руб. за 3 года

Сокращение упущенного маржинального дохода

Повышение коэффициента технологической готовности

---



### Система интеллектуальной видеоаналитики + «Черный экран»







**процессы**

Внутренний аудит и контроль, охрана и безопасность, управление данными

**модельная практика**

Управление технологическими процессами

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологии**

Компьютерное зрение, Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**

**Сибур Цифровой**

**проблема**

Наличие нескоординированной системы видеоаналитики на производственных площадках. Невозможность оперативного анализа полученных видеоматериалов и записей и выявления отклонений. Высокая загруженность операторов огромным потоком информации со всех камер сразу.

**решение**

Создание системы интеллектуальной видеоаналитики, которая при помощи ИИ объединяет весь парк камер в контуре компании в единую систему, проводит автоматический анализ видеопотока и тем самым помогает осуществлять постоянный контроль за оборудованием, продукцией и техникой безопасности. Встроенные средства ИИ могут без участия человека отличить отклонения в режиме работы на производственной площадке.

Система «Черный экран» – решение на базе видеоаналитики, позволяющее выводить камеры операторам только тогда, когда требуется их внимание. В случае, если что-то пошло не так и требуется внимание специалиста, ИИ выводит оператору изображение именно с проблемного участка, остальные же экраны в этот момент остаются черными. Такой подход повышает эффективность работы, избавляя людей от необходимости просмотра изображений с тысяч камер.

**заказчик**

**СИБУР**

**эффекты**

Увеличение доли «умных» камер видеонаблюдения в СИБУРе на более чем 70%

Экономия от 150 млн руб. в год

Предотвращение внештатных ситуаций

Повышение качества продукции и уровня ОТиПБ

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

### ИИ-эксперт для контроля производственных процессов (МАКАР)



**процессы**  
Внутренний аудит и контроль, охрана и безопасность

**модельная практика**  
Контроль качества сырья и готовой продукции; контроль промышленной безопасности и охрана труда

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)  
Компьютерное зрение





**поставщик**  
**Сибур Цифровой**

**заказчик**  
**СИБУР**

**проблема**  
Необходимость дополнительного контроля за производством и периодическими работами, сложность реализации контролируемых мероприятий. Высокие расходы на организацию стационарного наблюдения, отрыв сотрудников от основной деятельности на контролируемые мероприятия.

**решение**  
Создание «Мобильного автоматизированного комплекса аудита работ» (МАКАР) в рамках системы интеллектуального видеонаблюдения (ИВН). Камера оперативно размещается в зоне контроля и осуществляет видеонаблюдение с применением ИИ за качеством работ и уровнем безопасности сотрудников. Система работает на базе технологии компьютерного зрения и микрокомпьютера с 4G модемом. Встроенный микрокомпьютер производит все необходимые вычисления прямо на месте. Это позволяет максимально быстро передавать информацию на сервер видеоналиктики, результаты подсчета отражать на дашбордах и оперативно уведомлять в случае выявления отклонений.

**эффекты**

- Экономия 75 млн руб. за 2023 год
- Сокращение срока проведения работ в среднем на 15%
- Повышение уровня ОТиПБ и снижение частоты травматизма (LTIФ)

### Рекомендательная система оптимизации режимов производства аммиака на основе моделей машинного обучения (ML-моделей)



**процессы**  
Производство, управление данными

**модельная практика**  
Управление технологическими процессами

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
Интеллектуальные системы поддержки принятия решения (ИППР)





**поставщик**  
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЛАТФОРМЫ

**заказчик**  
**ЕВРОХИМ**

**проблема**  
Потребность в увеличении выработки аммиака и снижении себестоимости его производства. Большая часть себестоимости – природный газ, который используется в качестве сырья и топлива. По предварительной оценке выявлены возможности для улучшения в виде увеличения выработки аммиака на 1,5% и снижения удельного потребления природного газа на 0,7-2%. Помимо экономических задач необходимо также учесть задачи обеспечения надежности работы оборудования и внешние факторы, оказывающие влияние на процесс выработки аммиака, в том числе погодные условия.

**решение**  
Рекомендательная система для производства аммиака на НАК «Азот» стала первым цифровым инструментом для определения оптимальных режимов производства аммиака в химической отрасли. Рекомендательная система использует набор данных от производственных КИП, поточных хроматографов и разработанных ML-моделей, в т.ч. виртуальных анализаторов в режиме реального времени. На основе данных, которые ежеминутно приходят более чем с 250 приборов, контролирующего технологический процесс, осуществляется расчет комплексом ML-моделей и определение оптимальных значений для текущего состояния цеха. Полученные результаты обрабатываются глобальным оптимизатором, после чего выдаются рекомендации на интерфейс оператора. Система способна прогнозировать основные процессы производственной цепи, основываясь на исторических данных. Она позволяет вести процесс производства аммиака на разных этапах в оптимальных значениях с точки зрения эффективного использования сырья и увеличения выработки целевого продукта. Благодаря интеграции решения в единую информационную среду предприятия (цифровую платформу) можно в режиме реального времени удаленно контролировать работу системы и мониторить производственные процессы, а также своевременно реагировать на изменения. Благодаря гибким и универсальным инструментам, использованным при разработке рекомендательной системы для производства аммиака, применимость данного решения не ограничивается спецификой выпускаемого продукта или используемого оборудования. Это позволяет адаптировать инструмент под широкий профиль производственных цепочек. Стек технологий: MLflow, InfluxDB, Grafana, Airflow, NiFi, Kafka, MinIO, PostgreSQL, ClickHouse, Vault, Keycloak, Flux, Spark, Ansible, Terraform Modules, K3S.

**эффекты**

- Увеличение выработки аммиака на 1,53% или 25 тонн/сут
- Сокращение на 2% или 20 м<sup>3</sup> на тонну продукции удельного потребления природного газа, составляющего 90% переменных затрат в производстве аммиака
- Экономия 80 – 100 млн рублей в год по каждому объекту внедрения
- Повышение надежности оборудования. Снижение выбросов CO<sub>2</sub> за счет снижения расхода природного газа на горение

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### ПАК «Минералогия»







#### процессы

Производство, управление данными, управление качеством

#### модельная практика

Управление технологическими процессами

#### стадия

Пилот

#### тип технологии

 Компьютерное зрение

#### поставщик



#### проблема

Трудоемкий и длительный процесс получения данных из рудника для расчета качественных показателей руды. Отсутствует возможность оперативно оценить качество руды с каждого участка горных работ, как следствие, отклонения от оптимального режима извлечения полезного компонента на фабрике, влекущие увеличенный расход энергоресурсов и потери по извлечению.

#### решение

ПАК «Минералогия» – аналитическое приложение для мобильного телефона, которое по изображению поверхности горной выработки определяет качественный и количественный состав пород. Является заменой ручных операций геолога по зарисовке структуры пород и расчету содержания полезного компонента в выработке. Значительно ускоряет процесс сбора, обработки, накопления и представления данных по качеству добываемой руды, что позволяет принимать оперативные решения для повышения доли извлечения полезного компонента. С использованием ПАК «Минералогия» сотрудник на комбайновом комплексе может собрать геологические данные, передать их по беспроводной сети на поверхность для анализа геологом. Геолог принимает решение о внесении корректировок в положение комбайна с целью добычи руды оптимального качества. Использование технологий компьютерного зрения и машинного обучения в комплексе с вычислительными алгоритмами позволяет оцифровывать опыт сотрудников. Разработанное техническое решение может применяться для аналогичных по составу пород промышленных объектов. Комплекс технологий может быть использован для создания новых отраслевых решений по анализу горных пород или иных поверхностей.

#### заказчик



#### эффекты

- Уменьшение затрат времени геолога на подготовку первичной документации на 30%
- Суммарная экономия 300 млн рублей от группы инициатив по сквозному мониторингу рудопотока, куда входит данный проект
- Возможность оперативной корректировки проходки комбайна при ведении подготовительных горных работ за счёт оперативного анализа данных о
- Повышение доли извлечения полезного компонента и снижение затрат на переработку



### Автоматизированный контроль состояния конвейерных лент







#### процессы

Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР)

#### модельная практика

Оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания; использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности

#### стадия

Промышленная эксплуатация

#### тип технологии

 Компьютерное зрение

#### поставщик



#### проблема

Несвоевременные выявления неисправности оборудования (конвейерных лент) и, как следствие, высокие затраты на ремонт, а также простои в производстве и рост себестоимости конечной продукции.

#### решение

Решение представляет собой систему видеоаналитики, построенную на основе нейросетевой системы. В её функционал входит: отслеживание состояния ленты на всех конвейерах, формирование индивидуальных отчетов по каждой ленте и по каждому стыку, выявление критического износа или повреждения и отправление оперативных уведомлений мастеру для назначения ремонтов. Благодаря данному решению конвейер работает непрерывно, без остановки на ежесуточный осмотр, сокращается время пересменки рабочих. Данные в системе синхронизируются с информацией о проведенных ремонтах, ИИ прогнозирует износ ленты. Заранее назначаются новые планово-предупредительные работы.

#### заказчик



#### эффекты

- Повышение уровня достоверности данных контроля ленты с 50-75% до 100%

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

### Система предиктивной диагностики электродвигателей









<b>процессы</b> Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР)	<b>модельная практика</b> Управление технологическими процессами; оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания	<b>стадия</b> Пилот	<b>тип технологии</b>  Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)
---	---	------------------------	---

**поставщик**

NDA

**заказчик**

NDA

**проблема**

Непредвиденные поломки оборудования и, как следствие, простои в производственном процессе, что приводит к росту себестоимости и снижению производительности предприятия.

**решение**

Решение представляет собой, с одной стороны, систему беспроводных датчиков, измеряющих электромагнитное поле электродвигателей и их вибрацию, с другой стороны, систему на основе ИИ, работа которой заключается в быстром и точном определении наличия и типа неисправностей по полученным данным и заблаговременного прогнозирования возможных дефектов составных частей электродвигателя. Диагностика оборудования и прогнозирование неисправностей позволяют перевести техническое обслуживание и ремонт электромеханического оборудования из режима плановых ремонтов на обслуживание по состоянию, что существенно снижает затраты на его содержание.

**эффекты**

Рост производительности на 2%	Экономия на ремонте оборудования в месяц до 200 тыс. руб.	Уменьшение расходов на обслуживающий персонал на 17,5%	
-------------------------------	---	--	--

### Уход от рутинных операций при работе с документами с помощью ИИ









<b>процессы</b> Делопроизводство и документооборот, бухгалтерский учёт	<b>модельная практика</b> Управление технологическими процессами; применение генеративного дизайна для проектирования и испытаний продукции	<b>стадия</b> Промышленная эксплуатация	<b>тип технологии</b>  Компьютерное зрение,  Обработка естественного языка
---	--	--	--

**поставщик**



**заказчик**

NDA

**проблема**

Отсутствие единой платформы электронного документооборота для всех предприятий группы замедляет коммуникацию, увеличивает количество рутинных операций и не защищает от человеческих ошибок.

**решение**

Внедрённая система с набором интеллектуальных нейросетевых сервисов Directum Ario выполняет функцию занесения в ЕСМ/ВРМ-систему и обработку первичных учетных документов (счета-фактуры, корректирующие счета-фактуры, накладные ТОРГ-12, универсальные передаточные документы).

В проекте был использован машинно-обучаемый сервис DIRECTUM Ario, позволяющий с высокой точностью извлечь данные из скан-образов документов (номер и дату документа, адресат, корреспондент, подписант, тема и т.д.), соотнести их с данными в базе и по построенным правилам классифицировать документ – определить вид входящего письма, дело, журнал регистрации.

**эффекты**

Сократили время обработки документа в 3 раза			
--	--	--	--

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Система видеоинспекции поверхности (СИП)

₽

₽

₽

⌚

⌚

⌚



**процессы**  
Производство

**модельная практика**  
Контроль качества сырья и готовой продукции

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологий**  
 Компьютерное зрение  
 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**



ООО «Лаборатория измерительных систем»  
(входит в ПАО «Северсталь»)

**проблема**

Ручная аттестация продукции является узким местом в производительности и качестве аттестации, велик риск пропуска критичных дефектов и отгрузки некачественной продукции клиенту.

**решение**

Ядром системы видеоинспекции полосы металла является нейросеть с добавленной логикой постпроцессинга данных, которая позволяет детектировать и классифицировать более 40 классов дефектов (минимальный размер 0.25x0.25 мм). Видеоинспекция производится не более 90 секунд, что позволяет проводить аттестацию продукции на цветных фотографиях с двух сторон полосы металла и сразу после прокатки. Система включает функцию обратной связи от пользователя (Human-in-the-loop), что позволяет проводить дообучение модели.

Решение также включает в себя алгоритм определения периодических дефектов и источника их возникновения в технологическом оборудовании. Это позволяет быстро реагировать на критические дефекты, останавливая агрегат и устраняя причину проблемы.

Внедрение СИП позволило отказаться от импортных систем аттестации, показав при сравнении на 244% больше настоящих дефектов, на 11% меньше ложных дефектов и на 80% меньше пропущенных настоящих дефектов.

**заказчик**



**эффекты**

Снижение претензий от 50% до 80% по отдельным классам дефектов

Увеличение общей производительности линии на 3%

Увеличение доли высокомаржинальной продукции на 15%



### Автоматизация заводской компрессии

₽

₽

₽

⌚

⌚

⌚



**процессы**  
Производство

**модельная практика**  
Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологий**  
 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**



ООО «Северсталь Диджитал»

**проблема**

Давление на выходе из компрессора задавалось оператором вручную и не всегда оптимальным образом, что приводило к просадкам и потерям электроэнергии.

**решение**

Модель учитывает данные по объему воздуха и потреблению электроэнергии, а также производит рекомендацию по оптимальному распределению загрузки агрегатов. Кроме того, модель позволяет динамически задавать технологические ограничения, например, среди каких компрессоров распределять энергопотребление или какие диапазоны потребления допустимы для каждого компрессора.

В основе решения лежит модель на основе алгоритма машинного обучения с двойной очисткой от смещения, которая ежеминутно диагностирует текущее состояние: оценивает фактическое давление на выходе участка воздушной компрессии и прогнозирует давление на трех ключевых потребителях. Управляющее воздействие от модели осуществляется посредством ежеминутной передачи сигнала от модели на регулятор давления на выходе участка воздушной компрессии для изменения уставки давления.

**заказчик**



**эффекты**

Экономия электроэнергии на 1,5%

Экономия за время пилотных испытаний (3 месяца) составила 900 000 кВтч

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Система определения материала на конвейерах






<b>процессы</b> Производство	<b>модельная практика</b> Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности	<b>стадия</b> Промышленная эксплуатация	<b>тип технологии</b>  Компьютерное зрение
---------------------------------	--	--	--

**поставщик**



ООО «Северсталь Диджитал»

**проблема**

В процессе подачи материалов на конвейер могут возникать ошибки, что приводит к смешению и перерасходу материалов. Неправильная подача материалов в доменную печь ведет к повышенному расходу кокса при плавке чугуна.

**решение**

Модель компьютерного зрения определяет вид материала на конвейере, который подается из накопительных бункеров. Производится сравнение плана подачи с фактом, в случае обнаружения смешивания производит оповещение оператора выводом сигнала в пользовательский интерфейс и рассылкой на электронную почту. Внедрение решения позволило повысить стабильность технологического процесса, сократить потери.

**заказчик**



**эффекты**

Экономия от предотвращения смешиваний составила 6,2 млн рублей			
--	--	--	--



### Интеллектуальная система управления темпом выдачи слябов






<b>процессы</b> Производство	<b>модельная практика</b> Управление технологическими процессами	<b>стадия</b> Промышленная эксплуатация	<b>тип технологии</b>  Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)
---------------------------------	---	--	---

**поставщик**



ООО «Северсталь Диджитал»

**проблема**

Ручное вычисление оператором необходимого времени извлечения сляба приводило к периодическому возникновению непродуктивных пауз в прокатке, что снижало производительность агрегата.

**решение**

«Автотемп 2.0» – программный комплекс на базе машинного обучения по управлению темпом прокатки и выдачей слябов из печей внедрен на стане 2000 Череповецкого металлургического комбината. Модель машинного обучения рассчитывает темп (время, оставшееся до выдачи сляба) для каждой печи таким образом, чтобы минимизировать паузу между слябами при условии обеспечения штатного технологического процесса их нагрева и выдачи. Модель управления временем выдачи регулярно обрабатывает данные о параметрах слябов, печей и технологического процесса, на основании которых рассчитывает оптимальное время выдачи слябов. Для пользователей доступны оперативные данные о ближайших слябах на выдачу (с таймером обратного отсчета до начала выдачи), данные о плановом темпе и времени выдачи для слябов в очереди на выдачу, данные о параметрах технологического процесса, а также есть возможность изменять доступные параметры на постах управления. Кроме того, решение интегрировано с моделью нагрева металла, что позволяет улучшить параметры энергоэффективности участка нагревательных печей и качество нагрева сляба.

**заказчик**



**эффекты**

Экономия времени прокатки за счет оптимизации пауз за три месяца работы решения составила 27 часов	Экономия 184,5 млн. руб. за 2023 г	Увеличение на 5,5 тыс. тонн металлопроката ежемесячно	
--	------------------------------------	---	--

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Цифровой двойник агрегата непрерывного горячего цинкования






<b>процессы</b> Производство	<b>модельная практика</b> Управление технологическими процессами	<b>стадия</b> Промышленная эксплуатация	<b>тип технологии</b>  Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)
---------------------------------	---	--	---

**поставщик**



ООО «Северсталь Диджитал»

**проблема**

Ранее оператор вручную управлял скоростью полосы и параметрами печи термохимического отжига. При этом, для верного определения скорости оператору было необходимо контролировать несколько десятков параметров, в том числе с определением их состояния в будущем что, учитывая значительную инерционность некоторых параметров, представляется сложной задачей.

**решение**

Цифровой двойник агрегата (модель «Ангелина») для оптимального управления процессом цинкования учитывает более 50 параметров технологического процесса: текущая скорость средней части агрегата, толщина и ширина металла, марка стали, толщина цинкового покрытия, температуры атмосферы и футеровки в зонах печи, загрузка печи, точка росы и другие показатели. Если все показатели находятся в допустимых значениях, модель в автомате увеличивает скорость агрегата. Шаг увеличения скорости зависит от оценки общего потенциала ускорения. Также проработаны защитные механизмы, когда модель снижает скорость полосы с целью недопущения производства несоответствующей продукции по причине выхода температуры полосы ниже минимальных значений. В том числе учитывает переходы между разными марками стали. Цифровой двойник не только существенно ускоряет производительность агрегата, но и повышает комфорт работы операторов, передавая часть рутинных операций от оператора к модели.

**заказчик**



**эффекты**

Экономический эффект за время эксплуатации решения составил более 100 млн рублей	Производительность агрегата непрерывного горячего цинкования АНГЦ-4 за время пилота (3 месяца увеличилась на 3,4%)	Повышение производительности труда за счет передачи рутинных операций от оператора к модели	
--	--	---	--



### Интеллектуальная система управления процессом окомкования железорудных окатышей






<b>процессы</b> Производство	<b>модельная практика</b> Управление технологическими процессами	<b>стадия</b> Промышленная эксплуатация	<b>тип технологии</b>  Компьютерное зрение  Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)
---------------------------------	---	--	--

**поставщик**



ООО «Северсталь Диджитал»

**проблема**

Управление процессом окомкования осуществляется оператором вручную на основании лабораторных проб, которые производятся раз в несколько часов, а по некоторым параметрам раз в сутки. Оперативный контроль гранулометрического состава окатышей производится визуально с высоты нескольких метров, что приводит к некачественному контролю и к невозможности своевременно реагировать на изменившиеся характеристики сырья.

**решение**

Был создан комплекс моделей машинного обучения для автоматического управления процессом окомкования. Модели машинного обучения автоматически управляют скоростью вращения окомкователя и дозировкой бентонита, выдает рекомендации по дозировке железорудного концентрата, что позволяет повысить производительность агрегата с сохранением качества продукции, либо увеличить процент класса при сохранении производительности. На основе анализа изображений с камер с высоким разрешением модель компьютерного зрения определяет влажность и гранулометрический состав сырых окатышей. Нейронная сеть точно определяет контур и размеры окатышей, в том числе те, которые частично скрыты под первым слоем окатышей. Система компьютерного зрения осуществляет непрерывный мониторинг и обеспечивает поток информации в систему управления линией окомкования, что позволяет автоматически управлять и оперативно реагировать на изменение параметров процесса окомкования. Помимо периодического переобучения модели под долгосрочные тренды, модель в онлайн-режиме подстраивается под различные возмущающие факторы и учитывает их для более точных предсказаний в режиме реального времени.

**заказчик**



**эффекты**

Увеличили процент целевого класса окатышей на 2,3% при сохранении производительности	Повысили производительность технологической линии на 11% относительно других линий с сохранением качества продукции		
--	---	--	--

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Система видеоинспекции поверхности (СИП) при производстве плоского проката

₽

⌚



<b>процессы</b> Производство	<b>модельная практика</b> Контроль качества сырья и готовой продукции	<b>стадия</b> Пилот	<b>тип технологий</b> <div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="font-size: 1em;">👁️</div> Компьютерное зрение                 <div style="font-size: 1em;">🧠</div> Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)             </div>
---------------------------------	--	------------------------	--

**поставщик**



ООО «Северсталь Диджитал»

**проблема**

В производственных процессах возникает необходимость в эффективном и точном контроле качества поверхности полосы металлопроката, чтобы своевременно выявлять и классифицировать различные дефекты, такие как плена, коррозия, механические повреждения и другие. Это невозможно обеспечить в ручном режиме на скоростях свыше 7 м/с.

**решение**

Автоматизированная система контроля качества поверхности полосы обеспечивает своевременное выявление и классификацию дефектов, таких как плена, коррозия, механические повреждения и другие.

Система позволяет оперативно определять годность продукции, в соответствии с правилами аттестации к переработке. Решение также включает в себя определение периодических дефектов и источника их возникновения в технологическом оборудовании. Это позволяет быстро определить и отреагировать на критические дефекты, а также устранить причину возникновения.

Применение нейросетевых алгоритмов компьютерного зрения для детекции, классификации производственных дефектов, определения их размеров, положения дефекта на продукции и соответствию/не соответствию продукции показателям годности.

**заказчик**



**эффекты**

Увеличение общей производительности линии на 3%	Увеличение доли высокомаржинальной продукции на 15%		
---	---	--	--



### Оптимизация процесса обезуглероживания

₽

⌚



<b>процессы</b> Производство, управление качеством	<b>модельная практика</b> Управление технологическим процессом	<b>стадия</b> Промышленная эксплуатация	<b>тип технологий</b> <div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="font-size: 1em;">💡</div> Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)             </div>
---	---	--	--

**поставщик**



**проблема**

Отсутствие оперативной информации о ходе процесса и текущей химии расплава. Высокая степень влияния человеческого фактора приводит к перерасходу материалов, энергоресурсов, снижению производительности и потери качества.

**решение**

Разработано решение Datana Mash – рекомендательная прогностическая и оптимизационная система.

В процессе вакуумирования Система в режиме реального времени с помощью физико-химических моделей и данных с газоанализаторов рассчитывает текущий и прогнозный процент содержания углерода в расплаве. При достижении целевого углерода Система выдает рекомендацию о прекращении вакуумирования сталевару.

**заказчик**



**эффекты**

Снижение времени вакуумирования стали на 3 минуты	Повышение качества продукции		
---	------------------------------	--	--

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

### Детектирование шлака в ходе выпуска металла









**процессы**  
Производство, управление качеством

**модельная практика**  
Управление технологическим процессом, контроль качества сырья и готовой продукции

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологий**  
 Компьютерное зрение

**поставщик**



**проблема**  
Управление процессом выпуска металла производится на основе визуальной оценки сталевара. Сталевар следит за струей металла через защитные очки и ориентируется на ее цвет, шум, искры. Качество металла в этом случае зависит от опыта сталевара, а условия процесса истечения не позволяют точно определить момент проникновения шлака даже опытному специалисту. Это приводит к тому, что вместе с металлом из печи в сталеразливочный ковш попадает шлак.

**решение**  
Решение «Datana Sense. Умный выпуск» позволяет проводить выпуск стали в автоматическом режиме полностью исключая человека. С помощью тепловизионного оборудования и искусственного интеллекта, которые заменяют опытный глаз сталевара, решение в режиме реального времени автоматически проводит анализ выпуска стали, детектирует шлак в потоке с точность 99,9%, прогнозирует появление шлака, рассчитывает тоннаж металла и шлака, попавшего в сталь-ковш, контролирует уровень наполнения сталь-ковша и завершает выпуск. В конечном счете решение позволяет освободить человека от ручного управления выпуском, переведя его в режим наблюдателя, и повысить качество исполнения.

**заказчик**  
Абинский электрометаллургический завод

**эффекты**

Снижение расхода ферросплавов и раскислителей до 10%

Снижение расхода электроэнергии на внепечном этапе до 5%

Повышение качества продукции

### Интеллектуальная система контроля средств индивидуальной защиты (СИЗ)









**процессы**  
Производство, управление качеством

**модельная практика**  
Контроль промышленной безопасности и охрана труда

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологий**  
 Компьютерное зрение, перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)

**поставщик**



**проблема**  
На опасных производствах нарушение правил использования СИЗ несет большие риски. Работники могут забывать о СИЗ, что увеличивает риск травм. Проверки не всегда эффективны, контролеры могут ошибаться. Отсутствие систематического сбора данных затрудняет анализ и осложняет расследования.

**решение**  
Разработана интеллектуальная система контроля средств индивидуальной защиты (СИЗ) с использованием средств видеоаналитики, которая: обеспечивает в режиме реального времени соблюдение правил ношения СИЗ (каска, очки, перчатки и т.д.) для защиты работников от потенциальных опасностей на производстве, собирает данные о соблюдении норм ношения СИЗ, позволяет анализировать статистику и выявлять проблемные зоны для дальнейшего улучшения условий труда, улучшает расследование инцидентов: в случае аварий система предоставляет точные данные о соблюдении требований ношения СИЗ, что облегчает расследование и определение ответственности, обеспечивает соответствие требованиям охраны труда и промышленной безопасности.

**заказчик**  
NDA

**эффекты**

Снижение уровня травматизма на 20–50%

Снижение расходов на компенсации: до 500 000 рублей на 1 случай

Снижение количества простоев и штрафов

Снижение затрат на обучение по соблюдению норм безопасности на 15–25%

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

### Приложение для подсчета листового материала



**процессы**  
Логистика, управление товарными запасами

**модельная практика**  
Управление технологическими процессами

**стадия**  
Промышленная эксплуатация, коммерциализация

**тип технологии**  
Компьютерное зрение

**поставщик**  
**СВЕЗА**

**заказчик**  
**СВЕЗА**

**проблема**  
Ручной подсчет количества листов в пачках может занимать значительное время. Также не исключается вероятность ошибки подсчета.

**решение**  
Мобильное приложение получает снимок пачки листов, обрабатывает его с помощью систем компьютерного зрения и выдает информацию о количестве листов стали и толщине каждого листа.  
  
Если среди листов стали обнаруживаются несоответствия по толщине, приложение подсвечивает такой лист. Утилита позволяет моментально определить количество листов стали в стопе, а также установить соответствие этих листов единой толщине.

**эффекты**

- Сокращение времени определения количества продукции вне зависимости от ее толщины и размера до нескольких секунд
- Увеличение точности подсчета количества листов до 100%
- Разработка приложения и обучение моделей заняла порядка 1 года
- Разработка проводилась с помощью внутренних экспертов, сегодня приложение продается на рынке России, цена лицензий варьируется от 250 – 600 тысяч рублей.

### Сканер автоматической сортировки шпона на базе ИИ и компьютерного зрения



**процессы**  
производство, управление данными

**модельная практика**  
Контроль качества сырья и готовой продукции; управление технологическими процессами

**стадия**  
Пилот

**тип технологии**  
Компьютерное зрение, Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ).

**поставщик**  
**Северсталь**  
ООО «Лаборатория измерительных систем» (входит в ПАО «Северсталь»).

**заказчик**  
NDA

**проблема**  
В производстве шпона часто возникают сложности с обеспечением эффективного контроля качества поверхности и точной сортировки. Ручной контроль не обеспечивает достаточную точность и эффективность, что приводит к увеличению количества дефектной продукции, снижению ее качества, росту операционных затрат и снижению производительности линии. Также существует необходимость в автоматизации измерений геометрических параметров и влажности шпона для обеспечения точности сортировки и повышения производительности.

**решение**  
Система автоматизации контроля и сортировки шпона оснащена камерами, осветителями и датчиками. Нейросетевая модель позволяет точно определить и классифицировать различные дефекты обработки и пороки древесины, измерять геометрию листов, собирать и передавать управляющие сигналы на агрегат сортировки.  
Система способна обеспечить более 90% точности сортировки шпона всех пород древесины и 100% контроль качества поверхности.  
Ключевые функции:  
- Автоматическая сортировка на основе данных о дефектах, геометрии и влажности.  
- Ведение статистики и хранение результатов контроля.  
- Самодиагностика системы и настройка критериев сортировки под требования производства.  
- Возможность обучения для распознавания новых дефектов.  
Это решение повышает точность, эффективность и производительность линии, минимизируя количество брака.

**эффекты**

- Повышение точности сортировки всех сортов древесины до 90%
- Улучшение контроля качества поверхности до 100%
- Увеличение скорости работы до 240 метров в минуту
- Увеличение сушильных мощностей до 15%

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Интеллектуальная система контроля качества гофрокартона






**процессы**  
производство

**модельная практика**  
Контроль качества сырья и готовой продукции

**стадия**  
Пилот

**тип технологий**

-  Компьютерное зрение,
-  Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ).

**поставщик**



ООО «Лаборатория измерительных систем»  
(входит в ПАО «Северсталь»).

**проблема**

90% производителей контролируют качество продукции вручную, что вызывает множество проблем:

- Частичная проверка продукции,
- Влияние человеческого фактора,
- Дефицит квалифицированных кадров,
- Интуитивный контроль параметров,
- Отсутствие аналитической базы данных.

В результате возникают дефекты, такие как коробление, дефекты склейки, нарушение плоского слоя и растрескивание, требующие мгновенного контроля качества в режиме реального времени.

**решение**

Решение обеспечивает систему контроля температуры и влажности, позволяет управлять увлажнительными балками и измерять геометрию гофрокартона для контроля коробления. Решение позволяет значительно повысить качество продукции и снизить внутренние издержки. Система использует ИИ для выявления таких дефектов, как коробление, дефекты склейки, нарушение плоского слоя и растрескивание. Это обеспечивает высокую точность и скорость обнаружения дефектов, повышая качество продукции и снижая затраты на контроль качества.

**заказчик**



**эффекты**

Снижение объема брака по причине коробления на гофроагрегате на 40%

Снижение рекламации от клиентов и риска потери объемов продаж на 90%

Повышение производительности перерабатывающей линии на 10%



### Подсчет продукции, контроль погрузки






**процессы**  
Производство, управление данными, логистика

**модельная практика**  
Управление технологическими процессами, оптимизация логистических цепочек

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологий**

-  Компьютерное зрение

**поставщик**



ПАО «Вымпелком» (билайн Big Data & AI)

**проблема**

Потеря времени при погрузке рулонов на ручной подсчет, фиксирование на бумаге и перенос информации в компьютер. Присутствие человеческого фактора, что приводит к расхождению в зафиксированном и фактическом количестве отгруженной продукции.

**решение**

Модели видеоаналитики:

1. Размещение в контуре клиента,
2. Модель распознавания ГРЗ для детекции машины и фиксации какой машины сколько продукции увезла,
3. Модель подсчета для детекции погрузчика, определения с продукцией или без, подсчета загружаемой продукции (рулоны бумаги, поддон с картоном) в машину,
4. По результатам формируется аналитика, которую заказчик забирает онлайн из ЛК по запросу,
5. Точность модели по ГРЗ – более 95%, точность модели детекции – 98%.

**заказчик**



**эффекты**

Сокращение времени погрузки одной машины на ~ 10%

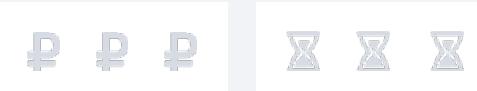
Уменьшение количества ошибок при подсчете продукции на 72%

Повышение прозрачности оперативных отчетов

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Робот, с помощью компьютерного зрения осуществляющий сортировку мусора для вторичной переработки





**процессы**  
Административно-хозяйственное обеспечение (АХО)

**модельная практика**  
Охрана окружающей среды, экология, ESG

**стадия**  
Собственная разработка

**тип технологии**  
 Компьютерное зрение

**поставщик**

NDA

**проблема**  
Высокие затраты и низкая скорость ручного процесса сортировки отходов, сложность в самостоятельном определении типов пластика.

**решение**  
Робот со встроенным искусственным интеллектом, обученным на нескольких десятках тысяч фотографий, позволяет сортировать подходящий для вторичной переработки мусор и различать в том числе сильно смятые и запачканные объекты на ленте конвейера. Ориентируясь на данные с камер, робот поднимает и складывает нужный вид мусора в отдельные предназначенные для него контейнеры. Система может распознавать разнообразные типы отходов: бытовой пластик и упаковки автомобильных масел, банки.

**заказчик**

NDA

**эффекты**

Повышение прибыли от отобранных роботом фракций до 400–800 тыс руб/мес

Увеличение скорости сортировки объектов на ленте до 130 шт/мин

Увеличение точности выявления необходимого типа пластика до 95%

Повышение производительности сортировки на 5%



### ИИ для обработки 6500 писем и документов в месяц





**процессы**  
Делопроизводство и документооборот, бухгалтерский учёт

**модельная практика**  
Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
 Компьютерное зрение,  
 Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)

**поставщик**



**проблема**  
Делопроизводители и секретари сталкивались с огромным объемом рутинной работы, так как поток входящей корреспонденции и первичной документации в компании составляет порядка 6500 экземпляров в месяц. Из-за "замыленности взгляда" сотрудников, нередко встречались ошибки при обработке корреспонденции.

**решение**  
Разработанные ИИ-сервисы извлекают из первичных документов значимые реквизиты: номер, дату, наименование организации, договор, суммы, номер и дату платежного документа, поставщика, номер закупки, страну происхождения, страну предоставления, отправителя, получателя, номер счета-фактуры, описание товара. Карточки документов автоматически заполняются извлеченными фактами, после чего сотрудники проверяют результат. Интеллектуальные сервисы Directum классифицируют 24 вида документа. Распознавание реквизитов настроено для 8 из них: товарная накладная, универсальный передаточный документ, счет-фактура, акт выполненных работ, счет на оплату, товарно-транспортная накладная, приходный ордер, сертификат происхождения.

**заказчик**

NDA

**эффекты**

Сокращение времени обработки документов в 3 раза

Увеличение количества документов, не требующих верификации сотрудником, до 100%

Ускорение подготовки документов для гос. органов (ФНС, ПФР, внебюджетных фондов и пр.) и внутренних контролеров с 3 дней до 2 мин

Вызвобождение 22 часов в месяц у сотрудников бухгалтерии от рутинных операций

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

### Центр управления производством на базе искусственного интеллекта

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚

**процессы**  
Производство

**модельная практика**  
Управление технологическими процессами

**стадия**  
Пилот

**тип технологий**  
 Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)

**поставщик**

**проблема**

Ручной сбор и координация данных в рамках процесса производства, ведущие к высоким затратам на обработку производственных задач, потере информации, отсутствию оперативной информации и как следствие, потерям в эффективности процесса производства и производительности на предприятии.

**решение**

Программно-аппаратный комплекс для управления производственным процессом посредством автоматизации интерпретации чертежей производимых изделий. Программное обеспечение по чертежу восстанавливает структуру производимых изделий, определяет последовательность технологических операций, автоматически создаёт производственные задачи в привязке к конкретным элементам и распределяет их между цехами, учитывая при этом связность и последовательность операций.

Это позволяет:

- избавиться от проблем координации выполняемых операций;
- оптимизировать порядок выполнения и загрузку;
- отслеживать этапы выполнения задач;
- автоматизировать мониторинг производительности отдельных участков и персонала.

**заказчик**

**эффекты**

Увеличение производительности труда на 20%

Увеличение выпуска готовой продукции на 15%

Экономия на ФОТ, т.к. увеличение выпуска продукции не влечет необходимости увеличения штата

Сокращение времени простоя оборудования

### Подсчёт готовой продукции на конвейере

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚

**процессы**  
Производство, управление данными

**модельная практика**  
Управление технологическими процессами

**стадия**  
Пилот

**тип технологий**  
 Компьютерное зрение

**поставщик**

ПАО «Вымпелком»  
(билайн Big Data & AI)

**проблема**

Отсутствие полного понимания, сколько какого типа продукции было изготовлено и отгружено без применения систем подсчёта при движении 25 различных наименований по общему конвейеру. Считать руками трудозатратно и велик риск ошибок.

**решение**

Уникальная модель видеоаналитики, которая распознает, типизирует (кружка, крышка, мантоварка, бидон, тарелка) и подсчитывает разные типы продукции во время движения по конвейеру. Точность модели 99%.

**заказчик**

**эффекты**

Повышение точности распознавания до 99%

Минимизация рисков совершения ошибок

Улучшение процесса учета продукции и планирования производства

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



**Интеллектуальная система анализа отзывов  
«Наполеон отзывы»**

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



<p><b>процессы</b></p> <p>Производство, охрана и безопасность</p>	<p><b>модельная практика</b></p> <p>Контроль качества сырья и готовой продукции, прогнозирование спроса</p>	<p><b>стадия</b></p> <p>Промышленная эксплуатация</p>	<p><b>тип технологии</b></p> <p>Обработка естественного языка Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)</p>	
---	---	---	---	--

**поставщик**



**NAPOLEON IT**

**проблема**

Большое количество товаров производителя на различных торговых площадках делает невозможным ручную обработку обратной связи от потребителей.

Это в свою очередь затрудняет построение полноценной аналитики и приводит к запоздавшей реакции на изменения рынка.

**решение**

На предприятии внедрена интеллектуальная система анализа отзывов «Наполеон отзывы», которая: Обеспечивает мониторинг потребительского фидбека для товарных линеек производимой продукции.

Предоставляет персонализированные отчёты, выявляющие негативные и позитивные тренды по всем товарам в представленных линейках ассортимента с необходимыми метриками (например, качество продукции, сроки доставки, потребительские свойства и др.) и понятной инфографикой.

Позволяет за несколько часов выявлять точки роста в ключевых категориях производимой компанией продукции.

**заказчик**



**NDA**

**эффекты**

Новый подход к повышению продаж	Повышение качества продукции на основе анализа отзывов	Оперативные и качественные ответы на отзывы покупателей	Улучшение качества взаимодействия с потребителями
---------------------------------	--	---	---



**Входной контроль деталей с применением инструментов искусственного интеллекта на базе программной платформы ИКСАР**

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



<p><b>процессы</b></p> <p>Делопроизводство и документооборот, закупка сырья</p>	<p><b>модельная практика</b></p> <p>Контроль качества сырья и готовой продукции; помощь в управлении персоналом: найм, развитие, карьерный рост; управление бизнес-процессами с помощью больших языковых моделей (LLM технологии)</p>	<p><b>стадия</b></p> <p>Пилот</p>	<p><b>тип технологии</b></p> <p>Компьютерное зрение, Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ).</p>	
---	---	-----------------------------------	---	--

**поставщик**



**ИКСАР**

**проблема**

Традиционный процесс входного контроля материально-технических ресурсов (МТР), осуществляемый инспекторами, требует значительных временных затрат и подвержен человеческому фактору. Инспекторы вынуждены вручную проверять документы, фиксировать результаты проверок, а также проводить фото- и видеофиксацию для документирования. Такой подход увеличивает риск ошибок, задержек и снижает эффективность контроля качества.

**решение**

Решение на основе искусственного интеллекта (ИИ) и технологий дополненной реальности (AR) значительно ускоряет и улучшает процесс входного контроля МТР, делая его более точным и удобным для инспекторов. AR-очки выводят на экран последовательные инструкции и задачи, позволяя инспекторам проверять каждую характеристику МТР по заданному плану. AR-очки также поддерживают фото- и видеофиксацию объектов и документов, а встроенное голосовое управление позволяет инспекторам диктовать результаты осмотра, которые автоматически преобразуются в текст и сохраняются в цифровом отчёте. Во время фотофиксации обученная модель искусственного интеллекта анализирует объект входного контроля и сообщает инспектору о возможных дефектах. Специалист проверяет и подтверждает дефекты на основе чек-листа, настроенного в системе. Решение также позволяет сканировать важные фрагменты бумажных документов, таких как технических паспортов и сертификатов соответствия, автоматически проверять и сохранять их в цифровом формате, исключая ручной ввод. Всё это ускоряет процесс заполнения отчётов, освобождает руки инспекторов для других задач, а все данные автоматически передаются в центральную систему для формирования акта входного контроля.

**заказчик**



**NDA**

**эффекты**

Повышение точности проверок на 5-15%	Ускорение процесса контроля данных на 20-30%	Сокращение времени документооборота на ~20%	Увеличение производительности на 15-25%
--------------------------------------	--	---	---

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Интеллектуальная система поддержки принятия решений при планировании промышленных бизнес-процессов






**процессы**

Бизнес-планирование, логистика, производство

**модельная практика**

Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности; Управление бизнес-процессами с помощью больших языковых моделей (LLM технологии)

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологии**

 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**



**проблема**

Построение эффективных бизнес-процессов без обладания видением общей картины и пониманием закономерностей ретроспективных данных затруднительно. Сам процесс планирования очень трудоёмок, возможны ошибки в планировании, в том числе из-за человеческого фактора.

**решение**

Решение предназначено для оптимизации планирования промышленных бизнес-процессов на больших временных горизонтах в условиях неопределенности и неполноты данных.

Решение представляет из себя клиент-серверное приложение с веб-интерфейсом, позволяющее автоматизировать выбор стратегии и тактики планирования с помощью нейросетевого анализа корпоративного опыта на ретроспективных данных. Решение позволяет на основе проектно-технологической документации с учетом опыта компании выделить основные категории работ и требования к их исполнению, а после – быстро построить эффективные планы под различные критерии качества, обеспечить их объяснимость и валидацию.

**заказчик**



**эффекты**

Повышение эффективности планов до 30%

Сокращение трудозатрат по планированию в 16–20 раз

Увеличение учтенных в плане работ до 100 тысяч и исполнителей – до 1 тысячи

Возможность быстрого переформатирования планов на любом этапе исполнения

---



### Система интеллектуальной поддержки проектирования и эксплуатации промышленных объектов и сооружений в Арктике






**процессы**

Логистика, производство, бизнес-планирование

**модельная практика**

Применение генеративного дизайна для проектирования и испытаний продукции

**стадия**

Пилот

**тип технологии**

 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР),

 Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)

**поставщик**



**проблема**

Ручной анализ и создание мастер-планов по устройству и развитию территорий, особенно в экстремальных условиях, требует существенных компетенций и временных затрат. Особенно это важно для промышленных и транспортных сооружений, использующих морской шельф Арктики.

**решение**

Решение предназначено для концептуального проектирования портовых промышленно-логистических комплексов в Арктической зоне методами генеративного дизайна с целью оценки потенциала развития территории и выбора базовых технических и архитектурных решений.

Решение представляет из себя клиент-серверное приложение с «толстым» клиентом для 3D визуализации. Приложение с помощью ИИ-систем обеспечивает быструю генерацию множества альтернативных сценариев (цифровых моделей) развития территории(-й) исходя из различных входных данных и условий. При этом автоматически учитываются оперативные и экстремальные характеристики внешней среды при проектировании (температура, ветер, волнение, ледовые характеристики).

Также приложение позволяет оптимизировать проектные решения с учетом ограничений нормативной базы, принятой в заданном регионе.

**инициатор\***



**эффекты**

Сокращение стадии концептуального проектирования до 10 раз

Сокращение стоимости строительства на 5–8% за счет корректного учета климатических условий

\*Проект выполнен за счет бюджетных средств в интересах инициатора решения

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



**Распределенная инструментальная платформа разработки и сопровождения цифровых объектов искусственного интеллекта на основе больших данных**

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



<p><b>процессы</b></p> <p>Управление данными, управление информационно-коммуникационной инфраструктурой,</p>	<p><b>модельная практика</b></p> <p>Управление технологическими процессами; оптимизация логистических цепочек</p>	<p><b>стадия</b></p> <p>Промышленная эксплуатация</p>	<p><b>тип технологии</b></p> <p> Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)</p>
<p><b>поставщик</b></p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p><b>проблема</b></p> <p>Создание моделей ИИ – сложный процесс, основанный на исследовании и проверке множества рабочих гипотез. При низком уровне организации таких проектов и нерациональном использовании информационных и вычислительных ресурсов время обучения и энергопотребление значительно увеличиваются, а вероятность фатальных ошибок – возрастает.</p>	<p><b>решение</b></p> <p>Решение предназначено для обеспечения полного жизненного цикла проектов по созданию моделей машинного обучения на основе больших данных: позволяет эффективно организовывать рабочее пространство, управлять процессами разработки и обучения моделей, а также использованием распределенных вычислительных ресурсов различных архитектур.</p> <p>Решение представляет из себя облачный сервис для сопровождения проектов с гибкой ролевой моделью и организованным пространством поверх распределенной вычислительной инфраструктуры разработки и обучения моделей. Обеспечивается эффективное управление ресурсами распределенных вычислений с использованием «горячей» контейнеризации. Для оптимизации процесса используется эффективное хранение и препроцессинг распределенных массивов больших данных, учитывающие их структурную и семантическую специфику.</p>	
<p><b>заказчик</b></p> <div style="text-align: center;">  </div>			
<p><b>эффекты</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #1a2b3c; color: white;">Снижение сроков разработки до 20%</div> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #1a2b3c; color: white;">Повышение эффективности использования распределенных вычислительных ресурсов в 1,5-2 раза</div> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #1a2b3c; color: white;">Увеличение числа работ в плане до 100 тысяч, увеличение числа исполнителей до 1 тысячи</div> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #1a2b3c; color: white;">Возможность быстрого переформатирования планов на любом этапе исполнения</div> </div>			



**Акела: виртуальный экспертный совет**

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



<p><b>процессы</b></p> <p>Управление данными, внутренний аудит и контроль</p>	<p><b>модельная практика</b></p> <p>Помощь в управлении персоналом: найм, развитие, карьерный рост, Управление бизнес-процессами с помощью больших языковых моделей (LLM технологии)</p>	<p><b>стадия</b></p> <p>Пилот</p>	<p><b>тип технологии</b></p> <p>  Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ) Обработка естественного языка Распознавание и синтез речи</p>
<p><b>поставщик</b></p> <div style="text-align: center;">  <p>ООО «ТатИТнефть».</p> </div>	<p><b>проблема</b></p> <p>Тысячи терабайт оцифрованного опыта Компании требуют особой организации для оперативного использования. Необходимость в создании цифрового ассистента имеющего возможность выступить в качестве профильного специалиста в решении возникающих вопросов. Недостаточная аргументация ответов на возникающие вопросы при наличии актуальных документов и данных в системах управления.</p>	<p><b>решение</b></p> <p>Решение позволило сотрудникам Компании иметь виртуального ассистента, одновременно способного выполнять роли различных экспертов относительно подключаемых модулей памяти. Памятью ассистента является база знаний (документы единой регламентной базы ПАО «Татнефть», корпоративного архива, отраслевых стандартов и регламентов, а также научно-технической литературы). Интерактивное взаимодействие с пользователем через web-приложение или голосовую колонку позволяет получить максимальное удобство в взаимодействии с экспертным виртуальным составом специалистов как в решении задач оперативных ответов по документам, так и в части получения предложений научно-исследовательского характера. Сегодняшние инновации становятся основой накапливаемого опыта Аकेлой, а завтра они станут основой сокращения сроков реализации сложных интеллектуальных проектов.</p>	
<p><b>заказчик</b></p> <div style="text-align: center;">  <p>ПАО «Татнефть»</p> </div>			
<p><b>эффекты</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #1a2b3c; color: white;">Ускорение процессов принятия решения (от 10%), оптимизация структуры единой базы знаний</div> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #1a2b3c; color: white;">Ускорение операций по дообучению больших языковых моделей на 20-80%</div> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #1a2b3c; color: white;">Создание и оптимизация структуры единой базы знаний корпорации</div> <div style="width: 22%; padding: 5px; background-color: #1a2b3c; color: white;">Подключение различных больших языковых моделей по желанию заказчика</div> </div>			

\*Проект выполнен за счёт бюджетных средств для инициатора решения

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### ITMO.HACK 2.0: платформа для организации хакатонов в области ИИ

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



**процессы**

Управление данными, обеспечение кадрами

**модельная практика**

Помощь в управлении персоналом: найм, развитие, карьерный рост

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологий**

Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ),  
Обработка естественного языка

**поставщик**



**проблема**

Организация хакатонов «под ключ» (от сбора команд – до оценки результатов) является трудоемким ручным процессом, включающим в себя наукоемкие задачи подготовки заданий, предоставления данных и создания бейзлайнов. Системное проведение хакатонов в интересах разных партнеров требует создания средств автоматизации.

**решение**

Решение предназначено для автоматизации организационно-технологических процессов при проведении хакатонов в области ИИ и смежных цифровых технологий, включая организацию команд, доступ к данным, использование вычислительных ресурсов, управление работой с задачами, оценку качества результата и ранжирование участников по различным критериям.

Решение представляет облачный сервис для формирования команд, выдачи и отслеживания выполнения заданий, а также неформальной автоматической проверки результатов их решения. У сервиса присутствует возможность кастомизации для различных отраслевых задач и форм проведения (хакатон, олимпиада, соревнование, конкурс, и пр.). Обеспечивается быстрое прототипирование решений (baseline) с помощью AutoML.

**заказчик**



**эффекты**

Снижение трудоемкости организации и проведения хакатонов на 15-25%

Охват до 1000 участников

Срок организации и проведения хакатона «под ключ» – 1 месяц

До 10 направлений в одном хакатоне



### IFEDOT.Industrial: фреймворк автоматического машинного обучения для промышленных задач

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



**процессы**

Лабораторные исследования и НИОКР, управление данными

**модельная практика**

Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологий**

Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)

**поставщик**



**проблема**

Качественные модели машинного обучения вручную могут создаваться только квалифицированными специалистами. Отсутствие специальных средств для ускорения, оптимизации и автоматизации процесса создания широкого класса моделей машинного обучения не позволяет обеспечить их эффективное тиражирование в отраслях.

**решение**

Решение предназначено для автоматизации процесса разработки предиктивных моделей на данных для технических систем полного цикла на основе методов эволюционной оптимизации. Поддерживаются задачи прогнозирования, классификации и выявления аномалий для одномерных и многомерных временных рядов, а также пространственно-временных полей различной природы.

Решение представляет программную библиотеку на Python с возможностью переноса нейросетевых моделей на вычислительные системы разной архитектуры (включая их адаптацию и сжатие). Библиотека обладает композитной структурой, позволяющей интегрировать в модель блоки обработки данных, специфичные для предметных областей. Решение обеспечивает возможность решения широкого круга задач ИИ в промышленности в автоматизированном режиме.

**инициатор\***



**эффекты**

Ускорение процессов разработки и обучения отраслевых моделей ИИ в промышленности в 10-25 раз

В 75% случаев точность лучше, чем созданных вручную высококвалифицированным специалистом

Эффективное использование вычислительных CPU- и GPU-кластеров

\*Проект выполнен за счет бюджетных средств в интересах инициатора решения

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



**Система прогноза обеспеченности промышленных предприятий РФ трудовыми ресурсами**

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



**процессы**

Стратегическое управление, бизнес-планирование, управление данными, логистика, управление рисками

**модельная практика**

Оптимизация логистических цепочек, помощь в управлении персоналом: найм, развитие, карьерный рост

**стадия**

Пилот

**тип технологии**

 Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)

**поставщик**



**проблема**

Кадровая аналитика и планирование создания новых производств может приводить к неэффективным решениям по причине сложностей ручного учёта всех факторов. Присутствуют проблемы в вопросах устойчивости кадрового потенциала планирующихся предприятий.

**решение**

Решение предназначено для объективной оценки наличия доступных кадров для организации новых производств на заданной территории, определения возможности управления миграцией кадров, выявления условий, способствующих устойчивости кадрового потенциала предприятия (быт, логистика).

Разработанный облачный ИИ-сервис предоставляет возможность сравнения потенциала развития разных отраслей промышленности, исходя из компетенций доступных кадров. При анализе учитывается многоуровневая модель кадрового потенциала (государство – регион – город), а также как объективные, так и субъективные факторы динамики трудовых ресурсов. При анализе используются открытые данные Росстата, ИНИД, Минтруда, Минобрнауки, агрегаторов перевозок и HR-компаний, на основе чего выводятся характеристики обеспеченности кадрами и определяющие их социально-экономические факторы.

**инициатор\***



**эффекты**

Снижение «текучки кадров» на 10–40% (в зависимости от отрасли и региона)

Повышение эффективности работы HR-специалистов при массовом наборе персонала до 20%

Выявление факторов повышения миграционной привлекательности городов

\*Проект выполнен за счет бюджетных средств в интересах инициатора решения



**ИИ-ассистент нормативно-справочной информации**

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



**процессы**

Управление данными

**модельная практика**

Управление бизнес-процессами с помощью больших языковых моделей (LLM технологий)

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологии**

 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**

ООО «УК» ОМНИ-ПРО»

**проблема**

Зависимость от человеческого фактора при формировании нормализованных позиций корпоративного справочника материально-технических ресурсов: – низкая скорость обработки заявок на добавление/изменение позиций материально-технических ресурсов (МТР); – отсутствие автоматизированных процедур контроля качества данных.

**решение**

Использование больших языковых моделей для решения следующих прикладных задач управления справочником материально-технических ресурсов (МТР): поиск класса конечного уровня в корпоративном классификаторе по переданному строковому описанию МТР из рабочей документации и заполнение атрибутов класса по переданному описанию и коду класса конечного уровня.

**заказчик**



**эффекты**

Повышение скорости обработки заявок на добавление/изменении позиций МТР на 90%

Снижение количества ошибок при выполнении операций НСИ

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности



### Внедрение системы интеллектуальной видеоаналитики для контроля использования СИЗ

₽ ₽ ₽
⌚ ⌚ ⌚


<b>процессы</b> Производство, управление персоналом, охрана и безопасность, внутренний аудит и контроль	<b>модельная практика</b> Управление технологическими процессами, контроль промышленной безопасности и охрана труда	<b>стадия</b> Пилот	<b>тип технологии</b>  Компьютерное зрение
--	--	------------------------	--

**поставщик**  
  
 ПАО «Вымпелком» (билайн Big Data & AI)

**проблема**  
 У клиента стояла задача обработки аналитики на тему СИЗ: касок, спецодежды и перчаток – чтобы сотрудники не снимали каски, находились в спецодежде и в перчатках. Ручной контроль корректного применения СИЗ в процессе выполнения работ в режиме реального времени с целью предупреждения травматизма трудозатратен и требует человеческих ресурсов.

**решение**  
 В рамках проекта на удаленных производственных площадках заказчика – нефтеналивных станциях была подключена видеоаналитика, включающая в себя технологии компьютерного зрения и искусственного интеллекта для автоматизированной обработки данных из потокового видео без непосредственного участия человека. Задача видеоаналитики в данном проекте – мониторинг и контроль использования сотрудниками заказчика средств индивидуальной защиты (СИЗ) (каска, спецодежды и перчаток). При этом видеопоток обрабатывается в облаке билайна, а нарушением считается событие, длящееся более 20 секунд. Билайн предоставляет доступ к облачному сервису, позволяющему реализовать функционал видеоаналитики. Заказчик фиксирует нарушения и далее использует полученные данные для отлаживания бизнес-процессов и регламентов работы. Тестирование системы показало, что среднее время срабатывания модели в данном проекте составляет 13 секунд, а точность от 95 до 99% в зависимости от объекта детекции. При выявлении нарушения система фиксирует кадр с изображением, а также формирует отчет с номером камеры, датой и временем, типом события, маркером СИЗ. По требованию заказчика в данном проекте информация об инциденте сразу поступает на сервер заказчика.

**эффекты**

Повышение точности модели определения спецодежды до 90%, модели определения касок до 95%	Повышение скорости фиксирования нарушений в до ~ 11–13 секунд	Повышение точности модели определения человека до 99%	Обеспечение удаленного контроля ношения СИЗ без участия человека
--	---	---	--



### Видеоаналитика для снижения рисков травматизма

₽ ₽ ₽
⌚ ⌚ ⌚


<b>процессы</b> Охрана и безопасность	<b>модельная практика</b> Контроль промышленной безопасности и охрана труда	<b>стадия</b> Промышленная эксплуатация	<b>тип технологии</b>  Компьютерное зрение
--	--	--	--

**поставщик**  
  
 ПАО «Вымпелком» (билайн Big Data & AI)

**проблема**  
 Ручной контроль корректного применения СИЗ в процессе выполнения работ в режиме реального времени с целью предупреждения травматизма и обеспечения выполнения требований техники безопасности трудозатратен и требует человеческих ресурсов.

**решение**  
 Модуль идентификации нарушений охраны труда производит проверку состояния экипировки сотрудников:
 

- Наличие/отсутствие каски,
- Наличие/отсутствие спецодежды,
- Наличие/отсутствие сварочного щитка/очков с непрозрачным корпусом,
- При выявлении возможного нарушения фиксируется фотокадр с изображением.
- Событие о нарушении содержит следующую информацию:
  - Номер камеры, зафиксировавшей событие,
  - Дата и время,
  - Тип события.
  - Фотография события,
  - Маркер СИЗ.

 Все уведомления, которые формируются, приходят на почту заказчика.

**эффекты**

Повышение точности модели определения спецодежды до 90%, модели определения касок до 95%	Сокращение количества случаев нарушений с 5 в день до 1–2 в неделю	Повышение точности модели определения человека до 99%	Обеспечение удаленного контроля ношения СИЗ без участия человека
--	--	---	--

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

⚡

Технологическая платформа «АтомМайнд»

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



**процессы**

Производство, управление качеством, техническое обслуживание и ремонт

**модельная практика**

Оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания, управление технологическими процессами

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологии**

Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**



АО «ТВЭЛ»

**проблема**

Высокие затраты на техобслуживание оборудования  
Влияние технического состояния оборудования на качество изделий

**решение**

Платформа «АтомМайнд» прогнозирует и предотвращает отказы оборудования, определяя вероятность аномалий еще до того, как они повлияют на ход производства. Она позволяет управлять качеством готовой продукции за счет анализа факторов, влияющих на характеристики изделий, прогнозирования возможных отклонений на основании данных от оборудования и рекомендаций по корректировке технологических параметров производственных процессов для пользователей. Искусственный интеллект поддерживает процессы принятия решений пользователей и предоставляет результаты обработки машинных данных, аналитику и рекомендации в простом, управляемом и наглядном формате.  
Платформа позволяет прогнозировать качество изделий и проблемы с оборудованием до того, как они повлияют на ход производства. Предусмотрено использование алгоритмов машинного обучения и анализа больших данных с поддержкой искусственного интеллекта; комплексный мониторинг состояния оборудования; предоставление результатов обработки машинных данных и аналитики в простом и наглядном виде

**заказчик**



АО «Концерн Росэнергоатом»



АО «ТВЭЛ»

**эффекты**

Сокращение на 30% расходов на техобслуживание

Снижение уровня брака с 2,3% до 0,9%

Экономия на техническом обслуживании и капитальных затратах составляет 5-10%

На 3-5% рост производительности оборудования

---

⚡

Платформа программной роботизации «Атом.ПИТА»

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



**процессы**

Стратегическое управление

**модельная практика**

Управление бизнес-процессами с помощью больших языковых моделей (LLMтехнологии)

**стадия**

Пилот

**тип технологии**

Распознавание и синтез речи  
Обработка естественного языка  
Компьютерное зрение  
Интеллектуальная поддержка принятия решений (ИППР)

**поставщик**



АО «Гринатом»

**проблема**

Неэффективное управление роботизацией бизнес-процессов  
Низкая производительность труда  
Ограниченные возможности масштабирования бизнеса

**решение**

«Атом.ПИТА» – это Low-code RPA-платформа на основе ИИ и машинного обучения, которая позволяет организовать полный цикл программной роботизации бизнес-процессов. Платформа анализирует и обрабатывает данные, а также принимает решения на основе обучения на данных. Она может автоматизировать рутинные задачи, оптимизировать процессы и предсказывать возможные проблемы или улучшения  
  
Платформа состоит из 6 модулей: Разработчик, Администратор, Голос, Классификатор, Сотрудник, Модуль OCR  
  
Одна из особенностей платформы – наличие интеллектуальных компонентов, которые помогают в обработке неструктурированных данных, в таких задачах, как например, классификация обращений клиентов. Также платформа умеет обрабатывать данные с отсканированных документов и взаимодействовать с пользователями с помощью обработки голосовых запросов

**заказчик**



АО «Гринатом»

**эффекты**

Исключение ручного труда до 100%

Снижение рисков в бизнес-процессах до 100%

На 21% повышение качества исполнения рутинных задач

На 19% сокращение временных затрат бизнес-процесса

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

⚡

### Система для оцифровки и обработки отсканированной документации «Атом.ОКО»

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



**процессы**  
Делопроизводство и документооборот

**модельная практика**  
Управление бизнес-процессами с помощью больших языковых моделей (LLMтехнологии)

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
Обработка естественного языка  
Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)

**поставщик**



АО «Гринатом»

**проблема**  
Недостаточный уровень автоматизации рутинных задач при обработке первичной документации

**решение**  
Атом.ОКО – импортнезависимое решение, предназначенное для оцифровки и обработки отсканированной документации с последующим направлением результатов в другие системы. Она способна распознавать текст, печати, подписи, штрихкоды, QR-коды, баркоды, таблицы, изображения и др. Система обеспечивает высокий уровень точности результатов за счет применения технологий машинного обучения, имеет гибкую структуру и может быть применена в любой сфере бизнеса. Атом.ОКО также может использоваться для автоматизации обработки первичных бухгалтерских документов. OCR-сервисы (Optical Character Recognition) собственной разработки обеспечивают высокий уровень точности результатов.

**заказчик**



АО «Гринатом»

**эффекты**

Время на распознавание лицензий Ростехнадзора сократилось с 8 мин. до 2 мин.

Время на распознавание данных в книге покупок сократилось с 10 мин. до 1 мин.

Время на распознавание заявления на отпуск сократилось с 4 мин. до 20 сек.

Время на распознавание счетов-фактур сократилось с 5 мин. до 30 сек.

⚡

### Интеллектуальный анализ нормативной документации

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚



**процессы**  
Делопроизводство и документооборот

**модельная практика**  
Управление бизнес-процессами с помощью больших языковых моделей (LLMтехнологии)

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологии**  
Обработка естественного языка

**поставщик**



ЧУ «Цифрум» «Русатом Автоматизированные системы управления» (РАСУ)

**проблема**  
До 60% потери времени из-за ручного мониторинга проектных требований в большом массиве документации

**решение**  
Система на базе технологий ИИ и машинного обучения позволяет увеличить производительность и скорость поиска и классификации требований, существенно оптимизируя процесс ручного мониторинга проектных требований в большом массиве, документации. Искусственный интеллект разбивает текст на таргетированные фрагменты, осуществляет их классификацию и идентификацию, формируя по итогам перечень требований по заданной форме для последующей обработки специалистами. Разбивка происходит по нескольким категориям: заголовок, блок информации, блок требований, рисунок, таблица. Разработанная бета-версия приложения находит требования в текстах технических стандартов МЭК и ИСО на английском языке с точностью в 90%

**заказчик**



«Русатом Автоматизированные системы управления» (РАСУ)

**эффекты**

До 20% снижение перерасходов при правильном определении требований и управлению ими

Сокращение времени обработки текстов стандартов составило более 50%

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

⚡

### Сервис для автоматизации закупочной деятельности на основе ИИ с применением программных роботов

₽

⌚

⌚

⌚



<b>процессы</b> Делопроизводство и документооборот, административно-хозяйственное обеспечение	<b>модельная практика</b> Управление бизнес-процессами с помощью больших языковых моделей (LLMтехнологии)	<b>стадия</b> Пилот	<b>тип технологий</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Обработка естественного языка</li> <li> Компьютерное зрение</li> <li> Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)</li> </ul>
<b>поставщик</b>  АО «Гринатом»	<b>проблема</b> Избыточные трудозатраты в процессах формирования начальной максимальной цены договоров Избыточные трудозатраты профильных экспертов при проверке технических заданий договоров	<b>решение</b> «Атомбот.Закупки» – это цифровой сервис на основе искусственного интеллекта с применением программных роботов, созданный для автоматизации закупочной деятельности. Применение сервиса позволяет: <ul style="list-style-type: none"> <li>• автоматизировать рутинные, повторяющиеся процессы, поддающиеся программированию;</li> <li>• повысить эффективность бизнес-процессов;</li> <li>• исключить ошибки в выполнении операций;</li> <li>• снизить затраты на выполняемые операции.</li> </ul> функционал данного сервиса предусматривает: <ul style="list-style-type: none"> <li>• формирование и проверку технического задания и проекта договора по нормативным правилам;</li> <li>• составление запроса технико-коммерческого предложения и сбор ценовой информации;</li> <li>• формирование начальной и максимальной цены договора;</li> <li>• работу с электронными торговыми площадками;</li> <li>• размещение запроса, анализ предложений, формирование итогового протокола, подготовка и публикация закупочной документации;</li> <li>• выгрузку в систему документооборота, сверку отчётов о движении денежных средств, формирование единого реестра платёжных поручений, сопоставление заявлений и сертификатов.</li> </ul>	
<b>заказчик</b>  АО «ТВЭЛ»			

**эффекты**

Сокращение трудозатрат по процессу формирования начальной максимальной цены договора в 16 раз	Сокращение трудозатрат профильных экспертов при проверке технического задания на 30%	Общее повышение эффективности бизнес-процессов до 80%	Исключение ошибок при выполнении операций в закупочных процессах
---	--	---	--

⚡

### Предиктивная аналитика основного энергогенерирующего оборудования ТЭЦ

₽

⌚

⌚

⌚



<b>процессы</b> Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР)	<b>модельная практика</b> Управление технологическими процессами; оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания	<b>стадия</b> Промышленная эксплуатация	<b>тип технологий</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР),</li> <li> Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)</li> </ul>
<b>поставщик</b>  ООО Сайберфизикс	<b>проблема</b> Развивающиеся скрытые дефекты, которые могут привести к аварийным ситуациям на ТЭЦ и повлечь ущерб в сотни миллионов рублей от каждого инцидента.	<b>решение</b> Система предиктивной аналитики состояния оборудования на основе комплекта нейросетевых моделей рассчитывает «идеальное» состояние оборудования и технологических процессов и принимает его за основу для дальнейших прогнозов. На основании собранных параметров работают модели анализа технического состояния, которые сравнивают текущее значение с «идеальным» состоянием в реальном времени. Если текущие параметры начинают отличаться от рассчитанных с помощью моделей, Система фиксирует отклонение и дает сигнал оперативному персоналу. На основании отклонения составляется классификатор дефектов, и программа выбирает тот, который подходит по конкретным сочетаниям параметров. Благодаря внедрению Системы, которая ежесекундно анализирует тысячи параметров, оперативный персонал станции может заблаговременно отреагировать на возможную угрозу за несколько шагов до возникновения аварийной ситуации.	
<b>заказчик</b>  ПАО «Т Плюс»			

**эффекты**

Выявлено 13 потенциально опасных аномалий в режимах работы	Предотвращено не менее 4 случаев, которые могли привести к отказам и остановке энергоблока в течение 2023 года		
--	--	--	--

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

⚡

### Решение для постоянного мониторинга протяженных коммуникаций линий электропередач с помощью беспилотных летательных комплексов

₽ ₽ ₽
⌚ ⌚ ⌚



**процессы**

Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР), управление данными

**модельная практика**

Оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания

**стадия**

Собственная разработка

**тип технологии**

 Компьютерное зрение

**поставщик**




**проблема**

Высокие затраты на мониторинг ЛЭП, необходимость отключения ЛЭП для плановых проверок и текущего ремонта, а также несвоевременное идентифицирование внештатных ситуаций.

**решение**

Комплексное решение для диагностики состояния воздушных линий с использованием беспилотных воздушных судов. Алгоритмы управления БВС построены с использованием технологий искусственного интеллекта, которые в режиме реального времени корректируют курс БВС, удерживая его строго над линией электропередачи, а также эффективно управляют полезной нагрузкой (фото- и видеоаппаратура высокого разрешения, тепловизор и лидар, позволяющий строить трехмерные модели электросетевой инфраструктуры). Процесс распознавания дефектов проводится в специально разработанном программном комплексе, базирующемся на нейросетевых алгоритмах и обученном на более чем 230 тысячах размеченных изображений. Система позволяет в автоматическом режиме по фотографиям наших электросетевых объектов выявлять 41 критичный дефект, составляющих 92% причин всех аварийных отключений, и своевременно информировать оператора. Дата-сети: более 230 тыс. фото (опоры, изоляторы, виброгасители, провода, типы ДКР и прочие) Модель ИИ: нейронная сеть YOLO.

**заказчик**



**эффекты**

Повышение производительности труда на 84%

---

⚡

### Оптимизация процесса горения в газовых котлах малой и средней мощности с одной горелкой, используемых в коммунальном хозяйстве

₽ ₽ ₽
⌚ ⌚ ⌚



**процессы**

Производство

**модельная практика**

Управление технологическими процессами

**стадия**

Собственная разработка

**тип технологии**

 Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)

**поставщик**

NDA

**проблема**

Перерасход топлива из-за неполного сгорания газа в котельных приводит к увеличению затрат и ухудшению влияния на окружающую среду из-за выброса продуктов неполного сгорания.

**решение**

Аппаратно-программный комплекс на базе ИИ «Топогаз-02» оптимизирует горение в газовых котлах малой и средней мощности. Работа системы ИИ заключается в контроле давления газа, воздуха и разрежения в топке, концентрации кислорода в дымовых газах, а также в управлении частотно-регулируемыми приводами вентилятора и дымососа. Нейросеть поддерживает работу котла автоматически, есть возможность вмешательства человека в автоматический контроль работы.

**заказчик**

NDA

**эффекты**

Экономия до 5% газа

Окупаемость затрат на установку аппаратно-программного комплекса «Топогаз-02» за 2–3 мес.

Экономия до 90% электроэнергии

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

### Проект по созданию цифрового двойника морского газотурбинного двигателя

₽ ₽ ₽ ⌚ ⌚ ⌚



**процессы**  
Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР), охрана и безопасность

**модельная практика**  
Применение генеративного дизайна для проектирования и испытаний продукции; управление технологическими процессами

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологий**  
Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)

**поставщик**  
NDA

**заказчик**  
NDA

**проблема**  
Изготовление физических опытных образцов, самостоятельное проектирование двигателей новых поколений, проведение испытаний на физических образцах требует повышенных затрат. Отсутствие цифровой модели с отображением параметров и состояния объекта существенно усложняет управление жизненным циклом изделия.

**решение**  
Решение заключается в создании цифрового двойника двигателя М90ФР на базе Цифровой платформы CML-Bench с применением ИИ. Это создаст для инженеров сквозной прозрачный рабочий процесс в едином информационном пространстве над единым электронным проектом изделия, независимо от программных систем, которые они используют. Реализация цифрового двойника заключается в разработке 6 программных продуктов, более 380 численных математических моделей систем и узлов ГТД. Для обеспечения корректной работы проведены почти 2000 виртуальных испытаний. Результат проекта: повышение надёжности и коммерческой привлекательности российских морских газотурбинных двигателей.

**эффекты**

- Сокращение времени выполнения инженерных расчётов на 30–40%
- Снижение сроков разработки новых изделий до 30%

### Автоматизированная система расшифровки результатов цифрового радиографического контроля «Система искусственного анализа»

₽ ₽ ₽ ⌚ ⌚ ⌚



**процессы**  
Производство

**модельная практика**  
Контроль качества сырья и готовой продукции

**стадия**  
Промышленная эксплуатация

**тип технологий**  
Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)  
Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**  
УНИВЕРСИТЕТ ИННОПОЛИС  
ГАЗСТРОЙПРОМ

**заказчик**  
ГАЗСТРОЙПРОМ

**проблема**

- Низкая скорость расшифровки сложных сварных соединений при высокой плотности дефектов.
- Дефицит высококвалифицированного персонала, готового принимать решение и обосновывать его корректность.
- Низкая скорость обмена информацией о качестве сварочных работ.
- Высокое влияние человеческого фактора на объективную оценку качества сварного соединения.
- Повторяемость результата контроля качества сварных соединений специалистом неразрушающего контроля составляет 40% (крайне низкая).
- Расхождение мнений специалистов о выданном результате контроля (возникающая в том числе исходя из физиологических особенностей человека).

**решение**  
Решение представляет собой автоматизированную систему расшифровки результатов цифрового радиографического контроля «Система искусственного анализа», данное ПО:

- Обеспечивает последовательную и точную интерпретацию информации о дефектах (аномалиях) сварных соединений и оценку (сравнение) с нормативно-технической документацией.
- Исключает вероятность человеческой ошибки (человеческий фактор) при оценке качества сварных соединений (тип дефекта, геометрические параметры, пространственное положение).
- Повышает надёжность и объективность результата контроля в том числе исключая субъективную оценку сварных соединений специалистом.
- Анализ изображений и выдача заключений в 10 раз быстрее в сравнении с человеком (минимальная расчетная).

**эффекты**

- Точность детектирования всех дефектов на сварных соединениях на 94%
- Увеличение скорости выдачи результата о качестве сварных соединений в 10 раз
- Снижение трудозатрат с одного объекта строительства более 18 млн руб. в год

## 6. Кейсы успешного использования ИИ в промышленности

⚡

Умная Диагностика

₹ ₹ ₹
⌚ ⌚ ⌚


**процессы**

Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР), управление данными

**модельная практика**

Использование ИИ для определения потерь и увеличения операционной эффективности, оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологий**

- Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)
- Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**



ООО «Кlover Групп»

**проблема**

Аварийность на производстве. Внеплановые остановки и внеплановые ремонты технологического оборудования. Штрафы регулятора на рынке электроэнергии и мощности.

**решение**

Умная Диагностика – система непрерывного мониторинга, диагностики, предиктивной аналитики и прогнозирования состояния производственного оборудования, которая помогает за дни, недели или даже месяцы до наступления поломки или крупной аварии автоматически выявить и диагностировать проблему в работе дорогостоящего и критически-важного технологического оборудования (газовые турбины, компрессора, привода и механизмы) разных типов и производителей, в т.ч. западных, на объектах ТЭК и Промышленности. ПО имеет широкий набор инструментов для создания и применения интеллектуальных алгоритмов обработки данных, собираемых от технологического оборудования. Система SmartDiagnostics позволяет реализовать свои функции с применением инструментов на базе ИИ и мат. моделирования. Дата-сети: архивы измерений телеметрии (истории работы) с каждого экземпляра оборудования. Модель ИИ: собственные модели данных, создаваемые встроенными инструментами внутри ПО, включая алгоритмы кластеризации и автоматической разметки данных, или подключаемые внешние ML-модели на основе ручной разметки данных.

**заказчик**



АО «Интер РАО-Электрогенерация»      ООО «СТГТ»

**эффекты**

---

⚡

Внедрение предиктивной аналитики для предотвращения инцидентов на ТЭЦ

₹ ₹ ₹
⌚ ⌚ ⌚


**процессы**

Техническое-обслуживание и ремонт (ТОиР), управление данными

**модельная практика**

Оптимизация сервиса, ремонтов, технического обслуживания, управление технологическими процессами

**стадия**

Промышленная эксплуатация

**тип технологий**

- Перспективные методы искусственного интеллекта (ПМИИ)
- Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИППР)

**поставщик**



ГК «Цифра»

**проблема**

Риски поломок и остановок оборудования. Риски инцидентов на ТЭЦ.

**решение**

Разработанная система прогнозирования основана на анализе исторических, больших данных с помощью статистических методов и машинного обучения. Решение прогностики строится на базе российской цифровой платформы для управления производством ZIoT. Прогностика предназначена для автоматизации мониторинга и диагностики развития неисправностей, определения аномальных отклонений в режимах работы электростанций, а также прогнозирования технического состояния газовых и паровых турбин, котлоагрегатов, вспомогательного оборудования и оборудования электрического хозяйства ТЭЦ. Решение контролирует динамику изменения функционирования агрегатов, степень отклонения их параметров от нормы. Резкое изменение индексов состояния говорит о приближающемся отказе агрегата, а превышение отклонения в параметрах позволяет найти узел и причину, вызвавшую отказ. В результате система позволяет сэкономить время и не допустить поломок и остановки оборудования энергетического объекта. Фиксация отклонений на ранних стадиях дает больше времени на анализ ситуации, принятия корректирующих мер и возможность исключить аварийную ситуацию.

**заказчик**

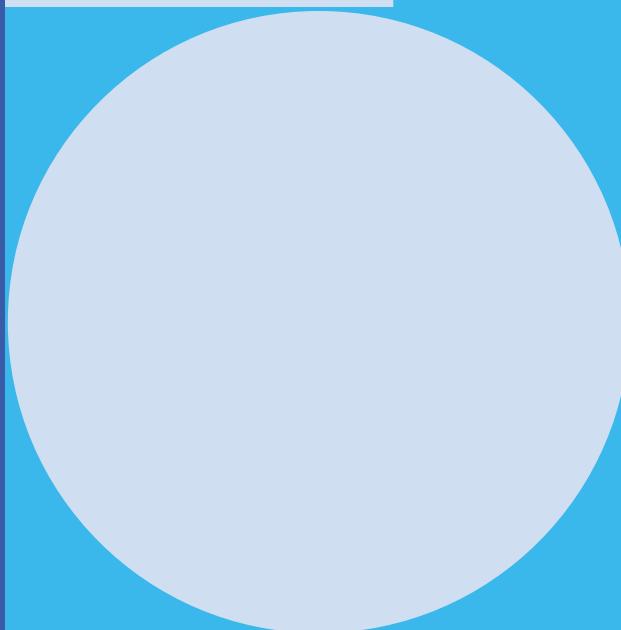


**эффекты**

Предотвращено 13 потенциальных дефектов оборудования за год эксплуатации системы

Предотвращено 3 инцидента на ТЭЦ

# 7. Экосистема развития ИИ в промышленности



## 7. Экосистема развития ИИ в промышленности



**Дмитрий Юрьевич Григоренко**

Заместитель Председателя Правительства Российской Федерации,  
руководитель Аппарата Правительства Российской Федерации



Субъекты РФ и муниципалитеты



Министерство экономического  
развития Российской Федерации



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА  
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ПРИКЛАДНОГО РАЗВИТИЯ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА



Отрасл. ком. «Машиностроение»

ИЦК «Ракетно-космическая  
промышленность»

ИЦК «Судостроение»

ИЦК «Двигателестроение»

ИЦК «Авиостроение»

ИЦК «Железнодорожное  
машиностроение»

ИЦК «Автомобилестроение»

ИЦК «Общее машиностроение»

Отрасл. ком. «Электроника и микроэлектроника»

ИЦК «Электроника и микроэлектроника»

Отрасл. ком. «Металлургическая промышленность»

ИЦК «Металлургия»

Отрасл. ком. «Химическая промышленность»

ИЦК «Химия»

Отрасл. ком. «Электроэнергетический комплекс Российской Федерации»

ИЦК «Электроэнергетика»

Отрасл. ком. «Нефтегазовый и угольный комплекс Российской Федерации»

ИЦК «Нефтегаз, нефтехимия и недропользование»

Отрасл. ком. «Агропромышленный комплекс»

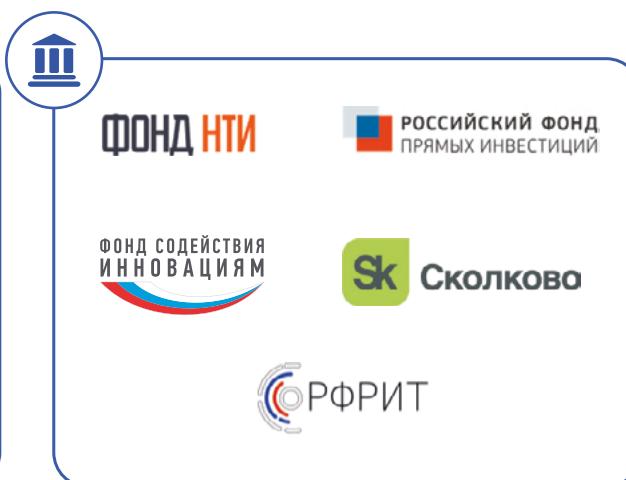
ИЦК «Растениеводство»

ИЦК «Животноводство»

ИЦК «Пищевая и перерабатывающая промышленность»



## 7. Экосистема развития ИИ в промышленности



Государство



Заказчики



Исследовательские центры



Институты развития



Технологический суверенитет



Вендоры/разработчики



Ассоциации/общественные организации

# Участники экосистемы развития ИИ в промышленности

## Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России)



Федеральный орган исполнительной власти России, осуществляющий функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере промышленного и оборонно-промышленного комплекса, а также в области развития авиационной техники, технического регулирования и обеспечения единства измерений, а также функции уполномоченного федерального органа исполнительной власти, осуществляющего государственное регулирование внешнеторговой деятельности.

## Министерство экономического развития Российской Федерации



Министерство  
экономического развития  
Российской Федерации



Федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по выработке и реализации экономической политики Правительства России по ряду направлений, а также ответственный за развитие высокотехнологичного направления "Искусственный интеллект".

## Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации



Федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере информационных технологий, электросвязи и почтовой связи, массовых коммуникаций и средств массовой информации, в том числе электронных, печати, издательской и полиграфической деятельности, обработки персональных данных, управления государственным имуществом и оказания государственных услуг в сфере информационных технологий, в том числе в части использования этих технологий для формирования государственных информационных ресурсов и обеспечения доступа к ним.

## Автономная некоммерческая организация "Цифровая экономика"

ЦИФРОВАЯ



D-ECONOMY.RU



АНО "Цифровая экономика" – главная платформа взаимодействия бизнеса и государства по развитию цифровой экономики в России. Деятельность АНО "Цифровая экономика" сфокусирована на направлениях, отвечающих текущим задачам развития высокотехнологичных секторов экономики РФ.

Сегодня АНО "Цифровая экономика" – это аналитика и исследования, экосистема поддержки бизнеса, кадровое обеспечение, продвижение технологий и решений, устранение проблем применимости цифровых технологий, национальная платформа поддержки цифровой трансформации.

# Участники экосистемы развития ИИ в промышленности

## Государственный Совет Российской Федерации



Государственный Совет РФ выполняет функции по определению приоритетных направлений социально-экономического развития страны в области ИИ. Государственный Совет способствует подготовке предложений президенту России о механизмах эффективного осуществления эффективного развития ИИ и содействию их реализации на федеральном уровне. Благодаря своей консультативной роли, Государственный Совет способствует разработке стратегии по развитию ИИ, повышению его эффективности и интеграции в различные сферы жизни и экономики страны.

## Центр компетенций ИИ – ПАО "Сбербанк"



Сбербанк является разработчиком "дорожной карты" развития ИИ в России. Компания сыграла роль координатора в создании российской стратегии развития технологий ИИ. "Сбер" выступает в роли центра компетенций при работе над федеральным проектом "Искусственный интеллект", а также активно взаимодействует с правительством в реализации национальной стратегии развития ИИ.

В рамках экосистемы была также создана Sber AI Lab, цель которой – научно-практические исследования, имеющие широкий спектр применения в различных продуктах не только внутри, но и вне экосистемы.

## Национальный центр развития искусственного интеллекта



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА  
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Центр является ключевой площадкой для поиска и анализа эффективных ИИ-решений для бизнеса, науки и государства. Задачами центра является актуализация индекса готовности отраслей экономики к внедрению ИИ и запуск цифрового решения для учета и развития участников сообществ в сфере искусственного интеллекта. Кроме того, он занимается развитием национального портала в сфере ИИ – ai.gov.ru, а также выступит организатором Международного форума по вопросам этики применения искусственного интеллекта. Открытие центра позволило консолидировать компетенции в части технологий для отечественных ИИ-решений, а также создает дополнительные стимулы для распространения этих решений в отраслях и регионах.

## Федеральный центр прикладного развития искусственного интеллекта



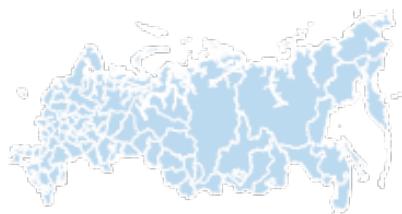
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ПРИКЛАДНОГО РАЗВИТИЯ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА



Федеральное государственное автономное учреждение "Федеральный центр прикладного развития искусственного интеллекта" (ФГАУ "ФЦПР ИИ", Федеральный центр прикладного развития искусственного интеллекта) – экспертно-аналитический центр компетенций по поддержке развития и прикладного внедрения технологий искусственного интеллекта. ФЦПР ИИ обеспечивает поддержку цифровой трансформации Минпромторга России, сопровождение внедрения технологий ИИ в процессы Минпромторга России, его подведомственных организаций, а также на предприятиях промышленности, высокотехнологичной трансформации российской промышленности и снижение барьеров, препятствующих внедрению решений на базе технологий искусственного интеллекта.

# Участники экосистемы развития ИИ в промышленности

## Субъекты Российской Федерации и муниципалитеты



В субъектах РФ создаются благоприятные условия для развития ИИ, привлекаются инвестиции, поддерживаются инновационные стартапы. Внутри субъектов создается инфраструктура и технологические кластеры, которые способствуют взаимодействию научно-исследовательских центров, вузов и предприятий в области ИИ. Регионы и муниципалитеты являются заказчиками решений ИИ, а также активно участвуют в разработке стратегий и законодательных инициатив, направленных на развитие ИИ внутри региона.



# Участники экосистемы развития ИИ в промышленности: Исследовательские центры

ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"



Миссия университета – генерация, распространение, применение и сохранение научных знаний в интересах решения глобальных проблем XXI века. НИЯУ МИФИ – лидер по разработкам в направлениях: ядерные исследования и технологии; лазерные, плазменные и пучковые технологии; СВЧ-наноэлектроника; нанобиотехнологии, биомедицина и медицинская физика; информационные технологии.

Университет развивает перспективные направления в области космических исследований и технологий, управления термоядерным синтезом, разработки материалов для ядерного и космического применения.

Сколковский институт науки и технологий



Сколковский институт науки и технологий (Сколтех) – российское негосударственное технологическое высшее учебное заведение, основанное в 2011 г. Институт занимается научной, исследовательской и образовательной деятельностью.

В рамках института ведется обучение по техническим специальностям, включая ИКТ. В институте находится исследовательский центр, в задачи которого входит проведение исследований для разработки современных вычислительных алгоритмов и технологий ИИ.

Университет ИТМО



Университет ИТМО – высшее учебное заведение, осуществляющее образовательную и научную деятельность на основе принципа интеграции науки и образования. В рамках Университета работают исследовательские центры, которые в том числе занимаются разработками ИИ-решений:

- Национальный центр когнитивных разработок (НЦКР);
- Исследовательский центр в сфере ИИ "Сильный искусственный интеллект в промышленности";
- Инновационный индустриальный центр ПАО "Газпром нефть".

К решениям, которые были созданы на базе ИТМО, относится платформа "Цифровая урбанистика" – система на базе ИИ, позволяющая с помощью генеративных технологий создавать мастер-планы застройки территорий и др.

Национальный центр когнитивных разработок на базе ИТМО



НЦКР – центр компетенции Национальной технологической инициативы по сквозной технологии "Технологии машинного обучения и когнитивные технологии", созданный на базе Университета ИТМО. Миссия Центра – создание отечественной экосистемы разработки и внедрения технологий машинного обучения и когнитивных технологий для формирования систем прикладного искусственного интеллекта. Цель – формирование высокотехнологичных продуктов и сервисов на перспективных рынках НТИ.

НЦКР – это консорциум научных центров, университетов и коммерческих организаций. Они ориентированы на развитие технологий машинного обучения и когнитивных технологий.

# Участники экосистемы развития ИИ: Исследовательские центры

## Университет Иннополис



Университет Иннополис – российская автономная некоммерческая организация высшего образования в городе Иннополис (Республика Татарстан), специализирующаяся на образовании, исследованиях и разработках в области информационных технологий и робототехники.

Компетенции:

- компьютерное зрение,
- системы поддержки принятия решения,
- технология анализа искусственного языка,
- анализ больших данных.

Институт проводит исследования и разработки в сферах медицины, беспилотного транспорта, в поиске новых материалов, создании отраслевых библиотек программ.

## Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

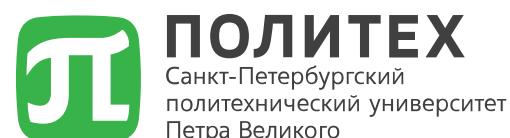


МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Н.Э. БАУМАНА



Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана – российский национальный исследовательский университет, научный центр и особо ценный объект культурного наследия народов России. Инженеры создают будущее – мы создаём инженеров.

## Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого



Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого – крупнейший технический вуз страны, опирающийся на традиции сильнейших научных школ, создающий прорывные технологии для российской экономики и промышленности. Наша миссия – развитие человеческого потенциала и профессиональных компетенций, которые могут обеспечить технологический и когнитивный суверенитет России. Наши усилия направлены на создание технологий и продуктов, которые способствуют глобальной конкурентоспособности России и вносят существенный вклад в лидерские позиции российского инженерного образования в мире. СПбПУ фокусируется на передовых производственных технологиях и формирует экосистему для комплексного и непрерывного подхода к цифровой трансформации высокотехнологичных предприятий-партнеров.

## Высшая школа технологий искусственного интеллекта



Высшая школа технологий искусственного интеллекта. Примеры решений для промышленности: Цифровые двойники строительных конструкций, зданий и сооружений, энергоблоков АЭС, технологических систем и оборудования. Модели технологических процессов и алгоритмы управления процессами.

# Участники экосистемы развития ИИ: Исследовательские центры

## Центр искусственного интеллекта НИУ ВШЭ



Исследовательский центр в сфере искусственного интеллекта НИУ ВШЭ был создан на базе факультета компьютерных наук в 2021 г. для развития и внедрения технологий искусственного интеллекта в разные сферы жизни человека и общества, отрасли науки и сектора экономики.

В частности, центр занимается:

- разработкой новых технологий искусственного интеллекта;
- созданием программных инструментов и средств для применения искусственного интеллекта в науке и бизнесе;
- разработкой открытой программной библиотеки методов искусственного интеллекта, которая позволит решать социально значимые задачи.

## Центр компетенций НТИ по направлению "Искусственный интеллект" на базе МФТИ



Центр компетенций НТИ  
«Искусственный интеллект»



Деятельность центра направлена на комплексное развитие ИИ и достижение МФТИ и участниками консорциума компаний, входящих в состав центра, лидирующих позиций на глобальном рынке технологий искусственного интеллекта. Ежегодно центр компетенций выпускает сборник аналитических материалов, посвященных отрасли искусственного интеллекта в России и мире, – "Альманах ИИ". В нем рассказывается о рынке ИИ, научных достижениях и статистике за предыдущий год.

## ФГАОУ ВО "Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева"



Самарский университет ведет подготовку специалистов для ракетно-космической, авиационной, радиоэлектронной, металлургической, автомобильной, инфокоммуникационной и других отраслей промышленности по очной, очно-заочной (вечерней) и заочной формам обучения по 202 образовательным программам. По окончании университета выдается государственный диплом с присвоением квалификации: специалист, бакалавр, магистр. Университет имеет 57 баз практики на предприятиях региона и страны, 64 научно-исследовательские лаборатории и группы, 56 научно-образовательных и научно-исследовательских центров, 6 центров коллективного пользования.

## Институт системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук



ИСП РАН – научно-исследовательская организация, осуществляющая деятельность в сфере информационных технологий. Директор – академик РАН, доктор физико-математических наук, профессор РАН А.И. Аветисян.

ИСП РАН:

- входит в реестр аккредитованных организаций Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, осуществляющих деятельность в области информационных технологий;
- разрабатывает технологии мирового уровня в таких областях, как операционные системы, компиляторные технологии, анализ и обработка больших данных, искусственный интеллект и др.

# Участники экосистемы развития ИИ: Исследовательские центры

ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский  
Нижегородский государственный университет  
им. Н. И. Лобачевского"



Основные направления обучения университета включают математику, физику, химию, биологию, информационные технологии, экономику, менеджмент, социологию, политологию, филологию, историю, искусство и архитектуру.

Университет активно занимается научной деятельностью, проводит исследования в различных областях знаний, на базе университета работают научно-исследовательские институты, лаборатории и центры, которые занимаются разработкой новых технологий и методов обучения.

ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский  
государственный университет"



Санкт-Петербургский  
государственный  
университет



Санкт-Петербургский государственный университет – один из крупнейших научно-образовательных центров в Европе и мире. В университете обучаются более 20 тысяч студентов, созданы более 15 крупных лабораторий и 23 ресурсных центра, входящих в ведущий Научный парк страны. Выпускники университета неоднократно становились лауреатами Нобелевской и Филдсовской премий. Университет обладает богатейшей историей – только СПбГУ может по праву носить имя первого университета России.

ФГАОУ ВО "Новосибирский национальный  
исследовательский государственный университет"



Сегодня в структуру НГУ входят физико-математическая школа, Высший колледж информатики, 9 факультетов, аспирантура, институт профессиональной переподготовки, научно-исследовательская часть.

НГУ создает исследовательские центры и лаборатории с крупнейшими зарубежными компаниями, в том числе Intel, HP, Parallels. Созданные в лабораториях НГУ приборы контроля установлены на спутниках системы ГЛОНАСС, а лазерные системы покупают в России и за рубежом.

НОЦ "Технологии искусственного интеллекта"



НОЦ "Технологии искусственного интеллекта" – структурное подразделение МГТУ им. Н.Э. Баумана, созданное 18 февраля 2022 года на базе Научно-учебного комплекса "Информатика, искусственный интеллект и системы управления" (НУК ИУ) в целях проведения научных исследований, разработки импортозамещающих технологий и внедрения продуктов доверенного искусственного интеллекта, современных образовательных технологий и программ по IT-направлениям, повышения доступности информации и вычислительных ресурсов для предприятий и организаций всех отраслей экономики в рамках реализации приоритетных направлений научно-технологического развития Российской Федерации. Разрабатываем и внедряем в жизнь доверенные технологии искусственного интеллекта, объединяя бизнес, науку и образование.

# Участники экосистемы развития ИИ: Исследовательские центры

Институт перспективных исследований проблем  
искусственного интеллекта и интеллектуальных систем  
МГУ имени М.В. Ломоносова



Целью Института является проведение фундаментальных и прикладных исследований в области искусственного интеллекта, а также междисциплинарных исследований с применением методов искусственного интеллекта.

Принципы работы Института – междисциплинарная кооперация, создание лабораторий в перспективных областях ИИ, реализация совместных исследований с ведущими российскими научными организациями и корпорациями.

Институт также проводит собственную образовательную программу в области анализа больших данных и машинного обучения AI Masters.

Научно-исследовательский институт AIRI



Научно-исследовательский институт AIRI – объединяет исследователей, ученых и инженеров данных, которые занимаются прорывными исследованиями в области ИИ. Миссия AIRI – создание универсальных систем искусственного интеллекта, решающих задачи реального мира. Как научная некоммерческая организация, мы работаем в нескольких направлениях:

1. Научные исследования
2. Вклад в развитие искусственного интеллекта
3. Научно-технические партнерства
4. Лаборатории
5. Популяризация искусственного интеллекта
6. Гранты

Одна из важнейших целей AIRI – прогресс в решении основополагающих проблем машинного обучения и создание принципиально новых алгоритмов, способных к познанию окружающего мира. Это захватывающее путешествие ко все более и более универсальным интеллектуальным системам, которое не только позволит создать умных помощников для нас, но и неизбежно приведет к более глубокому пониманию природы человеческого разума.

DT Consulting

## DT Consulting



Агентство цифровой трансформации DT Consulting является одним из партнёров исследования, принимавшим участие в подборе и анализе представленных кейсов и технологий в сфере искусственного интеллекта. Постоянное изучение практик внедрения ИИ в бизнесе и собственные методологии диагностики процессов и оценки цифровой зрелости, являются основой нашей работы по разработке планов внедрения ИИ-технологий.

План внедрения ИИ-технологий является важной частью комплексной стратегии цифровой трансформации. Это актуально и для коммерческих компаний и для государственных. Компания DT Consulting имеет практический опыт взаимодействия с командами цифрового развития по разработке стратегий цифровой трансформации, формированию портфеля цифровых инициатив и подготовке дорожных карт цифровизации для внедрения наиболее актуальных цифровых технологий.

ИКФ "Умное Производство"



Российская инженерно-консалтинговая компания, основанная командой инженеров, специализирующихся на разработке концептуальных решений и проектировании машиностроительных и ремонтных производств.

Компания обладает комплексной квалификацией в области планирования и управления машиностроительными предприятиями, постоянно совершенствует методологию и методы проектного управления.

В качестве базового принципа компании положена концепция научного развития. В составе компании работают специалисты с учеными степенями докторов и кандидатов технических наук, компания развивает стратегическое партнерство с ведущими техническими ВУЗами и школами управления РФ и дружественных стран. Мы создаём новые промышленные предприятия с интеграцией технологий, обеспечивающих выпуск высокотехнологичной продукции.

# Участники экосистемы развития ИИ: Ассоциации и общественные организации

## Альянс по развитию ИИ (AI-Russia Alliance)



Проект был создан в 2019 г. компаниями-участниками Альянса в сфере искусственного интеллекта: VK, МТС, Яндекс, Сбер, Газпром нефть, РФПИ. Куратор AI Russia – VK. Цель его создания – совместное развитие компетенций и ускоренное внедрение ИИ в образовании, научных исследованиях и деятельности бизнеса.

Позднее AI Russia запустил библиотеку эффективных примеров внедрения ИИ с целью демонстрации конкретных кейсов внедрения технологий ИИ в различных отраслях России.

В 2023 г. Альянс запустил площадку при поддержке ведущих вузов для приведения учебного процесса в соответствие с требованиями рынка к качеству подготовки специалистов в сфере ИИ.

## Ассоциация лабораторий по развитию искусственного интеллекта (АЛРИИ)



Ассоциация обеспечивает доступ к мерам поддержки, обмену опытом разработчиков, представлению интересов сообщества в госорганах, участию в пилотах и карте заказов бизнеса в ИИ.

## АНО "Цифровые Технологии производительности"



Оператор Цифровой экосистемы производительности национального проекта "Производительность труда". Основной задачей организации по информации на 2022 г. является построение цифровой платформы "Эффективность.рф" для повышения эффективности взаимодействия потребителей и производителей цифровых решений. Платформа "Эффективность.рф" помогает бизнесу без найма дорогостоящих специалистов и создания собственных вычислительных мощностей начать цифровизацию предприятия. На сайте можно бесплатно провести диагностику предприятия, пройдя анкетирование и консультацию с экспертом. Он помогает определить уровень цифровой зрелости компании среди конкурентов отрасли со схожим оборотом и численностью сотрудников. Исходя из потребностей предприятия, платформа подбирает программное обеспечение для повышения эффективности работы производства, логистики, ИТ, маркетинга и продаж, управления финансами и персоналом. Предварительный отбор поставщиков гарантирует пользовательскую поддержку. Также эксперты помогают оформить закупку ПО и заявку на софинансирование, субсидию или грант.

## Центр стратегических разработок



Российская некоммерческая организация, разрабатывающая стратегии долгосрочного развития экономики Российской Федерации. Одно из направлений компетенций – цифровое развитие. Деятельность направления предполагает проведение исследований, анализ и экспертизу вопросов цифрового развития, подготовку методических и организационных материалов, а также предложений по разработке нормативных правовых актов в сфере цифровой трансформации, в том числе органов государственной власти и органов местного самоуправления. Область работы направления включает в себя такие вопросы цифровой трансформации, как цифровые двойники, управление данными, совершенствование бизнес-процессов, системы поддержки принятия решений, в том числе на основе анализа больших данных и технологий искусственных нейронных сетей, подготовка программ цифровой трансформации.

# Участники экосистемы развития ИИ: Ассоциации и общественные организации

Ассоциация "Искусственный интеллект  
в промышленности"

**АССОЦИАЦИЯ  
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**



Создана совместно ПАО "Газпром нефть" и АО "Технопарк Санкт-Петербурга", подведомственного Комитету по промышленной политике, инновациям и торговле. Деятельность ассоциации концентрируется на преодолении технологических вызовов разных отраслей промышленности. Индустриальные партнеры Ассоциации инвестируют значительные ресурсы в исследовательские проекты по ИИ на базе вузов, входящих в ассоциацию, а также помогают в развитии профессионального сообщества ученых, инженеров и разработчиков.

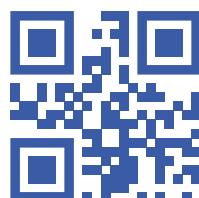
Российский союз промышленников и предпринимателей  
(РСПП)



РСПП включает более ста отраслевых и региональных объединений, представляющих ключевые сектора экономики: ТЭК, машиностроение, инвестиционно-банковскую сферу, а также оборонно-промышленный комплекс, строительство, химическое производство, легкую и пищевую промышленность, сферу услуг. Миссия союза предусматривает поддержку эффективных социально-трудовых отношений, которые способствуют высокой конкурентоспособности и увеличению доходов предприятий, росту производительности труда, безопасности рабочих мест, профессиональному и карьерному росту, обучению и саморазвитию работников, повышению качества и уровня их жизни, достижению разумного баланса между рабочим и свободным временем. Организация является значимой для экосистемы ИИ в обрабатывающей промышленности.

# Участники экосистемы развития ИИ: Институты развития

## Фонд Сколково



Фонд "Сколково" – современный научно-технологический инновационный комплекс по разработке и коммерциализации новых технологий, который был создан в 2010 г. Фонд "Сколково" выступает в качестве института развития в рамках федерального проекта "Искусственный интеллект". Ежегодно Фонд "Сколково" объявляет о новом конкурсном отборе проектов российских компаний, внедряющих инновационные отечественные решения, основанные на технологиях искусственного интеллекта. Сумма гранта в 2022 г. составляет от 20 до 100 млн руб.

## Российский фонд развития информационных технологий



Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ) – оператор государственной поддержки разработки и внедрения российских цифровых решений, осуществляемой Минцифры России в рамках федерального проекта "Цифровые технологии" национальной программы "Цифровая экономика" с 2017 г. Фонд входит в группу ВЭБ.РФ.

## Фонд национальной технологической инициативы



Фонд НТИ – проектный офис Национальной технологической инициативы, оказывает финансовую и экспертную поддержку компаниям для реализации проектов НТИ из средств федерального бюджета.

НТИ – это объединение представителей бизнеса и экспертных сообществ для развития в России перспективных технологических рынков и отраслей, которые могут стать основой мировой экономики. В рамках НТИ реализуется несколько "дорожных карт", в том числе Фуднет – интеграция новых наукоемких технологий, от роботизации и ИТ в сегментах Агротех и Фудтех до биотехнологий.

## Российский фонд прямых инвестиций



РФПИ осуществляет прямые инвестиции в лидирующие и перспективные российские компании совместно с ведущими инвесторами. Фонд создан в соответствии с Распоряжением Правительства Российской Федерации от 7 июня 2006 г. № 838-р с целью стимулирования создания в России собственной индустрии венчурного инвестирования, развития инновационных отраслей экономики и продвижения на международный рынок российских наукоемких технологических продуктов

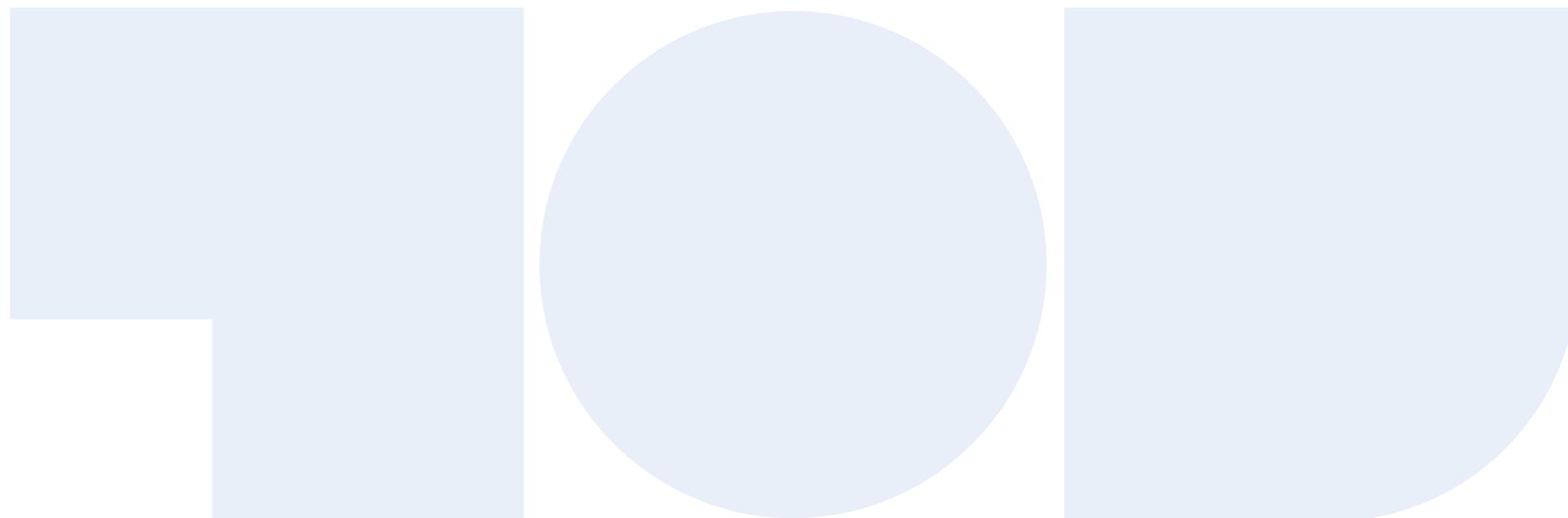
# Участники экосистемы развития ИИ: Институты развития

Фонд содействия инновациям



Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд содействия инновациям) – государственная некоммерческая организация в форме федерального государственного бюджетного учреждения, образованная в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 3 февраля 1994 г. № 65. Фонд ежегодно устраивает конкурс на соискание гранта в развитии цифровой экономики, включая проекты с ИИ.

---



# Нормативно-правовая база ИИ в промышленности РФ

- Федеральный закон "О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации – городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10 Федерального закона "О персональных данных" от 24.04.2020 N 123-ФЗ (ФЗ 24.04.2020 N 123-ФЗ)
- Перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам конференции "Путешествие в мир искусственного интеллекта" от 29 января 2023 г. № Пр-172
- Перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам конференции "Путешествие в мир искусственного интеллекта" от 31 декабря 2020 г. № Пр-2242
- Федеральный проект "Искусственный интеллект". "Паспорт федерального проекта "Искусственный интеллект" национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации" (приложение N 3 к протоколу президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности от 27.08.2020 N 17) (Федеральный проект 27.08.2020 N 17)
- Распоряжение Правительства РФ от 19.08.2020 N 2129-р Об утверждении Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года URL: <http://government.ru/docs/all/129505/>
- Распоряжение Правительства РФ от 07.11.2023 N 3113-р (ред. от 21.10.2024) Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности URL: <http://government.ru/docs/all/150406/>
- "Дорожная карта развития "сквозной" цифровой технологии "Компоненты робототехники и сенсорики" URL: <https://digital.gov.ru/ru/documents/6666/>
- Распоряжение Правительства РФ от 12.03.2024 N 581-р Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса до 2030 года URL: <http://government.ru/news/51101/>
- "Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их "цифровой зрелости" до 2024 года и на период до 2030 года" (утв. Минпромторгом РФ) URL: <http://static.government.ru/media/files/Yu4vXEtPvMyDVAw88UuBGB3dGEr6r8zP.pdf>
- 2024 Указ Президента РФ "О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации" и в Национальную стратегию, утвержденную этим Указом", Президент РФ URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731>
- 2023 Концепция технологического развития на период до 2030 года, Правительство Российской Федерации URL: <http://government.ru/news/48570/>
- Распоряжение Правительства РФ от 22.10.2021 г. № 2998-р Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации государственного управления URL: <http://government.ru/docs/all/137180/>
- Приказ Минэкономразвития России "Об утверждении критериев определения принадлежности проектов к проектам в сфере искусственного интеллекта" (от 29.06.2021 N 392).
- Распоряжение Правительства РФ от 22.10.2021 г. № 2998-р Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации государственного управления URL: <http://government.ru/docs/all/137180/>
- Перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам конференции "Путешествие в мир искусственного интеллекта" от 29 января 2023 г. № Пр-172
- Перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам конференции "Путешествие в мир искусственного интеллекта" от 31 декабря 2020 г. № Пр-2242

- Федеральный проект "Искусственный интеллект". "Паспорт федерального проекта "Искусственный интеллект" национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации" (приложение N 3 к протоколу президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности от 27.08.2020 N 17) (Федеральный проект 27.08.2020 №17)
- Постановление Правительства РФ от 31.03.2021 № 505-20 "О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности"
- Постановление Правительства РФ от 23.08.2021 № 1380 "Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на финансовое обеспечение части затрат на разработку конкурентоспособных нишевых аппаратно-программных комплексов для целей искусственного интеллекта" (Содержит: Субсидии предоставляются в рамках подпрограммы "Развитие производства систем интеллектуального управления" государственной программы Российской Федерации "Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности".)
- Распоряжение Правительства РФ от 06.06.2020 № 1512-р "Об утверждении Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 года и на период до 2035 года" (Содержит: внедрение технологий искусственного интеллекта в обрабатывающих отраслях промышленности)
- Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 "О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года" (Содержит: обеспечение технологической независимости и формирование новых рынков по таким направлениям, как биоэкономика, сбережение здоровья граждан, продовольственная безопасность, беспилотные авиационные системы, средства производства и автоматизации, транспортная мобильность (включая автономные транспортные средства), экономика данных и цифровая трансформация, искусственный интеллект, новые материалы и химия, перспективные космические технологии и сервисы, новые энергетические технологии (в том числе атомные))
- Распоряжение Правительства РФ от 17.01.2020 № 20-р (ред. от 21.10.2024) "Об утверждении Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года" (Содержит: К формирующимся рынкам будущего относятся нейротехнологии и искусственный интеллект, устройства на квантовых технологиях, промышленный интернет, робототехника и сенсорика, устройства виртуальной и дополненной реальности. Необходимо внедрить практику постоянной актуализации перечня перспективных технологий отрасли в формате ежегодного отраслевого технологического прогноза, обеспечить межотраслевую интеграцию и трансфер технологий разработки и производства электронной продукции, создать технологический задел в виде программно-аппаратных комплексов, обеспечивающих реализацию сквозных технологий: большие данные, нейротехнологии и искусственный интеллект, системы распределенного реестра, квантовые технологии, компоненты робототехники и сенсорика, промышленный интернет, технологии беспроводной связи, технологии виртуальной и дополненной реальности.).

# Авторы

## АНО "Цифровая экономика"

Куратор проекта  
**Осадчук Евгений**

Руководитель проекта  
**Лапшина Ксения**

Главный аналитик  
**Зарубин Николай**

Ведущий аналитик  
**Ольшницкая Варвара**

## Команда соавторов

**Биленко Павел**

**Биленко Мария**

**Фадеев Дмитрий**

**Морозов Алексей**  
Доктор технических наук

**Чистяков Антон**

**Трубашевский Дмитрий**

## Эксперты

**Алтухов Дмитрий**  
АНО "Цифровая экономика"

**Артемов Артем**  
Диджикай

**Артемов Денис**  
Сколтех

**Береснев Вячеслав**  
Алрии

**Биленко Мария**  
ИКФ Умное производство, Диджикай

**Биленко Павел**  
ИКФ Умное производство, Диджикай

**Бирбраер Радислав**  
Доктор технических наук ИКФ Умное производство

**Боровков Алексей**  
Политех (Санкт-Петербургский  
Политехнический Университет Петра  
Великого)

**Букреев Андрей**  
Vizorlabs

**Бурнаев Евгений**  
Сколтех

**Бухановский Александр**  
ИТМО

**Ващенко Ольга**  
Сибур

**Горбачев Роман**  
МФТИ

**Граденко Михаил**  
Интеллекtronика

**Гулянский Игорь**  
InlineGroup

**Жданова Ирина**  
Масштаб

**Казарян Карен**  
АНО "Цифровая экономика"

**Карантаева Мария**  
Билайн

**Кацер Юрий**  
Conundrum.ai

**Киреев Ильяс**  
Positive Technology

# Авторы

**Клебанов Дмитрий**  
Piklema

**Клименко Максим**  
Сколтех

**Козлов Владимир**  
Persona Talent

**Кравченко Константин**  
Россети

**Легостаева Светлана**  
Консорциум «Вычислительная техника»

**Лещенко Владимир**  
Росатом

**Макин Алескей**  
РэдМэд Роботс

**Мартынов Александр**  
K2Tech

**Мельникова Алиса**  
Сибур

**Меркулов Сергей**  
Сегежа

**Мешков Станислав**  
Umbrella IT

**Мещеряков Евгений**  
Т Плюс

**Молев Никита**  
Диджикай

**Морозов Алексей**  
ИКФ Умное производство

**Музалевская Екатерина**  
Эксперт по цифровой трансформации

**Николаев Сергей**  
CyberPhysics

**Оселедец Иван**  
AIRI

**Петухов Илья**  
Directum

**Подкорытов Павел**  
Napoleon IT

**Потапова Светлана**  
Северсталь Диджитал

**Романов Евгений**  
Лаборатория измерительных систем

**Рыбаков Андрей**  
Ctrl2GO Solutions

**Степанов Аполлон**  
Цифрум

**Трубашевский Дмитрий**  
Синтезиум

# Основные определения

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ (ИИ, AI)** – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека.

**ГЕНЕРАТИВНЫЙ ИИ** – раздел искусственного интеллекта, который использует модели машинного обучения для создания совершенно новых результатов на основе обучающего набора.

**СТЕК ТЕХНОЛОГИЙ** – набор технологий, которые используются для разработки программного обеспечения или решения конкретной задачи.

**МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ** – процесс обучения компьютеров и других систем на основе имеющихся данных с целью автоматического извлечения знаний и принятия решений.

**ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА** – использование статистических и математических методов для выявления скрытых закономерностей и составления прогнозов о будущих событиях или поведении систем.

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА** – методы, направленные на создание принципиально новой научно–технической продукции, в том числе в целях разработки универсального искусственного интеллекта.

**ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ** – компьютеры, серверы и другое оборудование, предназначенное для выполнения большого объема вычислений за короткий промежуток времени.

**ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ (IOT)** – сеть физических объектов, оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом и с внешней средой, обычно через интернет.

**ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ (ВКЛ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ)** – виртуальные копии реальных объектов, процессов или систем, используемые для моделирования, анализа и оптимизации их поведения.

**БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ (BIG DATA)** – массивы разнообразных данных, которые характеризуются высокой скоростью генерации, разнообразием форматов и источников, а также сложностью обработки традиционными методами.

**МОДЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА** – обобщенные понятные сценарии применения технологий ИИ, которые направлены на решение конкретной функции или "боли" бизнеса и дают положительные измеримые эффекты

**ПРОМЫШЛЕННОСТЬ** – это совокупность отраслей экономики, занимающихся производством товаров и услуг с использованием механизированных процессов и технологий. Она включает в себя переработку сырья, производство готовой продукции, а также услуги, связанные с этим производством.

**МАШИНОСТРОЕНИЕ** – отрасль промышленности, занимающаяся производством машин, оборудования, приборов и т.д., в том числе являющихся средствами производства.

**ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ** – комплекс отраслей по добыче и обогащению полезных ископаемых.

**ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ** – группа промышленных отраслей, производящих пищевые продукты в готовом виде или в виде полуфабрикатов, а также напитки, табачные изделия, в некоторых классификациях – также мыло и моющие средства (на жировых производствах).

**ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ** – отрасль промышленности, включающая производство продукции из углеводородного, минерального и другого сырья путём его химической переработки.

**МЕТАЛЛУРГИЯ** – отрасль промышленности, охватывающая процессы получения металлов из руд или других видов сырья, а также процессы, связанные с изменением химического состава, структуры и свойств металлических сплавов и производством разнообразных металлических изделий из них.

## Основные определения

**ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОЭЛЕКТРОНИКА** – это область промышленности, занимающаяся исследованием, проектированием, производством электронных приборов.

**ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНАЯ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ** – комплекс отраслей, включающий заготовку древесины в лесах, её обработку и переработку.

**РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ** – отрасль промышленности, которая занимается разработкой, производством, запуском, эксплуатацией космических аппаратов различного назначения.

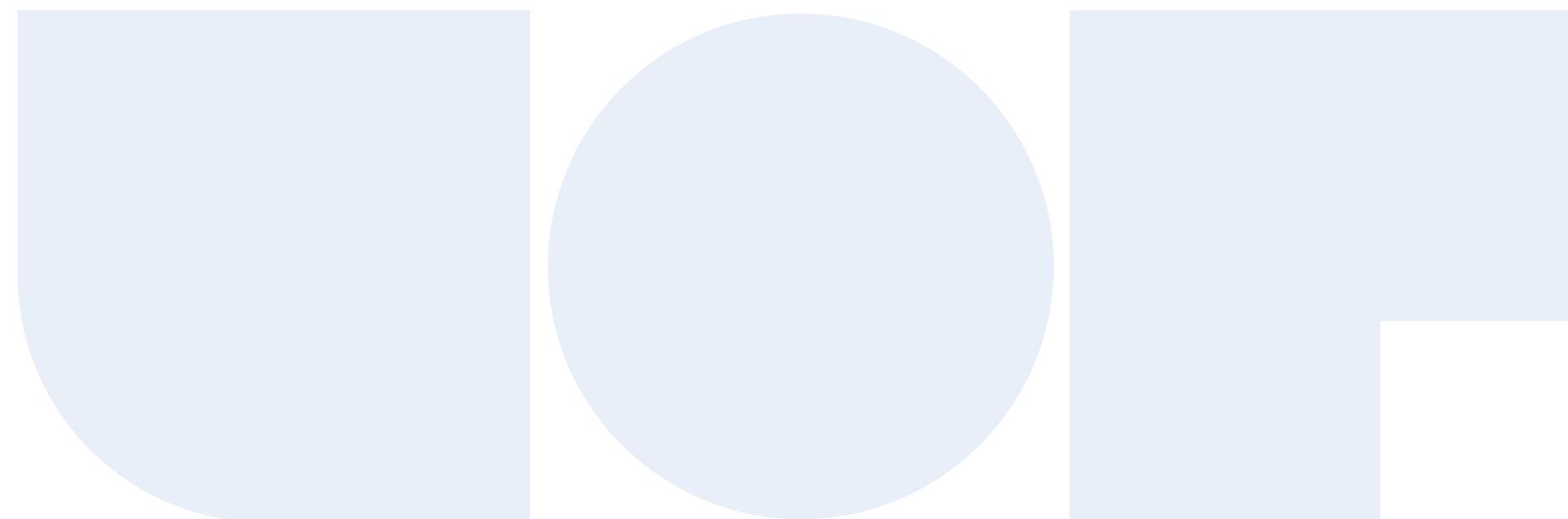
**ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ** – совокупность отраслей промышленности, производящих главным образом предметы массового потребления из различных видов сырья.

**ОБРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ** – отрасль промышленности, в качестве сырья в которой используются продукты сельского хозяйства (хлопок, шерсть и т. д.) или добытые добывающей промышленностью (нефть, природный газ, руда и т. д.), обрабатываемые вручную или с помощью машин.

**НЕФТЕГАЗОВАЯ ОТРАСЛЬ** – это одна из отраслей тяжёлой индустрии, которая включает в себя разведку газовых и нефтяных месторождений, проведение изысканий, бурение скважин, добычу нефти и газа, организацию транспортировки добытых ресурсов посредством прокладки трубопроводов.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ** – это область хозяйственно-экономической деятельности, науки и техники, охватывающая энергетические ресурсы, производство, передачу, преобразование, аккумулирование и распределение различных видов энергии.

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА** – методы, направленные на создание принципиально новой научно-технической продукции, в том числе в целях разработки универсального (сильного) искусственного интеллекта (автономное решение различных задач, автоматический дизайн физических объектов, автоматическое машинное обучение, алгоритмы решения задач на основе данных с частичной разметкой и (или) незначительных объемов данных, обработка информации на основе новых типов вычислительных систем, интерпретируемая обработка данных и другие методы).



# Источники

## Нормативно-правовые акты

1. Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. N 490 "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации" (вместе с "Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года"). URL: <https://base.garant.ru/72838946/>
2. Федеральный закон от 31.07.2020 N 258-ФЗ (ред. от 02.07.2021) "Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации"
3. Распоряжение Правительства РФ от 19.08.2020 N 2129-р Об утверждении Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года URL: <http://government.ru/docs/all/129505/>
4. Распоряжение Правительства РФ от 07.11.2023 N 3113-р (ред. от 21.10.2024) Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности URL: <http://government.ru/docs/all/150406/>
5. Распоряжение Правительства РФ от 12.03.2024 N 581-р Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса до 2030 года URL: <http://government.ru/news/51101/>
6. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 57558-2017/ISO/ASTM 52900:2015.

## Отраслевые и технологические исследования

1. Precedence Research. AI in Transportation Market Size to Surpass USD 14.79 Bn by 2030. 2023
2. НИУ ВШЭ. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты. 2021.
3. НИУ ВШЭ. Цифровая трансформация: ожидания и реальность. 2022.
4. Университет Иннополис, Межотраслевой центр трансфера технологий. Применение искусственного интеллекта в приоритетных отраслях экономики. 2023. URL: [https://innopolis.university/filespublic/patentnyj\\_landshaft.pdf](https://innopolis.university/filespublic/patentnyj_landshaft.pdf)
5. Холдинг Т1. Публичная цифровая зрелость B2B. Выпуск 2. 1H2023. 2023
6. Федеральная служба государственной статистики. Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (итоги статнаблюдения по ф. № 3-информ). 2023. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>
7. Искусственный интеллект в России: кто, что и как внедряет URL: <https://issek.hse.ru/news/862013645.html> 2023 г.
8. Национальный центр развития ИИ при Правительстве РФ. Индекс готовности приоритетных отраслей Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта. 2023.
9. AI and robotics integration: Transforming production and automation. 2024. URL: <https://kestria.com/insights/ai-and-robotics-integration-transforming-production/>
10. AI in Logistics: A Complete Guide with Use Cases. 2024. URL: <https://www.jellyfishtechnologies.com/ai-in-logistics-a-complete-guide/>
11. AI in Manufacturing: Transforming the Assembly Line with Robotics. 2024. URL: <https://visionbot.com/ai-in-manufacturing-transforming-the-assembly-line-with-robotics/>
12. Artificial Intelligence (AI) companies in Transportation and Logistics Tech in Russia. 2024. URL: [https://tracxn.com/d/artificial-intelligence/ai-startups-in-transportation-and-logistics-tech-in-russia/\\_o9zOrglO2dKWNWgylGaat7ExNyetPi-5JNMtG8wjdlTU/companies](https://tracxn.com/d/artificial-intelligence/ai-startups-in-transportation-and-logistics-tech-in-russia/_o9zOrglO2dKWNWgylGaat7ExNyetPi-5JNMtG8wjdlTU/companies)
13. Yakov and partners, Yandex. Artificial Intelligence in Russia – 2023: Trends and Outlook. 2023. URL: [https://yakov.partners/upload/iblock/6af/c76e73a1nuff7dphd-f3lig8h74m4u0zm/20231218\\_AI\\_future\\_eng.pdf](https://yakov.partners/upload/iblock/6af/c76e73a1nuff7dphd-f3lig8h74m4u0zm/20231218_AI_future_eng.pdf)
14. В России запустили 10 венчурных фондов за два года. 2023. URL: <https://www.forbes.ru/svoi-biznes/501068-v-rossii-zapustili-10-venchurnyh-fondov-za-dva-goda>
15. PITCHBOOK URL: <https://pitchbook.com/profiles/company/458289-55>, GENERAL CATALYST <https://www.generalcatalyst.com/perspectives/our-investment-in-re-build>
16. [t.me/uac\\_ru/1034](https://t.me/uac_ru/1034)
17. LEAP 71 hot-fires 3D-printed liquid-fuel rocket engine designed through Noyron Computational Model. 2024. URL: <https://leap71.com/2024/06/18/leap-71-hot-fires-3d-printed-liquid-fuelrocket-engine-designed-through-noyron-computational-model/>, 2023
18. Getting a head start with generative AI in industrial manufacturing. 2023. URL: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/sg/pdf/2023/09/kpmg-generative-ai-survey-report-industrial-manufacturing.pdf>
19. 20 Examples of Generative AI Applications Across Industries. 2024. URL: <https://www.coursera.org/articles/generative-ai-applications>.
20. Adopting AI at speed and scale: The 4IR push to stay competitive. 2024. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/adopting-ai-at-speed-and-scale-the-4ir-push-to-stay-competitive>.
21. Multicloud Evolution, Strategic Data Practices, and Commoditization of AI Among Key Trends to Watch in 2023, According to Rackspace Technology. 2024. URL: <https://www.rackspace.com/newsroom/key-trends-watch-2023-according-rackspace-technology>.
22. Нейросети в IT: как рынок труда изменится под влиянием искусственного интеллекта. 2024. URL: <https://blogs.forbes.ru/2024/05/07/nejroseti-v-it-kak-rynok-truda-izmenitsja-pod-vlijaniem-iskusstvennogo-intellekta/>
23. 2023 Искусственный интеллект в России – 2023: тренды и перспективы, Яков и Партнеры, Яндекс. 2023. URL: [https://ai.gov.ru/knowledgebase/infrastruktura-ii/2023\\_iskusstvennyu\\_intellekt\\_v\\_rossii\\_2023\\_trendy\\_i\\_perspektivy\\_yakov\\_i\\_partnery\\_yandeks/](https://ai.gov.ru/knowledgebase/infrastruktura-ii/2023_iskusstvennyu_intellekt_v_rossii_2023_trendy_i_perspektivy_yakov_i_partnery_yandeks/)
24. How businesses can close China's AI talent gap. 2023. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/how-businesses-can-close-chinas-ai-talent-gap>
25. В России вырос спрос на специалистов в области ИИ в три раза. 2023. URL:

- <https://telesputnik.ru/materials/trends/news/v-rossii-vyros-spros-na-specialistov-v-oblasti-ii-v-tri-raza>
26. The state of AI regulation around the world. 2024. <https://www.techmonitor.ai/digital-economy/ai-and-automation/the-state-of-ai-regulation-around-the-world>
  27. The AI regulations that aren't being talked about. Patterns in AI policies can expose new opportunities for governments to steer AI's development. 2023. URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/public-sector/ai-regulations-around-the-world.html>
  28. EU sets global standards with first major AI regulations: Here's what you need to know. 2023. URL: <https://www.weforum.org/stories/2023/12/europe-landmark-ai-regulation-deal/>
  29. РФПИ и ИТМО создадут международную платформу услуг и сервисов на базе искусственного интеллекта. 2023. <https://news.itmo.ru/ru/news/13516/>
  30. Цифровизация на производстве — ключевые тренды в 2024 году. 2024. URL: <https://www.rbc.ru/industries/news/65f2ce8a9a79472218673b81>
  31. Внедрение искусственного интеллекта в машиностроение: текущее состояние и перспективы. 2024. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-iskusstvennogo-intellekta-v-mashinostroenie-tekushee-sostoyanie-i-perspektivy>
  32. IoT Applications: 7 Real-World Examples Across Industries. 2023. URL: <https://www.thedroidsonroids.com/blog/iot-applications-examples-across-industries>
  33. AIoT — Artificial Intelligence of Things. URL: <https://www.bosch.com/stories/topics/aiot/>
  34. 24 Internet-of-Things (IoT) Companies You Should Know. 2024. URL: <https://builtin.com/articles/iot-internet-of-things-companies>
  35. AIoT: Transformations through Innovative Business Models and Smart Value Chains. URL: <https://www.bosch-softwaretechnologies.com/en/explore-and-experience/aiot-transformations-through-innovative-business-models-and-smart-value-chains/>
  36. AI is taking energy management to the next frontier. 2024. URL: <https://perspectives.se.com/blog-stream/ai-is-taking-energy-management-to-the-next-frontier>
  37. Schneider Electric leads firms in use of AI in energy optimization. 2024. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202407/10/WS668ddd5da31095c51c50d47a.html>
  38. Top Companies in Smart Infrastructure Industry - Siemens (Germany) and Schneider Electric (France). 2024. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/ResearchInsight/smart-infrastructure-market.asp>
  39. Использование искусственного интеллекта в управлении энергосистемами. 2023. URL: <https://scilead.ru/article/4847-ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-v-upra>
  40. Как используют ИИ в российской промышленности: реальный опыт. 2023. URL: <https://companies.rbc.ru/news/7hoJVFn4AP/kak-ispolzuyut-ii-v-rossijskoj-promyshlennosti-realnyij-opyit/>
  41. Пять примеров успешного использования ИИ на производстве. 2023. URL: <https://habr.com/ru/articles/727358/>
  42. Исследование: почти треть малых и средних компаний используют ИИ. 2024. URL: <https://ria.ru/20240520/issledovanie-1947163517.html>
  43. На паузе: как венчурный рынок России провел 2023 год. 2024. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/672ded3d9a7947e394b36a5d>
  44. VC-вектор в России: новый уровень требований к стартапам. 2024. URL: <https://delovoyimir.biz/vc-vektor-v-rossii-novyy-uroven-trebovaniy-k-startapam.html>
  45. Generative Design Market Report by Component (Software, Services), Deployment Model (On-premises, Cloud-based), Application (Product Design and Development, Cost Optimization, and Others), Industry Vertical (Automotive, Aerospace and Defense, Industrial Manufacturing, Architecture and Construction, and Others), and Region 2024-2032. 2024. URL: <https://www.imarcgroup.com/generative-design-market>
  46. Клуб аддитивных технологий, 2024, URL: <https://k-at.ru>
  47. Wohlers Report 2024 Analysis. Trends. Forecasts. 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry. 2024. URL: <https://wohlersassociates.com/product/wr2024/>
  48. Hexagon, Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG, URL: <https://hexagon.com/>
  49. Строить как птицы: на предприятиях ОАК внедряют аддитивные технологии. 2024. URL: <https://additiv-tech.ru/publications/stroit-kak-pticy-na-predpriyatiyah-oak-vnedryayut-additivnye-tehnologii.html>
  50. Проект "Топология" МГТУ им. Н.Э. Баумана (Приоритет 2030), URL: <https://bmstu.ru/>
  51. Industrial AI Market Report 2020-2025 URL: <https://iot-analytics.com/product/industrial-ai-market-report-2020-2025/>
  52. Аршавский А. Искусственный интеллект в металлургии. 2018. URL: [cloud-digital.ru/sites/default/files/13.25-13.45\\_arhavsky\\_nlmk\\_new.pdf](https://cloud-digital.ru/sites/default/files/13.25-13.45_arhavsky_nlmk_new.pdf)
  53. Russia's GDP boost from AI. 2023. URL: <https://thenota.com/post/2023/sep/27/russias-gdp-boost-from-ai/>
  54. Lakera. AI Security Trends 2024: Market Overview & Statistics. 2024. URL: <https://www.lakera.ai/blog/ai-security-trends>
  55. HiddenLayer 2024 AI Threat Landscape Report. 2024. URL: <https://hiddenlayer.com/threatreport2024/>
  56. Immuta. Data Security for AI (Immuta company artificial intelligence complicates data protection) URL: <https://www.immuta.com/product/data-access-governance/>
  57. От данных к действиям: как ИИ меняет российскую нефтехимию на примере СИБУРа. 2024. URL: <https://www.forbes.ru/spetsproekt/512531-ot-dannyh-k-dejstviyam-kak-ii-menaet-rossijskuu-neftehimiu-na-primere-sibura?erid=F7NfyUJCUnelrXUQVSqa>
  58. Build Manufacturing Accelerates Onshoring with the Acquisition of Cutting Dynamics, Inc. URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20210504006248/en/Re-Build-Manufacturing-Accelerates-Onshoring-with-the-Acquisition-of-Cutting-Dynamics-Inc>
  59. Cognitive automation: The next level of value creation through human-machine collaboration. 2021. URL: <https://www.pwc.in/assets/pdfs/consulting/technology/emerging-technologies/intelligent-automation/cognitive-automation.pdf>
  60. 21 Top Cognitive Computing Technologies Companies to Know. 2022. URL: <https://builtin.com/artificial-intelligence/cognitive-computing-technologies-companies>
  61. Тенденции автоматизации и роботизации производств в 2024 году. 2024. URL: <https://rosupack.com/ru/media/news/2024/september/24/avtomatizaciya-i-robotizaciya/>
  62. Lenovo Launches New Hybrid Cloud Platforms and Services to Accelerate AI. 2023. URL: <https://www.nasdaq.com/press-release/lenovo-launches-new-hybrid-cloud-platforms-and-services-to-accelerate-ai-2023-12-14>
  63. What is Hybrid AI? Everything you need to know. 2022. URL: <https://fastdatascience.com/ai-for-business/what-is-hybrid-ai-everything-you-need-to-know/>
  64. Patterns of Artificial Intelligence Adoption in Small and Medium Businesses. 2024. URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-59858-6\\_26](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-59858-6_26)
  65. The New Normal: The status quo of AI adoption in SMEs. 2024. URL: <https://icsb.org/ayman-tarabishy/the-new-normal-the-status-quo-of-ai-adoption-in-smes/>
  66. Russia AI Robotics Market Analysis, Size, and Forecast by Type, Component, and End User Industry: 2019-2032. 2024. URL: <https://www.datacube-research.com/russia-ai-robotics-market>
  67. AI in Robotics Statistics By Industry, Robot Type And Market Size. 2024. URL: <https://www.coolnest-gadgets.com/ai-in-robotics-statistics/>
  68. В России появился автономный робот-гуманоид с ИИ вместо мозга для работы на складе. 2024. URL: <https://www.gazeta.ru/science/news/2024/06/14/23244277.shtml?updated;%20https://uavprof.com/solutions/avtonomnyi-dronoport/>
  69. Автономный дронпорт. 2024. URL: <https://uavprof.com/solutions/avtonomnyi-dronoport/>
  70. ДРОНОПОРТ HIVE. URL: <https://navigator.sk.ru/orn/1124572>

## Примеры решений на базе ИИ

1. Как определять объекты на пересыпе – кейс rdl by red\_mad\_robot с "Еврохим" и ERG. 2023.  
URL: <https://habr.com/ru/companies/redmadrobot/articles/711534/>
2. На вес золота: как получать данные о размере и составе руды за секунды, а не часы. 2022.  
URL: <https://vc.ru/ai/437894-na-ves-zolota-kak-poluchat-dannye-o-razmere-i-sostave-rudy-za-sekundy-a-ne-chasy>
3. Алексей Клоков – Галопом по производствам: ML в Норникеле. 2023.  
URL: <https://www.youtube.com/watch?v=KXWUyZOYzs4&t=332s>
4. В Росатоме разработали цифровую систему управления атомной отраслью "Навигатор". 2023.  
URL: <https://tass.ru/ekonomika/17224283>
5. На ММК-МЕТИЗ испытывают беспилотный "Урал". 2023.  
URL: <https://mmk-metiz.ru/company/novosti-mmk-metiz/na-mmk-metiz-ispytyvayut-bespilotnyy-ural/>
6. "Газпром нефть" научила искусственный интеллект создавать рецептуры моторных масел. 2023.  
URL: <https://tass.ru/ekonomika/17840657>
7. "Газпром нефть" начала перевозки грузов в Арктике беспилотным автотранспортом. 2023.  
URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/gazprom-neft-nachala-perevozki-gruzov-v-arktike-bespilotnym-avtotransportom-/>
8. "Северсталь" увеличила производительность стана 2000 с помощью машинного обучения. 2023.  
URL: [https://www.cnews.ru/news/line/2023-05-11\\_severstal\\_uzvelichila\\_proizvoditelnost](https://www.cnews.ru/news/line/2023-05-11_severstal_uzvelichila_proizvoditelnost)
9. "Ростех" начал оценивать качество деталей авиадвигателей с помощью нейросетей. 2023.  
URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/225274/2023-04-07/2023-w14/rostekh-nachal-ocenivat-kachestvo-detaley-aviadvigatelay-pomoschyu-neyrosetey>
10. На "Норильской обогатительной фабрике" заработал умный помощник флотаторов. 2023.  
URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/225235/2023-04-05/2023-w14/norilskoy-obogatitelnoy-fabrike-zarabotal-umnyy-pomoschnik-flotatorov>
11. Быстринский комбинат начал использовать ИИ для безопасности сотрудников. 2023.  
URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/226103/2023-05-15/2023-w20/bystrinskiy-kombinat-nachal-ispolzovat-ii-dlya-bezopasnosti-sotrudnikov>
12. ИИ повышает эффективность производства "Северсталь-метиз". 2023.  
URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/225055/2023-03-29/2023-w13/ii-povyshaet-effektivnost-proizvodstva-severstal-metiz>
13. ММК тестирует беспилотные "Камазы". 2023.  
URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/223727/2023-01-09/2023-w02/mmk-testiruet-bespilotnye-kamazы>
14. "Роснефть" внедрит нейросети в обработку данных сейсморазведки. 2023.  
URL: <https://www.gazeta.ru/business/news/2023/02/20/19792297.shtml?updated>
15. "Норникель" и Рексофт создают отечественную систему оптимизации управления флотацией с применением видео-аналитики и ИИ. 2024. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/236089/2024-11-05/2024-w45/1012/nornikel-i-reksoft-sozdayut-otechestvennuyu-sistemu-optimizacii-upravleniya-flotaciy-primeneniyem-video-analitiki-i-ii>
16. "Техноколь" повышает продуктивность взаимодействия с клиентами при помощи ИИ. 2024. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/235888/2024-10-23/2024-w43/1012/tekhnonikol-povyshaet-produktivnost-vzaimodeystviya-klientami-pri-pomoschi-ii>
17. Группа НЛМК открыла лабораторию генеративного искусственного интеллекта. 2024. URL: <https://kodeks.ru/news/read/gruppa-nlmm-otkryla-laboratoriyu-generativnogo-iskusstvennogo-intellekta>
18. ИИ следит за работой доменных печей на ММК. 2024. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/234790/2024-08-19/2024-w34/1012/ii-sledit-za-rabotoy-domennykh-pechey-mmk>
19. СУЭК развивает управление строительством с помощью цифровой модели на базе ИИ. 2024. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/234631/2024-08-06/2024-w32/1012/suek-razvivaet-upravlenie-stroitelstvom-pomoschyu-cifrovoy-modeli-baze-ii>
20. "Северсталь" с помощью нейросетей проинспектирует оцинкованный прокат. 2024. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/234337/2024-07-15/2024-w29/1012/severstal-pomoschyu-neyrosetey-proinspektiruet-ocinkovannyy-prokat>
21. "Русал" инвестирует во внедрение ИИ на алюминиевых заводах. 2024. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/233127/2024-05-14/2024-w20/1012/rusal-investiruet-vo-vnedrenie-ii-alyuminievykh-zavodakh>

22. НЛМК тестирует применение ИИ для ускорения разработки программных решений. 2024. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/232512/2024-04-05/2024-w14/1012/nlmk-testiruet-primeneniye-ii-dlya-uskoreniya-razrabotki-programmnykh-resheniy>
23. "Тексел" упростил производственные процессы с помощью ИИ. 2024. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/231557/2024-02-13/2024-w07/1012/teksel-uprostit-proizvodstvennyye-processy-pomoschyu-ii>
24. ИИ помог повысить эффективность производства гибкой упаковки. 2024. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/231556/2024-02-13/2024-w07/1012/ii-pomog-povysit-effektivnost-proizvodstva-gibkoy-upakovki>
25. "Камаз" использует систему компьютерного зрения для контроля качества. 2024. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/231125/2024-01-22/2024-w04/1012/kamaz-ispolzuet-sistemu-kompyuternogo-zreniya-dlya-kontrolya-kachestva>
26. Машинное зрение помогает в производстве чугуна на ММК. 2024. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/231079/2024-01-18/2024-w03/1012/mashinnoe-zrenie-pomogaet-proizvodstve-chuguna-mmk>
27. "АвтоМаш" повышает качество сборки автофургонов с помощью машинного зрения. 2024. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/231060/2024-01-17/2024-w03/1012/avtomash-povyshaet-kachestvo-sborki-avtofurgonov-pomoschyu-mashinnogo-zreniya>
28. ММК исключит дефекты металлопроката с помощью технологии машинного зрения. 2023. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/229770/2023-10-27/2023-w43/1012/mmk-isklyuchit-defekty-metalloprokata-pomoschyu-tekhnologii-mashinnogo-zreniya>
29. Свеза: Plycounter Мобильное приложение. 2024. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Свеза:\\_Plycounter\\_Мобильное\\_приложение](https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Свеза:_Plycounter_Мобильное_приложение)

## Открытые библиотеки кейсов внедрения ИИ

1. AI Russia. Библиотека эффективных кейсов. URL: <https://ai-russia.ru/#slide-2>
2. Startup Guide. Стартап-Навигатор Москвы. URL: <https://startupguide.innoagency.ru>
3. АЛРИИ. Союз команд разработчиков в ИИ для достижения технологического лидерства РФ в мире. URL: <https://alrii.ru>
4. Цифробанк. CDO2DAY. URL: <https://cdo2day.ru/cases/>
5. Инновационный центр Сколково. URL: <https://navigator.sk.ru>
6. ICT.Moscow. URL: <https://ict.moscow/projects/ai/?goTo=cases>
7. Цифровое Подмосковье. URL: <https://digital.mosreg.ru/aisolutions>
8. CDO2DAY URL: <https://cdo2day.ru/>
9. ТехЛид URL: [техлид.рф](https://techlead.ru)

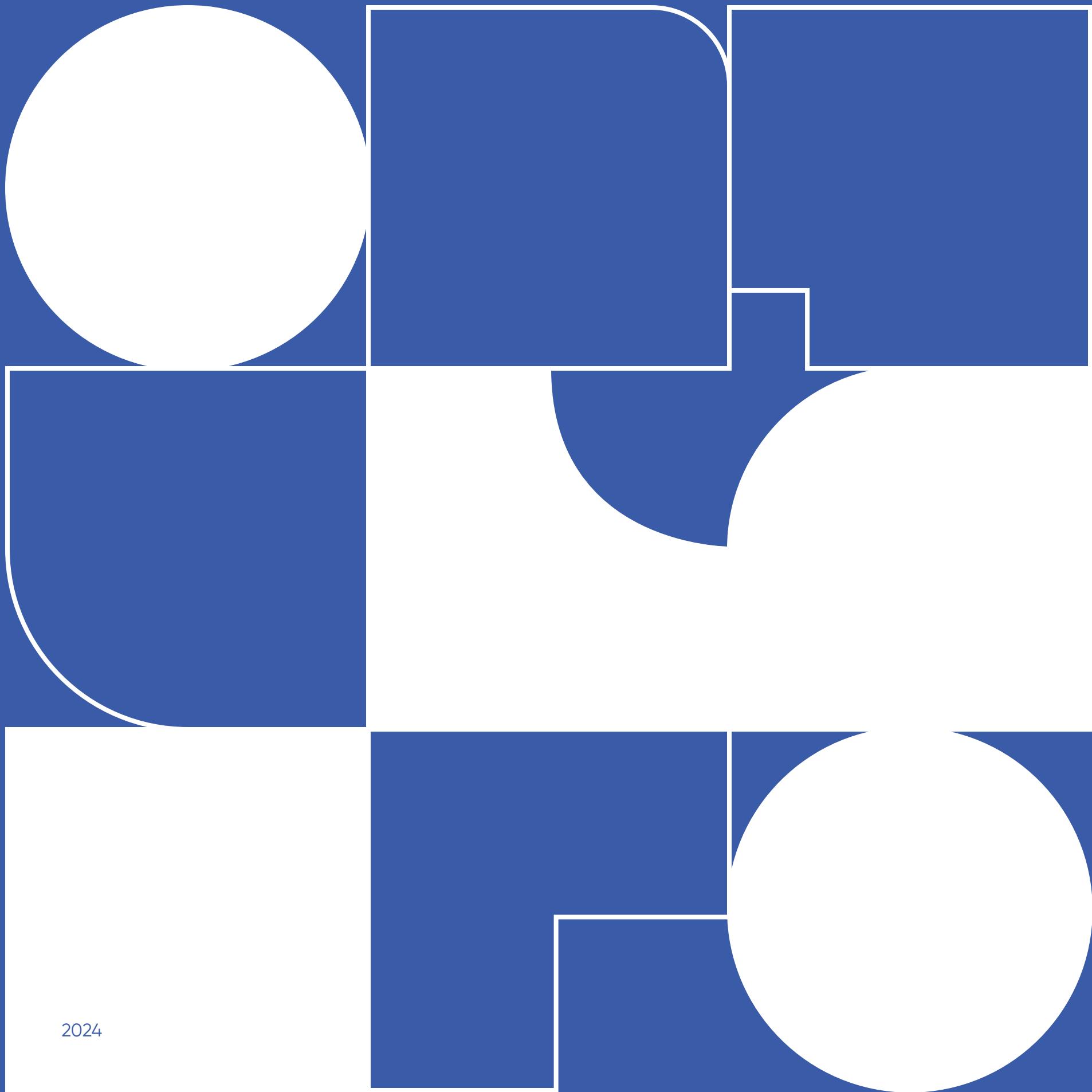
Источник фотографий на страницах 9, 12, 22, 23, 54 – промышленная группа КОНАР



Сайт АНО "Цифровая экономика"  
d-economy.ru



Сайт проекта  
"Технологическое лидерство 2030"  
техлид.рф



2024