

# Эффективные отечественные практики на базе технологий искусственного интеллекта в обрабатывающей промышленности

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ  
НОЯБРЬ 2022

# Эффективные отечественные практики на базе технологий искусственного интеллекта в обрабатывающей промышленности

---



**Дмитрий Чернышенко**  
Заместитель  
Председателя  
Правительства  
Российской  
Федерации

Очевидно, что внедрение технологии искусственного интеллекта дает осязаемый эффект отраслям и российской экономике. Процент внедрения искусственного интеллекта в отдельных отраслях на данный момент в России достигает до 20, а к 2024 г. этот показатель составит не менее 50%. Мы ожидаем, что к 2025 г. технология будет массово применяться органами государственной власти и корпорациями. А в стране сформируется единая система национального регулирования, разрешающая масштабное и безопасное использование искусственного интеллекта.



**Василий Шпак**  
Заместитель  
Министра  
промышленности  
и торговли  
Российской  
Федерации

С внедрением цифровых решений на предприятиях появляется огромное количество данных для аналитики. Работа с ними при применении технологий искусственного интеллекта может перевести на совершенно новый уровень управления бизнес-процессами, значительно оптимизировать их. Например, автоматизация управления травильным агрегатом на основе анализа показаний датчиков в режиме реального времени позволяет «Северстали» увеличивать производство металла на 80 тыс. тонн в год. А использование цифрового двойника станка на мощностях «Сегежа Групп» привело к увеличению производства бумаги больше чем на 300 тыс. тонн в год. Да, эти примеры пока, к сожалению, не системны и относятся, скорее, к деятельности пионеров внедрения ИИ в нашей стране. Но именно в этом наша задача – распространить лучшие практики и максимально помочь в их масштабировании на производственные процессы по всей стране. За использованием искусственного интеллекта будущее, и здесь мы просто обязаны занять свою нишу и взять максимум от появляющихся возможностей.



**Максим Колесников**  
Заместитель  
Министра  
экономического  
развития РФ

По прогнозам экспертов технологии искусственного интеллекта способны существенно повысить эффективность производственных и бизнес-процессов, дать импульс развитию экономики страны в целом. Это особенно актуально в текущей ситуации: где-то как инструмент снижения издержек бизнеса, где-то как инструмент разработки новых продуктов и развития рынков.



**Сергей Плуготаренко**  
Генеральный  
директор  
АНО «Цифровая  
экономика»

Сегодня существует кратный разрыв в России и мире по уровню внедрения ИИ. Тут важно отметить, что сейчас технологии ИИ внедряются очень неравномерно. При этом ИИ в промышленности – одно из самых перспективных направлений.

Оно уже принесло компаниям, внедряющим такие технологии 5% рост рентабельности. Эксперты отмечают, что внедрение технологий ИИ может сыграть ключевую роль в росте ВВП страны на 1% уже к 2025 г.

В 2020 году средний уровень внедрения ИИ-решений в мире составил 54%, в то время, как в России в 2021 году этот показатель был зафиксирован на уровне 21%.

И вот главный вывод: да, мы отстаем в моменте, но обладаем большим потенциалом

в ближайшем будущем. В нашей стране есть сотни тысяч талантливых специалистов, которые умеют создавать ИИ-решения, есть компании-первопроходцы, которые уже активно используют технологии искусственного интеллекта, есть опыт внедрения таких решений.

Поэтому крайне важно как для бизнеса, так и для государства наращивать ИИ-компетенции в промышленности, исследовать лучшие кейсы и практики применения. В нашем отчете мы собрали лучшие кейсы и хотим рассказать о них.

По состоянию на конец 2021 г. в сфере промышленности только 16% компаний занимались внедрением искусственного интеллекта. В мире этот показатель в несколько раз выше. При этом стимулирование внедрения даже 2–3 типов решений может радикально улучшить ситуацию в отрасли за счет эффекта низкой базы, обеспечить экономический эффект для собственников предприятий и рост ВВП страны в целом. В данном отчете подробно разобраны кейсы внедрения решений на базе ИИ-технологий с подтвержденным бизнес-эффектом в разрезе конкретных отраслей обрабатывающей промышленности. Благодаря партнеров отчета, которые за счет своей экспертизы помогли существенно улучшить качество отчета и даже поучаствовали в роли авторов отдельных разделов. Надеюсь, что совместно с коллегами из Минпромторга России мы сможем стимулировать внедрение ИИ на уровне предприятий и организаций, что в конечном счете скажется на росте производительности труда и повышении эффективности нашей промышленности в целом.



**Алексей Сидорук**  
Директор по  
направлению  
«Цифровая  
трансформация  
отраслей и компаний»  
АНО «Цифровая  
экономика»

## Партнеры отчета

### ГОСУДАРСТВО



### АССОЦИАЦИИ



### ЦИФРОВОЙ БИЗНЕС



### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА



# Содержание

|    |                                                                                                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | Введение                                                                                                                                  |
| 10 | 1 Тренды ИИ в обрабатывающей промышленности                                                                                               |
| 20 | 2 Перечень процессов, в рамках которого могут быть применены решения ИИ                                                                   |
| 23 | 3 Кейсы успешного использования ИИ на предприятиях обрабатывающей промышленности в РФ                                                     |
| 24 | 3.1 Методология отбора кейсов                                                                                                             |
| 25 | Кейс №1. Контроль погрузки горной породы в думпкары и самосвалы методами машинного зрения                                                 |
| 26 | Кейс №2. Интеллектуальная система измерения круглого лесоматериала Smart Timber                                                           |
| 26 | Кейс №3. Рекомендательный сервис для ускорения работы стана горячей прокатки                                                              |
| 27 | Кейс №4. Рекомендательный сервис для управления длительностью и эффективностью процесса термообработки                                    |
| 27 | Кейс №5. Прогнозный сервис, определяющий оптимальный химический состав и набор ингредиентов для получения целевых характеристик продукции |
| 28 | Кейс №6. Предиктивная модель оптимизации загрузки шаров в горнорудные мельницы                                                            |
| 28 | Кейс №7. Универсальный индустриальный робот-манипулятор, использующий технологии компьютерного зрения                                     |
| 29 | Кейс №8. Робот, с помощью компьютерного зрения осуществляющий сортировку мусора для вторичной переработки                                 |
| 29 | Кейс №9. «Цифровой двойник» для отслеживания обрыва ленты на бумагоделательном оборудовании                                               |
| 30 | Кейс №10. «Цифровой ассистент» на базе искусственного интеллекта для автоматизации рутинной коммуникации                                  |
| 30 | Кейс №11. Система мониторинга и предиктивного анализа состояния промышленного оборудования SmartDiagnostics                               |
| 31 | Кейс №12. Автоматизированный контроль состояния конвейерных лент                                                                          |

|    |                                                                                                                                               |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 31 | Кейс №13. Информационная система для удаленного мониторинга, автоматической диагностики и прогнозирования технического состояния оборудования |
| 32 | Кейс №14. Система предиктивной диагностики электродвигателей                                                                                  |
| 32 | Кейс №15. Автоматизированный контроль использования средств индивидуальной защиты и попадания в опасные зоны                                  |
| 33 | Кейс №16. Роботизированный комплекс противопожарной защиты                                                                                    |
| 33 | Кейс №17. Интеллектуальная поисковая система                                                                                                  |
| 34 | Кейс №18. Платформа с встраиваемым ИИ-модулем для цифровизации бизнес-процессов на производственном предприятии                               |
| 34 | Кейс №19. Аналитическая система качественно-количественного планирования поставок и шихтования                                                |
| 35 | Кейс №20. Контроль качества очистки чугуна с помощью компьютерного зрения                                                                     |
| 35 | Кейс №21. Автоматический контроль качества стали с помощью компьютерного зрения                                                               |
| 36 | Кейс №22. Система прослеживаемости трубы на основе методов компьютерного зрения и глубокого машинного обучения                                |
| 36 | Кейс №23. Система контроля соблюдения мер гигиены сотрудниками на производстве                                                                |
| 37 | Кейс №24. Система управления ресурсами цеха Morigan Lean                                                                                      |
| 37 | Кейс №25. Система мониторинга промышленного оборудования «ДИСПЕТЧЕР» с встраиваемым ИИ-модулем                                                |
| 38 | 4 Перспективные успешные практики применения искусственного интеллекта в обрабатывающей промышленности                                        |
| 39 | 4.1 Перспективные зарубежные ИИ-решения                                                                                                       |
| 43 | 4.2 Перспективные отечественные ИИ-решения                                                                                                    |
| 45 | 5 Экосистема развития ИИ в обрабатывающей промышленности на федеральном уровне                                                                |
| 48 | 6 Программы цифровой трансформации регионов в области обрабатывающей промышленности                                                           |
| 50 | 7 Лидеры развития технологий ИИ в обрабатывающей промышленности                                                                               |

|    |               |                                                        |
|----|---------------|--------------------------------------------------------|
| 51 | 7.1           | Ключевые разработчики ИИ-решений                       |
| 51 | 7.1.1         | ООО «Цифра» (Цифра)                                    |
| 52 | 7.1.2         | ООО «Кlover Групп» (Ctrl2Go)                           |
| 52 | 7.1.3         | ООО «Рэдмэдробот» (RDL by red_mad_robot)               |
| 53 | 7.1.4         | АО «Наумен» (NAUMEN)                                   |
| 53 | 7.1.5         | ООО «Визорлабс» (VizorLabs)                            |
| 54 | 7.1.6         | ООО «ВидеоМатрикс» (Videomatrix)                       |
| 54 | 7.2           | Заказчики, инвестирующие в разработку ИИ-решений       |
| 54 | 7.2.1         | ПАО «Газпром нефть»                                    |
| 55 | 7.2.2         | ГК «РОСТЕХ» (Ростех)                                   |
| 56 | 7.2.3         | ГК «Росатом»                                           |
| 57 | 7.2.4         | ПАО «ГМК «Норильский никель»                           |
| 58 | 7.2.5         | ПАО «НЛМК»                                             |
| 59 | 7.2.6         | ПАО «Северсталь»                                       |
| 60 | 7.2.7         | АО «Трансмашхолдинг»                                   |
| 61 | 7.2.8         | ПАО ГК «Сегежа Групп»                                  |
| 63 | Приложение А. | Экосистема развития ИИ в обрабатывающей промышленности |
| 67 |               | Отраслевой бизнес                                      |
| 70 |               | Вендоры/разработчики                                   |
| 72 |               | Исследовательские центры                               |
| 76 |               | Ассоциации / общественные организации                  |
| 78 |               | Институты развития                                     |
| 82 |               | Авторы                                                 |
| 83 |               | Редакционная коллегия                                  |
| 84 |               | Источники                                              |

# Введение

Искусственный интеллект – 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<sup>1</sup>.



Сегодня технологии искусственного интеллекта (далее – ИИ) применяются в ряде прикладных сценариев в разных отраслях обрабатывающей промышленности и уже показывают хорошие эффекты после внедрения, в связи с чем становятся ключевым компонентом цифровой трансформации предприятий<sup>2</sup>. Потенциал таких технологий очень велик: от использования ИИ для контроля качества производимой продукции до мониторинга безопасности и эффективности работы персонала. Внедрение ИИ на предприятии уже в краткосрочном периоде может привести к повышению рентабельности на 5% и более<sup>3</sup>. Согласно опросам более 50% компаний в мире уже внедрили искусственный интеллект в свои бизнес-процессы<sup>4</sup>.

Так, компания Nike разработала приложение на базе ИИ, которое с помощью систем отслеживания объектов и проекционных систем дает возможность создавать индивидуализированную пару кроссовок за два часа. Концерн General Motors с помощью технологий ИИ создал кронштейн сиденья, по сравнению с оригиналом деталь стала прочнее на 20% и легче на 40%. Компания Tesla организовала полный цикл производства автомобилей с нуля с помощью роботов на заводе Gigafactory, благодаря чему создание Tesla Model S занимает 3–5 дней. А стартап Machina Labs запустил роботизированное предприятие, которое может принимать заказы на изготовление любых промышленных деталей по индивидуальным запросам.

При этом в России только 16%<sup>5</sup> компаний отрасли обрабатывающей промышленности внедряют технологии искусственного интеллекта, что более чем в 3 раза ниже среднемирового показателя. Но те российские промышленные компании, которые переходят на рельсы цифровых технологий, уже ощущают положительные изменения. Их совокупный экономический эффект от использования ИИ достиг 26 млрд руб. в 2021 г.<sup>6</sup>

Так, например, внедрение решения для контроля качества очистки чугуна на базе ИИ позволило ПАО «НЛМК» начать экономить до 20 млн руб. в год, а система сбора производственных данных и мониторинга промышленного оборудования в АО «Авиастар-СП» способна увеличить загрузку станков на 31,5% и обеспечить экономию энергопотребления на одном участке до 18 млн руб. в год.

По оценкам Сбербанка (Центр компетенций ИИ) внедрение искусственного интеллекта в различные отрасли российской экономики – в первую очередь в обрабатывающую промышленность, сельское хозяйство, здравоохранение, логистику и ритейл – может дать дополнительный прирост ВВП страны на 1% уже в 2025 г.<sup>7</sup>

Процессы цифровой трансформации, протекающие в промышленных компаниях, позволяют не только улучшить финансовые показатели, но и повысить гибкость и адаптивность бизнес-процессов к изменяющимся реалиям современного мира, использовать новые бизнес-модели, а также повысить качество, скорость, безопасность и персонализацию производства за счет внедрения передовых цифровых технологий, в том числе искусственного интеллекта. Также внедрение технологий ИИ позволяет замещать недостающие или выпадающие компетенции персонала, что приводит к усилению риск-менеджмента, повышению качества принимаемых решений на узлах контроля и снижению транзакционных издержек.

Например, отечественное решение для контроля качества стали для боевых и гражданских вертолетов у АО «РТ-Техприемка» позволило заменить ручной труд, ускорить процесс дефектоскопии в 6 раз и свести риск выпуска дефектной продукции почти до нуля, что напрямую влияет на обеспечение безопасности полетов. В свою очередь, система расчета эффективности сотрудника на конвейерной линии позволяет ООО «Агросила.Челны-МПК» снизить срок адаптации новых сотрудников на 15% и уменьшить время простоев оборудования на 30% за счет оценки качества и скорости работы каждого сотрудника.

В 2021 г. в рамках реализации национального проекта «Цифровая экономика» начата реализация федерального проекта «Искусственный интеллект» для создания условий по развитию ИИ в России<sup>8</sup>. Меры поддержки в федеральном проекте предусматривают развитие кадрового потенциала, стимулирование научных исследований, финансовую поддержку разработки новых и внедрения существующих ИИ-решений. Однако массовому внедрению ИИ-решений на российских предприятиях препятствует ряд барьеров. Согласно исследованию Индекса готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта от Аналитического центра при Правительстве РФ, одним из барьеров является недостаточная информированность топ-менеджмента компаний о возможностях применения ИИ и достигаемых эффектах, потенциально доступных для предприятий обрабатывающей промышленности<sup>9</sup>. Преодолеть этот барьер можно путем популяризации наиболее успешных практик применения технологий ИИ в отрасли.

Данный аналитический материал создан в формате кейсбука (журнала с лучшими практиками) и посвящен доказавшим положительный эффект, доступным для дальнейшего тиражирования и внедрения эффективным практикам применения ИИ-технологий на предприятиях обрабатывающей промышленности Российской Федерации.

Тематической рамкой кейсбука является отрасль обрабатывающей промышленности. Обрабатывающая промышленность охватывает все виды деятельности по переработке (механической, изменение физических и химических свойств) материалов, веществ или их компонентов в новые продукты. Исходными материалами в основном являются сельскохозяйственное сырье, продукты лесоводства и рыболовства, горные породы и минералы. Обрабатывающая промышленность состоит из множества индустриальных направлений деятельности, предназначенных для обработки сырья. Она изготавливает готовые к употреблению и применению изделия, а также оборудование, машины и технику, предназначенные для эксплуатации.

В обрабатывающую промышленность входят более 300 отраслей, основными из них являются:

- машиностроение;
- нефтепереработка;
- пищевая промышленность;
- металлургия;
- химическая промышленность;
- деревообработка;
- изготовление материалов для строительства;
- целлюлозно-бумажная отрасль<sup>10</sup>.

**Цель кейсбука** – представить в простом и понятном формате информацию об эффективных ИИ-решениях на российских производствах, тем самым стимулируя их дальнейшее распространение и внедрение в отрасли.

**Целевая аудитория** – собственники промышленных предприятий, лица, принимающие решения, топ-менеджеры, руководители цифрового развития предприятий обрабатывающей промышленности.

В соответствии с поставленной целью выделены следующие задачи:

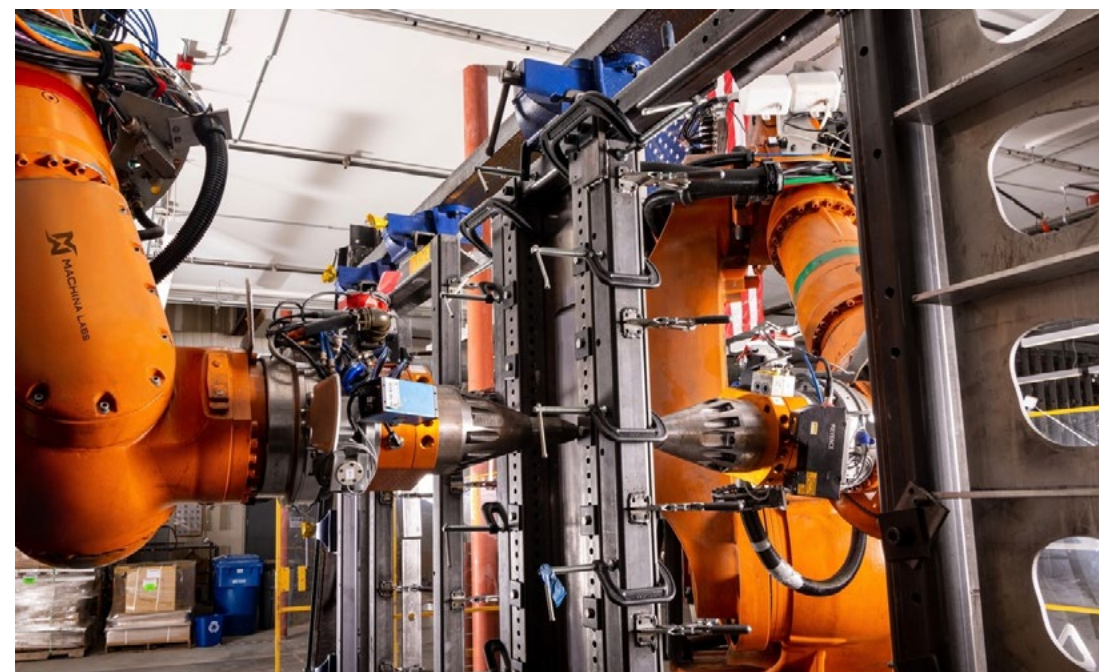
- выявить тренды применения технологий ИИ в обрабатывающей промышленности;
- проанализировать успешные кейсы применения ИИ в обрабатывающей промышленности РФ;
- определить лидеров развития технологий ИИ в отрасли;
- выявить перечень процессов, в рамках которых могут быть применены решения ИИ на предприятиях обрабатывающей промышленности;
- описать экосистему развития ИИ в обрабатывающей промышленности в России.

# 1 Тренды ИИ в обрабатывающей промышленности



Внедрение искусственного интеллекта является глобальным трендом, определяющим конкурентоспособность современных производств. Ведущие консалтинговые компании (Gartner<sup>11</sup>, McKinsey & Company<sup>12</sup> и др.), выделяя этот технологический тренд, отмечают прорывной характер технологий и высокую отдачу на вложенные средства при инвестировании. Применение ИИ предоставляет промышленным компаниям новые инструменты для повышения производственной эффективности, снижения себестоимости и достижения целей в области устойчивого развития.

Основные тенденции развития обрабатывающей промышленности в мире, в рамках которых уже используются или могут быть использованы технологии искусственного интеллекта, представлены далее.



**Переход на прямой контакт производителя с потребителем и индивидуализированное мелкосерийное производство.** В настоящее время одним из ключевых конкурентных факторов для промышленности становится способность изготавливать персонализированные товары малыми партиями по спецзаказу и в соответствии с требованиями покупателей<sup>13</sup>. Технологии ИИ позволяют использовать массивы данных о потребностях потребителей для определения требований к продукции. Как следствие, предприятия могут предлагать индивидуализированную под пользователя продукцию до появления запроса и адаптировать ее в процессе производства. Таким образом, ИИ снижает издержки на определение того, что нужно пользователю. Развитие технологий позволяет повысить гибкость производства и внести в мелкосерийное производство черты поточного производства<sup>14</sup>. Например, возможность изготавливать несколько типов изделий на одной поточной линии с затратой минимального количества времени для переналадки оборудования.

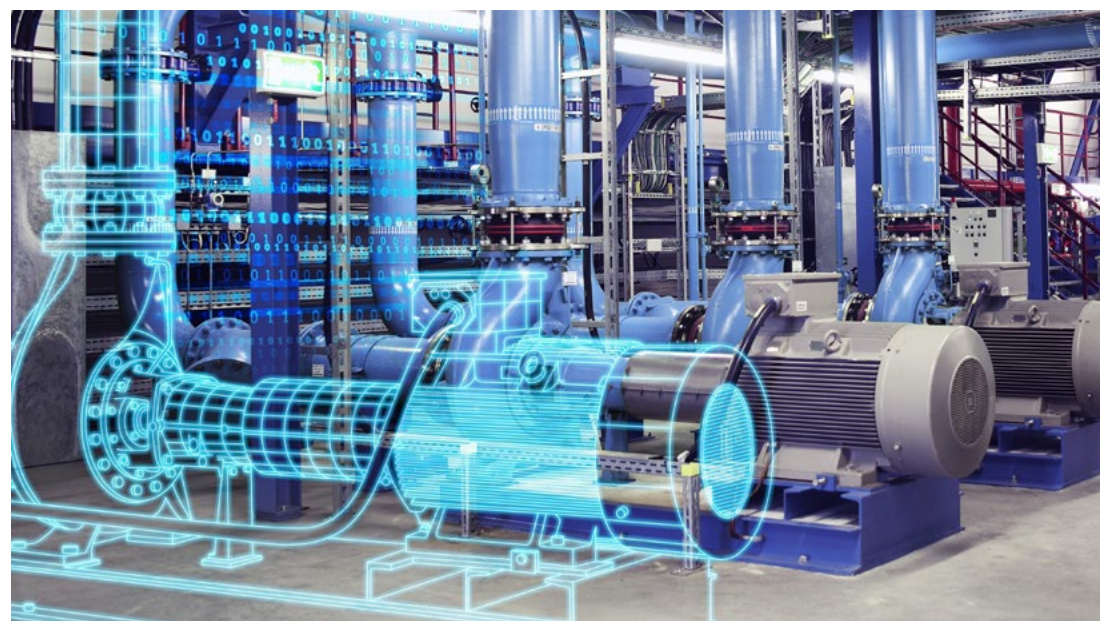
Развитием этого тренда является использование систем ИИ с адаптивными функциями (адаптивный ИИ)<sup>15</sup>, что позволит изменять поведение модели после развертывания, изучая поведенческие модели на основе прошлого опыта, а также непосредственно в среде функционирования в режиме реального времени. Это позволит быстро подстраиваться под изменения в реальных условиях, которые не были предусмотрены или не были доступны во время первоначальной разработки, что соотносится с постоянно меняющимися предпочтениями потребителей.



#### Примеры из мировой практики:

- роботизированное предприятие от стартапа **Machina Labs** в США по изготовлению любых промышленных деталей;
- система Nike Maker Experience от компании **Nike**, которая дает возможность создать индивидуализированную пару кроссовок менее чем за два часа.

**Использование цифровых двойников, цифровое проектирование и моделирование** технологических процессов, объектов, изделий на всем жизненном цикле – от идеи до эксплуатации<sup>16</sup>. Цифровой двойник может быть использован для имитации любого физического объекта, например в производственных условиях – для моделирования нового продукта или создания цифровой копии заводского оборудования с целью предоставления информации о состоянии оборудования и рисках безопасности. В данном случае технологии ИИ дают возможность воспроизводить условия эксплуатации объектов и проводить виртуальные испытания, а также прогнозировать отказы и находить их причины. Кроме того, перевод данных о физических процессах в цифровой вид дает возможность обрабатывать эти данные с применением технологий ИИ, которые существенно расширяют возможности для алгоритмического тестирования и разработки моделей процессов и объектов с включением в расчеткратно большего количества факторов по сравнению с бумажным проектированием.



#### Пример из мировой практики:

производитель пищевых товаров и товаров бытовой химии **Unilever** на данный момент управляет восемью цифровыми двойниками заводов, расположенных в Северной Америке, Южной Америке, Европе и Азии<sup>17</sup>.

#### Примеры из российской практики:

- **ПАО «ГМК «Норильский никель»** использует в работе цифровые двойники трубопроводов;



- **ПАО «Газпром нефть»** запустил цифровой двойник Восточного участка Оренбургского месторождения.



**Развитие генеративного дизайна, в том числе в области 3D-принтинга.** Генеративный дизайн – это подход к проектированию и дизайну, в котором используется программа, управляемая ИИ, для создания ряда проектных решений, отвечающих заданному набору ограничений. Благодаря применению генеративного дизайна стало возможным проектирование практически любых форм деталей, в частности для производства, без необходимости активного участия человека в процессе проектирования. Использование синергии генеративного дизайна и 3D-печати позволяет сделать производство более гибким, так как становится возможным создание физических объектов любых форм, которые раньше были недоступны. Дальнейшее развитие ИИ в этой области направлено на снижение роли человека – инженера или архитектора, который оценивает итоговый результат работы программы. Алгоритм самостоятельно будет выбирать наиболее подходящие материалы и сравнивать концепты между собой на основе уже имеющихся проектов.

#### Пример из мировой практики:

автоконтрерн **General Motors**, США – с помощью генеративного дизайна был изготовлен новый кронштейн сиденья.



**Массовое внедрение интеллектуальных датчиков в оборудование и производственные линии (технологии промышленного интернета вещей (IIoT))<sup>18</sup>.**

Вместе IIoT и ИИ создают интеллектуальные связанные системы, в которых ИИ выполняет роль «мозга», а интернет вещей – «тела». IIoT-устройства собирают и передают данные от множества источников, ИИ проводит их анализ, структурирование и обработку, после чего решает, какие действия необходимо предпринять. Также эти данные используются для поддержки процесса обучения ИИ,

что позволяет координировать необходимые процессы с учетом оперативной ситуации. IIoT и ИИ делают производство более прозрачным. Как следствие, наблюдается рост применения мобильных технологий для мониторинга, контроля и управления процессами на производстве, которые позволяют в режиме реального времени получать аналитические сводки и среднесрочные прогнозы развития компании, базируясь на актуальных данных о производственных процессах.



#### Пример из мировой практики:

производитель автомобильных деталей **Faurecia** построил цех с учетом требований промышленного IoT и автоматизации, интегрированная система обеспечивает прозрачность операций и осуществляет контроль качества изготовления деталей.

#### Примеры из российской практики:

- **ПАО «Газпром нефть»** имплементировало решение по автоматизированному контролю состояния конвейерных лент;
- **АО «Авиастар-СП»** внедрило систему сбора производственных данных и мониторинг промышленного оборудования для принятия управленческих решений.



**Использование рекомендательных систем на базе ИИ для производства<sup>19</sup>.** Наличие большого количества данных позволяет комплексно анализировать весь производственный цикл с помощью ИИ. Технологии ИИ обрабатывают и систематизируют информацию, после чего формируют рекомендации, на основании которых менеджеры могут принимать взвешенные обоснованные решения в быстро меняющейся обстановке и в ситуациях неопределенности на производстве. На основании сформированной аналитики ИИ может предложить идеи по улучшению процессов производства. Например, получив массив данных, связанных с работой производственных лент, ИИ сможет рассчитать оптимальную нагрузку на нее. Кроме того, использование возможностей прогнозной аналитики совместно с ИИ позволит определять износ оборудования и осуществлять ремонт, исходя из фактического состояния. Таким образом, удастся увеличить срок полезного использования и замедлить износ оборудования. Подобный подход может быть более комплексным и может применяться ко всей производственной цепочке.

#### Пример из мировой практики:

компания **Siemens** внедрила решение для предиктивного анализа износа оборудования ремонта по состоянию для больших газовых турбин в США и Южной Кореи.

#### Примеры из российской практики:

- **АО «Ангстрем»** – предсказательная модель выхода годной продукции для полупроводникового производства;
- специалисты компании **«ТВЭЛ»** (топливный дивизион **Росатома**) разработали систему предиктивной аналитики, позволяющую прогнозировать качество продукции и состояние оборудования. Система была успешно протестирована на АО «Чепецкий механический завод», далее в планах тиражировать отечественное решение на все предприятия дивизиона<sup>20</sup>.

**Развитие роботизированных технологий** – применение машин для замены рутинных операций, выполняемых человеком на производстве<sup>21</sup>. По данным Международной федерации робототехники (IFR), на заводах по всему миру работает более трех миллионов промышленных роботов. В 2020 г. первое место в списке самых роботизированных стран, согласно рейтингу IFR, заняла Южная Корея – 932 робота на 10 000 работников, второе место занимает Сингапур (605 роботов на 10 000 работников), третье заняла Япония (390 роботов), четвертое – Германия (371 робот)<sup>22</sup>.



## Применение роботов в производственном процессе

Модернизация производственного цикла за счет применения роботизированных технологий позволяет в перспективе не только сократить издержки на оплату труда, но и повысить качество производимой продукции за счет снижения влияния человеческого фактора. Внедрение ИИ позволяет снизить необходимость участия людей в производственных процессах и складской логистике. Создание на предприятии единого информационного контура, где ИИ имеет доступ к данным производственных модулей, позволит добиться наибольшей эффективности в применении роботов на производстве и перейти на полностью роботизированные заводы. Также возможно использование отдельных роботов на производстве, один из возможных примеров – применение контролируемых ИИ манипуляторов<sup>23</sup>. Используя имеющуюся информацию, робот выбирает оптимальное время и маршрут для перемещения объектов между конвейерными лентами.

### Пример из мировой практики:

фабрика **Tesla** во Фремонт, США – завод по производству электромобилей с нуля до полного укомплектования за 3–5 дней, где большая часть производственного цикла полностью автоматизирована, на производстве используется около 200 роботов.

### Пример из российской практики:

ГК «Черкизово» в Кашире – полностью роботизированный завод по производству пищевой продукции.

## Применение роботов для обслуживания производства

В обрабатывающей промышленности начинают активно применяться беспилотные аппараты – для транспортировки сырья на территории завода, мониторинга наличия запасов на складах, а также оценки состояния активов с помощью тепловых и инфракрасных технологий, в том числе в местах, недоступных или опасных для человека.



Беспилотные летательные аппараты (дроны) могут применяться для сканирования заводской инфраструктуры: с помощью технологий ИИ дроны могут идентифицировать предметы в воздухе и на земле. На основе полученных материалов разрабатываются цифровые 3D-модели (цифровые двойники) производственного ландшафта, которые можно использовать для улучшения планирования работы завода и производственного потока<sup>24</sup>. Также на территории предприятия могут использоваться беспилотные грузовики, например решение компании EvoCargo, для организации внутривозовских перевозок.

Отдельно необходимо отметить возможности складских роботов для операций на складах (роботы для комплектации и перемещения товаров, складские манипуляторы, мобильные роботизированные тележки и т. д.), они позволяют оптимизировать пространство, ускорить операции на складах и исключить человеческий фактор.

### Примеры из мировой практики:

- шведская компания **IKEA** применяет на нескольких складах Европы (Италия, Швеция, Швейцария, Германия) беспилотники для проведения инвентаризации<sup>25</sup>;
- швейцарская компания **Geberit**, производитель сантехники, использует дроны для инспектирования силосов и резервуаров<sup>26</sup>;
- датский производитель **VOLA** развернул парк из девяти беспилотников компании Omron, чтобы создать полностью скоординированное решение для автономной транспортировки материалов по всему заводу<sup>27</sup>.

### Примеры из российской практики:

- сервисный дрон «ЗапСибНефтехима» (нефтегазохимический комплекс, входящий в состав холдинга **СИБУР**) занимается мониторингом работы технологического оборудования, безопасности движения на автодорогах, прилегающих к предприятию, а также осуществляет контроль соблюдения правил безопасности подрядчиками на территории предприятия<sup>28</sup>;
- **Ярославский завод напитков** внедрил беспилотники RoboCV для автоматического перемещения продукции на складах. В единый цикл объединены: конвейерная система, система управления складом (WMS), система стеллажей, роботизированная складская техника RoboCV. Решена задача максимальной автоматизации процессов без внедрения дополнительных навигационных ориентиров и внутренних инфраструктурных изменений<sup>29</sup>.

**Применение компьютерного зрения для контроля качества на производстве и обеспечения промышленной безопасности.** Контроль качества в производственных процессах имеет решающее значение для обеспечения надлежащей функциональности, надежности и безопасности продукции. Использование систем компьютерного зрения и машинного обучения помогает свести производственные дефекты к минимуму. Технологии ИИ могут быть использованы для контроля качества продукции на любом этапе: от изготовления компонентов до сортировки продукции для отправки заказчику. ИИ обеспечивает быстрый и надежный контроль, который в том числе способствует повышению производительности бизнес-процессов.



#### Пример из мировой практики:



производитель электронной продукции **Foxconn Technology Group** внедрил систему контроля качества FOXCONN NxVAE (на базе ИИ с применением технологии компьютерного зрения) на некоторых линиях по производству портативных устройств в Китае, что позволило сократить кадровые ресурсы, необходимые для проверки дефектов, на 50%<sup>30</sup>.

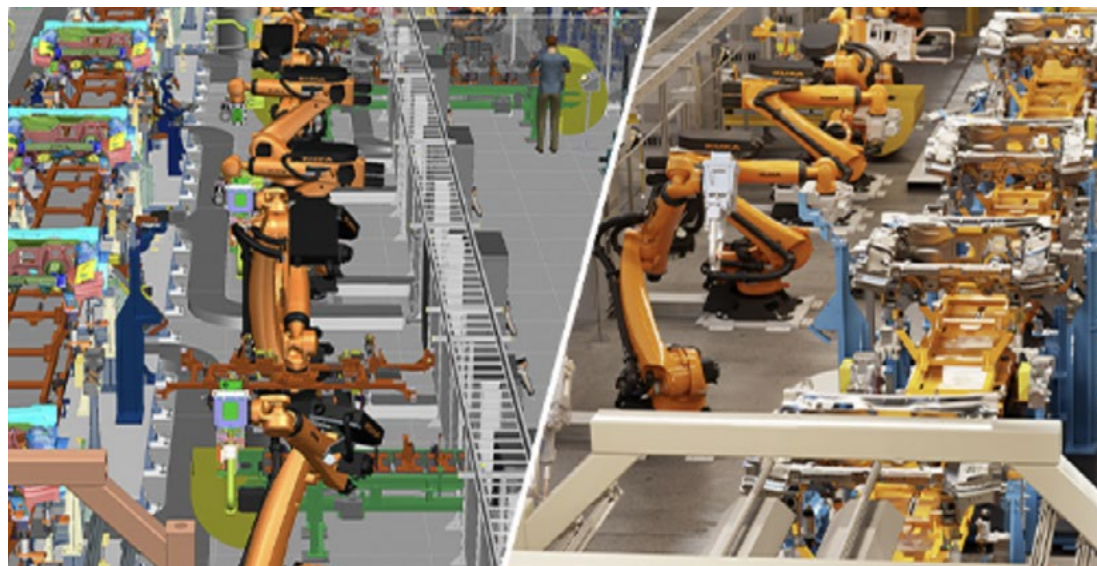
#### Пример из российской практики:



компания «РТ-Техприемка» (входит в состав корпорации «Ростех») внедрила решение для контроля качества стали с помощью ИИ.

#### Создание промышленных метавселенных<sup>31</sup>

Промышленные метавселенные – это новый этап развития промышленности, поскольку они объединяют новые информационно-коммуникационные технологии и реальную экономику посредством ИИ, интернета вещей (IoT) и цифровых двойников, конечной целью является содействие эффективному развитию реальной промышленности и построение новой системы производства и обслуживания, охватывающей весь процесс производства и цепочку создания стоимости. Важно рассматривать промышленные метавселенные как комбинаторные инновации, сочетающие в себе несколько уже известных элементов, а не как отдельную технологию.



В широком смысле метавселенные представляют собой постоянно действующее виртуальное пространство, где люди через свои цифровые копии (аватары) могут свободно перемещаться и взаимодействовать с цифровыми объектами. Технологии ИИ позволяют воспроизводить реалистичные цифровые копии людей; точно моделировать объекты и воспроизводить реальные условия их эксплуатации; имитировать взаимодействие с виртуальными объектами, например с помощью голосовой навигации и др.

Промышленные метавселенные с помощью технологий ИИ, AR/VR-технологий, интерфейсов взаимодействия людей и машин, а также других решений предоставляют возможность:

- обучать сотрудников с помощью визуальных пошаговых инструкций к рабочим процессам или через интерактивные 3D-голограммы;
- оптимизировать цифровой бизнес и создавать инновационные продукты и услуги с использованием пользовательского опыта, почерпнутого в метавселенных.

В свою очередь, предприятия могут оцифровывать не только отдельные процессы, но и всю цепочку создания продукта, что позволяет в метавселенной иметь доступ к данным, которые охватывают весь процесс.

#### Пример из мировой практики:

**Siemens** сотрудничает с **NVIDIA** в создании промышленной метавселенной. Клиенты смогут использовать иммерсивную среду для совместной работы по созданию инновационных инженерных решений и решению реальных проблем, связанных с цифровыми двойниками, IoT и аналитикой в реальном времени.



## 2 Перечень процессов, в рамках которого могут быть применены решения ИИ



Бизнес-процессы в отрасли обрабатывающей промышленности могут быть условно разделены на 3 категории: основные, вспомогательные, управленческие. К основным бизнес-процессам относятся операции, связанные с производством товаров для конечного потребителя. В основные процессы входят: закупка сырья, производство, логистика, продажи и маркетинг и постпродажное обслуживание. Обеспечивающие бизнес-процессы помогают поддерживать инфраструктуру организации. Примерами могут послужить техническое обслуживание и ремонт, охрана и безопасность, ИТ-обеспечение и связь. В свою очередь, управленческие бизнес-процессы позволяют управлять компанией, обеспечивая ее существование, конкурентоспособность и развитие. Роль управленческих процессов могут выполнять следующие операции: управление качеством, бизнес-планирование, управление персоналом, управление рисками и т. д.

На рисунке ниже представлен список бизнес-процессов предприятий обрабатывающей промышленности, в рамках каждого из которых могут быть использованы технологии ИИ. Всего было проанализировано более 60 успешных практик внедрения ИИ, из которых отобрано с привлечением экспертного сообщества 25, которые включены в данный отчет.

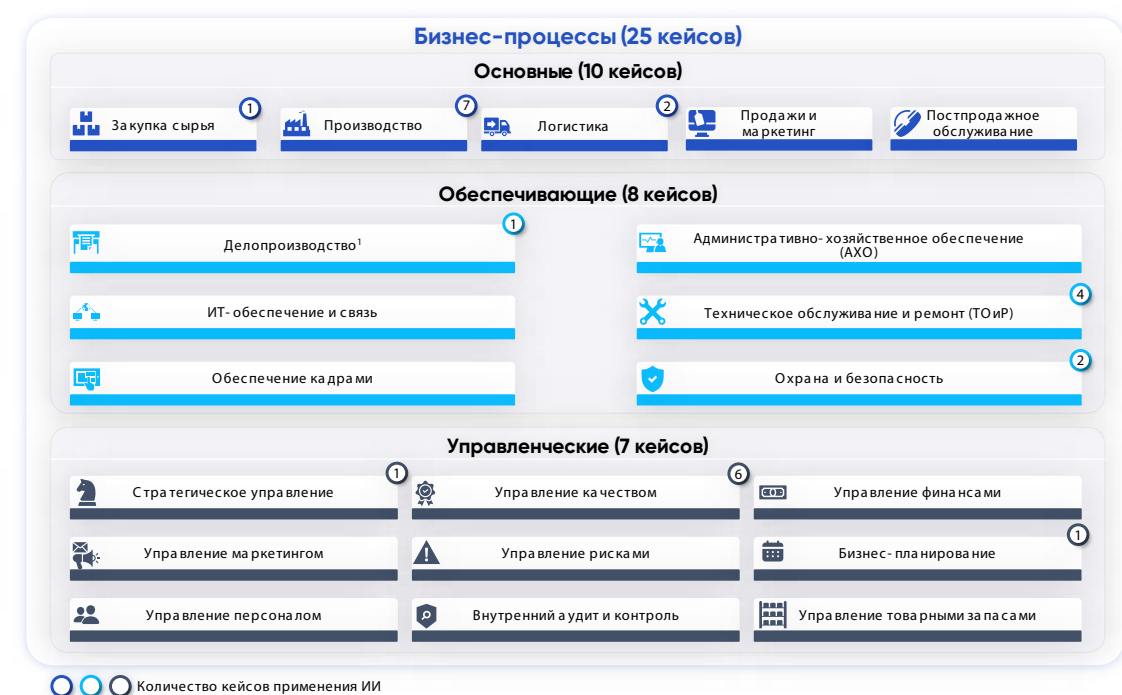


Рисунок 1 – Бизнес-процессы в обрабатывающей промышленности, в рамках которых может быть внедрен ИИ

Применение ИИ в основных процессах предприятий обрабатывающей промышленности позволяет значительно улучшить контроль производственных процессов, повысить скорость и качество создания продукции, а также минимизировать риск человеческой ошибки. Например, система подсчета объемов и ведения учета древесины на Сегежском целлюлозно-бумажном комбинате позволяет повысить среднюю точность измерений объемов круглого леса до 99,86% вместо 85–95% при ручном методе.

ИИ в обеспечивающих процессах зачастую помогает проводить диагностику оборудования, предсказывать дату его поломки и назначать профилактические мероприятия. Так, решение по автоматизированному контролю состояния конвейерных лент на предприятии ООО «ЕВРАЗ» позволяет избавиться от необходимости двухчасовых остановок конвейеров для технического осмотра за счет автоматического

мониторинга и увеличивает достоверность данных о состоянии оборудования с 50–75% при ручном осмотре до 100%, исключая влияние человеческого фактора.

В управленческих процессах ИИ помогает точнее планировать товарные запасы, спрос на продукцию и загрузку производства. Например, система расчета эффективности сотрудника на конвейерной линии позволяет ООО «Агросила. Челны-МПК» увеличить норму выработки за смену на 31%, снизить срок адаптации новых сотрудников и сократить время простоя оборудования на 30% благодаря возможности получения аналитической информации из разных участков цеха в режиме реального времени.

### 3 Кейсы успешного использования ИИ на предприятиях обрабатывающей промышленности в РФ



3.1 Методология отбора кейсов<sup>32</sup>

Для целей выявления лучших практик с помощью анализа информации из открытых источников (Цифробанк<sup>33</sup>, AI-Russia<sup>34</sup>, ICT.Moscow<sup>35</sup>, АПРИИ<sup>36</sup> и др.) была создана база кейсов (порядка 60 кейсов) по внедрению решений с использованием технологий ИИ в обрабатывающей промышленности, формирование которой проводилось исходя из следующих критериев:

- 1. эффективность ИИ-решения, то есть решение должно обладать доказанным эффектом (экономический, управленческий или социальный);
- 2. тиражируемость ИИ-решения, то есть решение должно быть переносимым от одного промышленного предприятия к другому без существенных доработок для обеспечения функциональности;
- 3. технологическая независимость ИИ-решения, то есть решение может быть воспроизведено на базе отечественных или открытых компонентов.

Далее по результатам опроса экспертов и разработчиков ИИ-решений из длинного перечня был сформирован короткий список кейсов (порядка 35) успешного использования ИИ на предприятиях обрабатывающей промышленности в РФ, представленный в данном кейсбуке. Кейсы оценивались экспертно по следующим критериям (рисунок 2):

- бизнес-эффект – оценивается экономия производственных затрат и снижение себестоимости продукции, полученных от внедрения ИИ-решения, по сравнению со стоимостью его внедрения;
- скорость – оценивается повышение скорости выполнения бизнес-процесса;
- качество – оценивается, способствует ли ИИ-решение увеличению или поддержанию качества продукции/деятельности/процессов;
- безопасность – оценивается влияние ИИ-решения на повышение или поддержание уровня безопасности в процессах на производстве;
- управляемость – оценивается влияние ИИ-решения на повышение прозрачности и понятности управления предприятием, включая планирование и управление рисками.

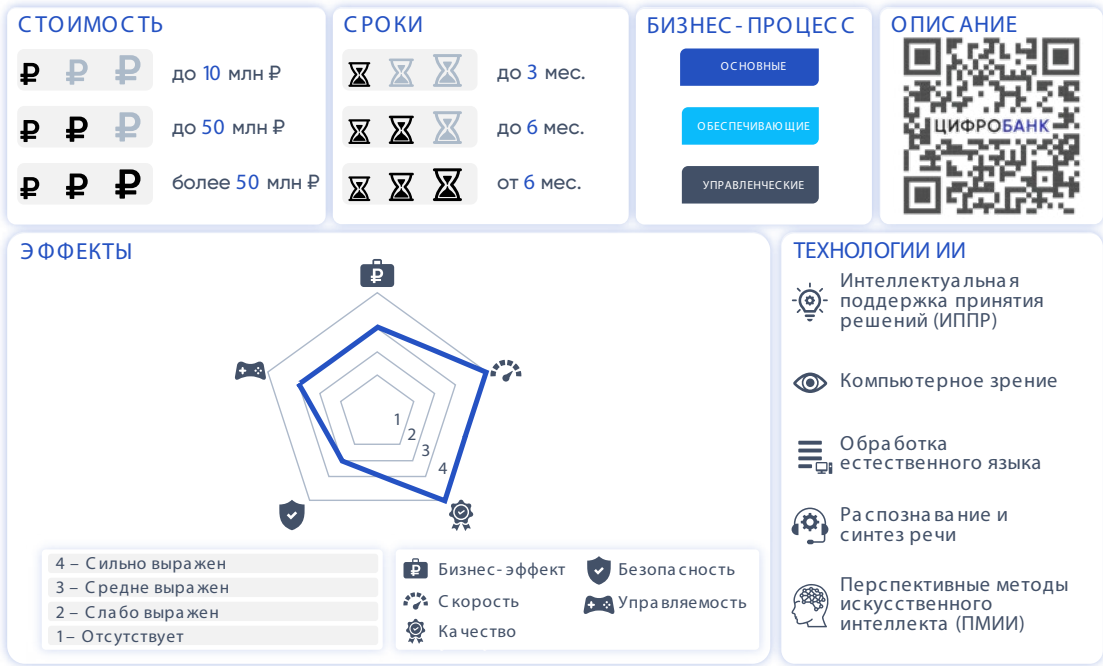
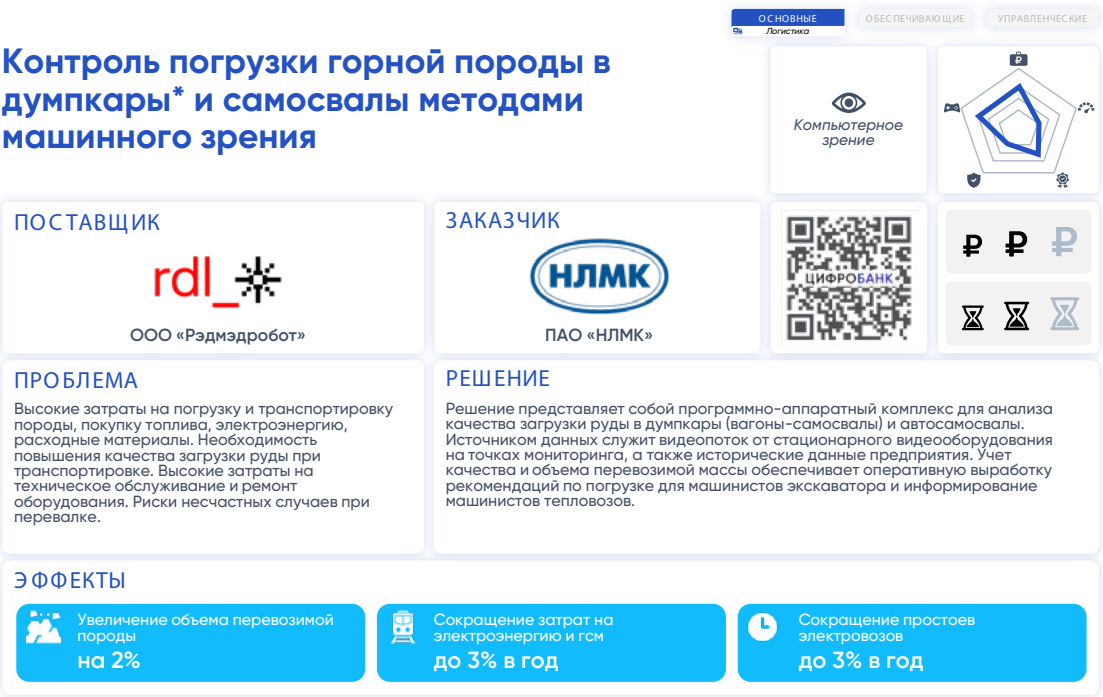


Рисунок 2 – Формат описания ИИ-решений

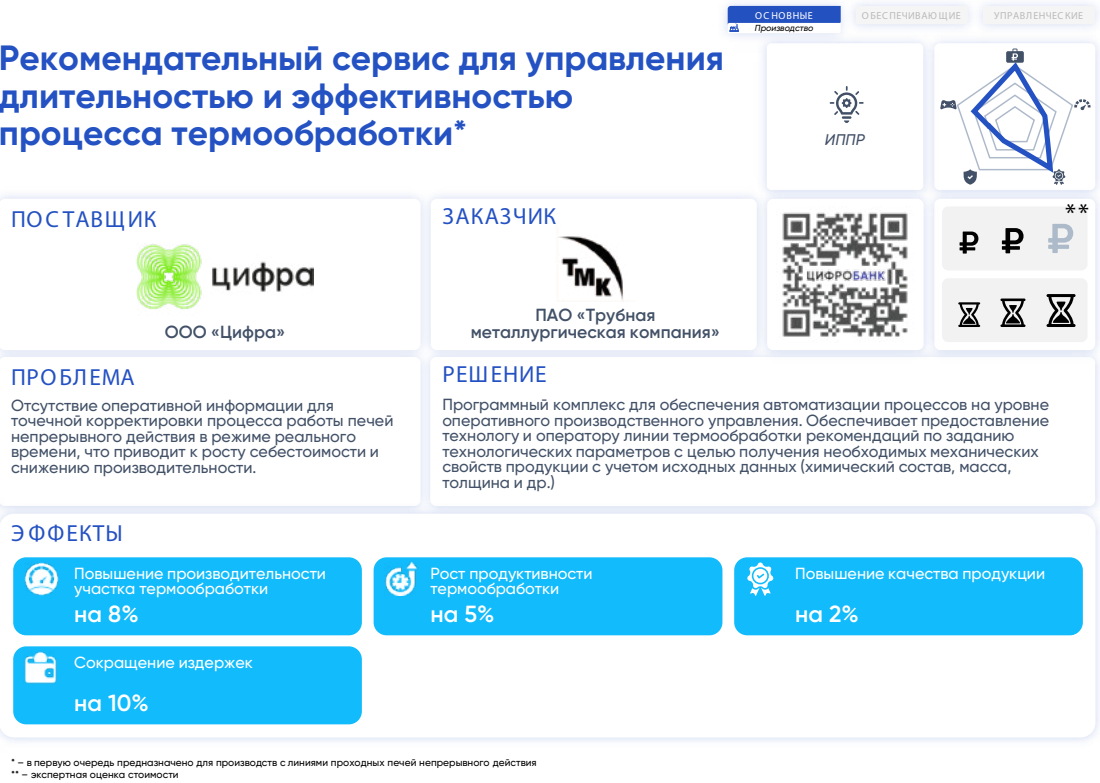


\* – грузовой вагон с устройством для механизированной разгрузки сыпучих и кусковых грузов

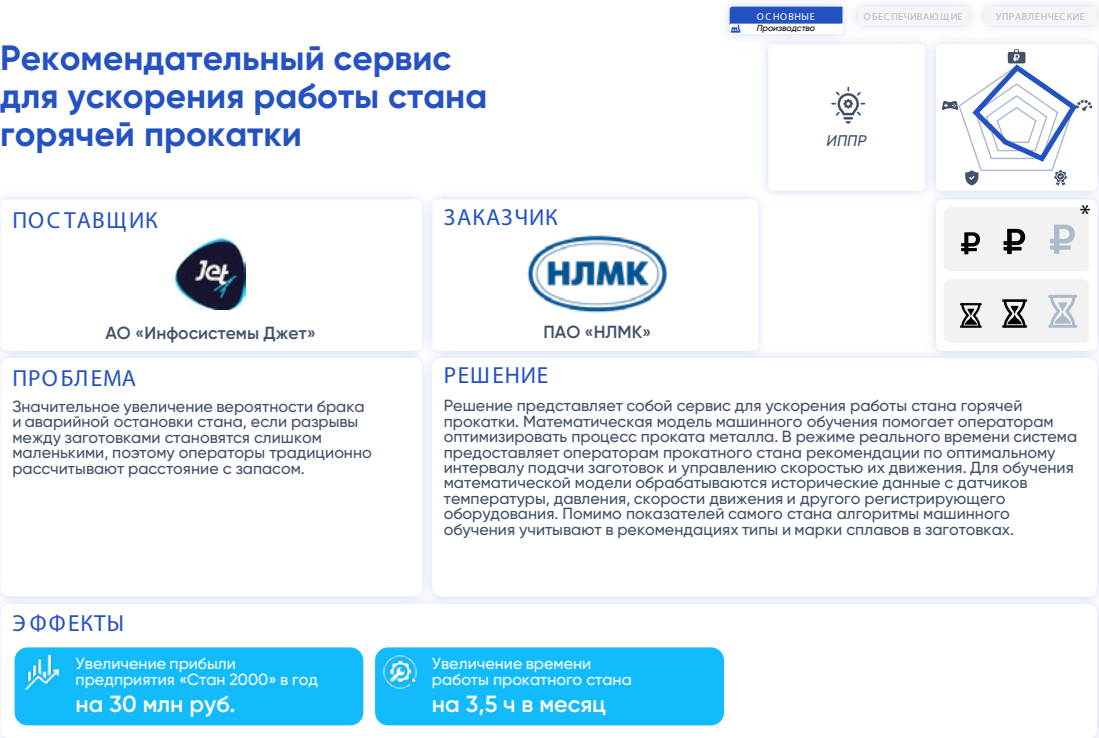
Интеллектуальная система измерения круглого лесоматериала Smart Timber



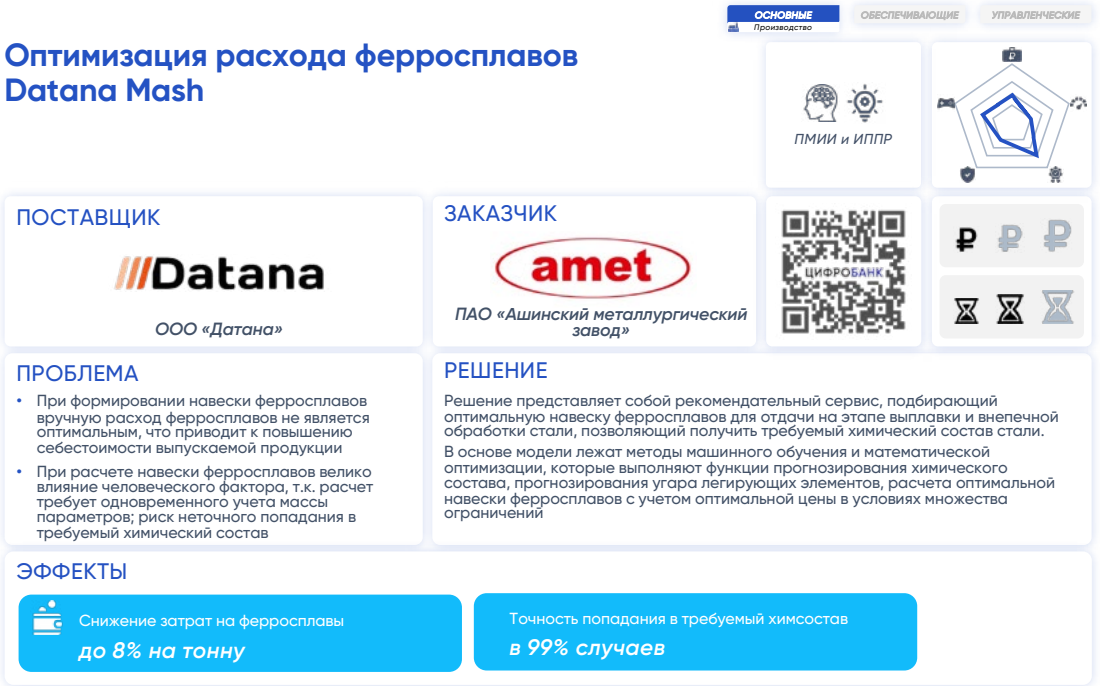
Рекомендательный сервис для управления длительностью и эффективностью процесса термообработки\*



Рекомендательный сервис для ускорения работы стана горячей прокатки



Оптимизация расхода ферросплавов Datana Mash



Предиктивная модель оптимизации загрузки мелющих тел в горнорудные мельницы

ОСНОВНЫЕ  
Производство

ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ

ПМИИ и ИППР

ПОСТАВЩИК

ООО «Рэдмэдробот»

ЗАКАЗЧИК

ПАО «НЛМК»

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚

ПРОБЛЕМА

Снижение производительности шаровых мельниц, вследствие неоптимальной загрузки мелющими телами. Отсутствие информации о фактическом количестве мелющих тел в шаровых мельницах, неточность и длительность расчетов объема загрузки шаров приводят к тому, что дозагрузка мелющими телами осуществляется не вовремя, либо объем загружаемых шаров не соответствует оптимальному значению. Что может являться причиной увеличения себестоимости продукции и снижения эффективности работы предприятия.).

РЕШЕНИЕ

Решение реализовано в виде автоматизированного рабочего места оператора мельницы. Ядром системы является предиктивная модель, принимающая на входе технические параметры мельницы, минералогический состав руды и прочие данные (всего более 10 параметров). На выходе система строит прогноз текущего остатка в мельнице, а также определяет оптимальный объем дозагрузки с учетом производственных ограничений по времени и допустимого объема дозагрузки.

ЭФФЕКТЫ

Снижение удельного расхода шаров на тонну руды  
на 5%

Увеличение выпуска готовой продукции  
на 1%

Универсальный индустриальный робот-манипулятор, использующий технологии компьютерного зрения

ОСНОВНЫЕ  
Производство

ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ

Компьютерное зрение

ПОСТАВЩИК

ООО «Арипикс Роботикс»

ЗАКАЗЧИК

АО «Москабельмет»

₽ ₽ ₽

⌚ ⌚ ⌚

ПРОБЛЕМА

Высокие трудозатраты на тяжелую и рутинную работу по загрузке металла в прессы и низкая точность укладки кабеля, что ограничивает пропускную мощность оборудования (станка, цеха), риски травм на производстве.

РЕШЕНИЕ

Роботы Aripix A1 самостоятельно определяют ориентацию металлических заготовок в пространстве и рассчитывают оптимальную траекторию движения. Механизмы захвата учитывают особенности материала и геометрическую форму заготовок и могут удерживать и перемещать их в прессы. Оснащенный специальными датчиками робот консольного типа Aripix D1 исключает перекручивание кабеля, а автоматически настраивающийся механизм подачи позволяет укладывать кабель с точностью 0,5 мм.

ЭФФЕКТЫ

Сокращение издержек производства  
на 5%

Увеличение производительности труда  
на 10%

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

ОСНОВНЫЕ  
Производство

ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ

Компьютерное зрение

ПОСТАВЩИК

Лаборатория Планетария №1

ЗАКАЗЧИК

АО «Автопарк №1 Спецтранс»

Цифробанк

₽ ₽ ₽\*

⌚ ⌚ ⌚

ПРОБЛЕМА

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

РЕШЕНИЕ

Робот, обученный 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.

ЭФФЕКТЫ

Стоимость отобранных роботом фракций  
400–800 тыс. руб./мес.

Экономия на ФОТ и налогах, заменяемых одним роботом  
3–6 человек

Увеличение скорости сортировки объектов на ленте  
до 130 шт./мин.

Выявление необходимого типа пластика с точностью  
95%

Повышение производительности сортировки  
на 5%

\* – экспертная оценка стоимости

«Цифровой двойник» для отслеживания обрыва ленты на бумагоделательном оборудовании

ОСНОВНЫЕ  
Производство

ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ

ПМИИ и ИППР

ПОСТАВЩИК

АО «Инфосистемы Джет»

ЗАКАЗЧИК

ПАО «Сережа Групп»

₽ ₽ ₽\*

⌚ ⌚ ⌚

ПРОБЛЕМА

Высокая вероятность обрыва движущегося на бумагоделательных машинах полотна, что приводит к простоем оборудования, дополнительному расходу сырья и финансовым потерям.

РЕШЕНИЕ

Решение представляет собой набор моделей в виде цифрового двойника бумагоделательной машины, которые анализируют данные с датчиков оборудования и показатели АСУ ТП, касающиеся обслуживания станка и замены материалов. Система определяет показатель вероятности обрыва полотна или остановки станка, прогнозируя дату, время и возможную причину повреждения. Получая прогнозную информацию от «двойника», оператор своевременно меняет технологические параметры работы машины и после локализации проблемы возобновляет нагрузку.

ЭФФЕКТЫ

Увеличение производственных мощностей крафт-бумаги  
до 360 тыс. т/год

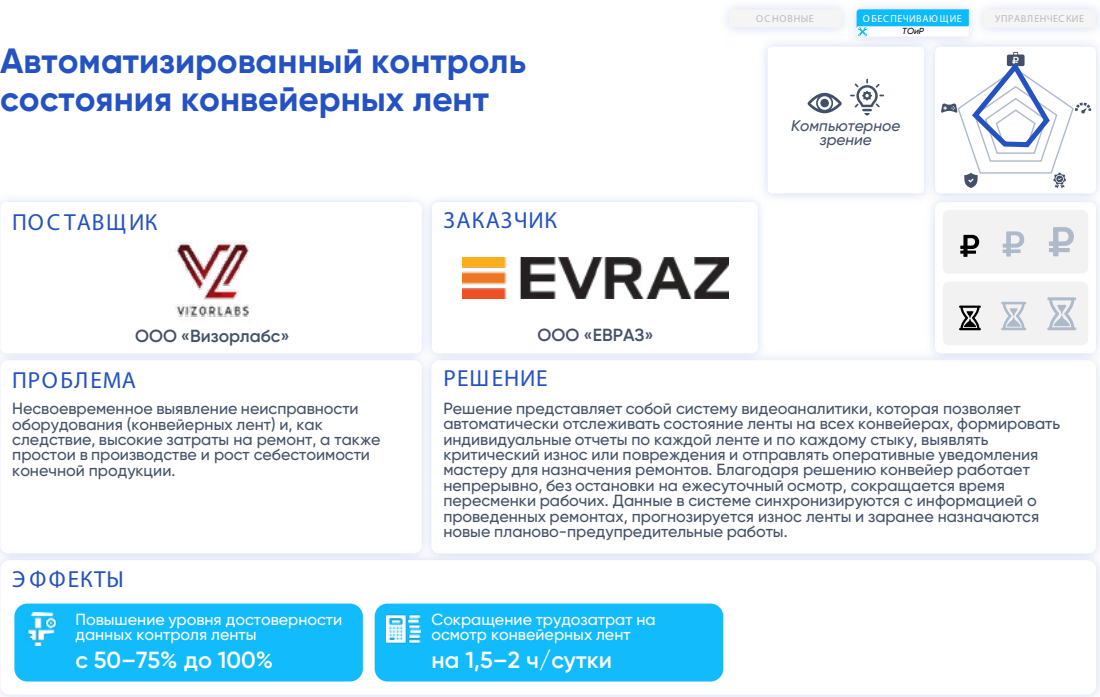
Предсказание возможных обрывов в\*\*  
60% всех случаев

\* – экспертная оценка стоимости  
\*\* – до внедрения решения предсказание обрывов было полностью недоступным

«Цифровой ассистент» на базе искусственного интеллекта для автоматизации рутинной коммуникации



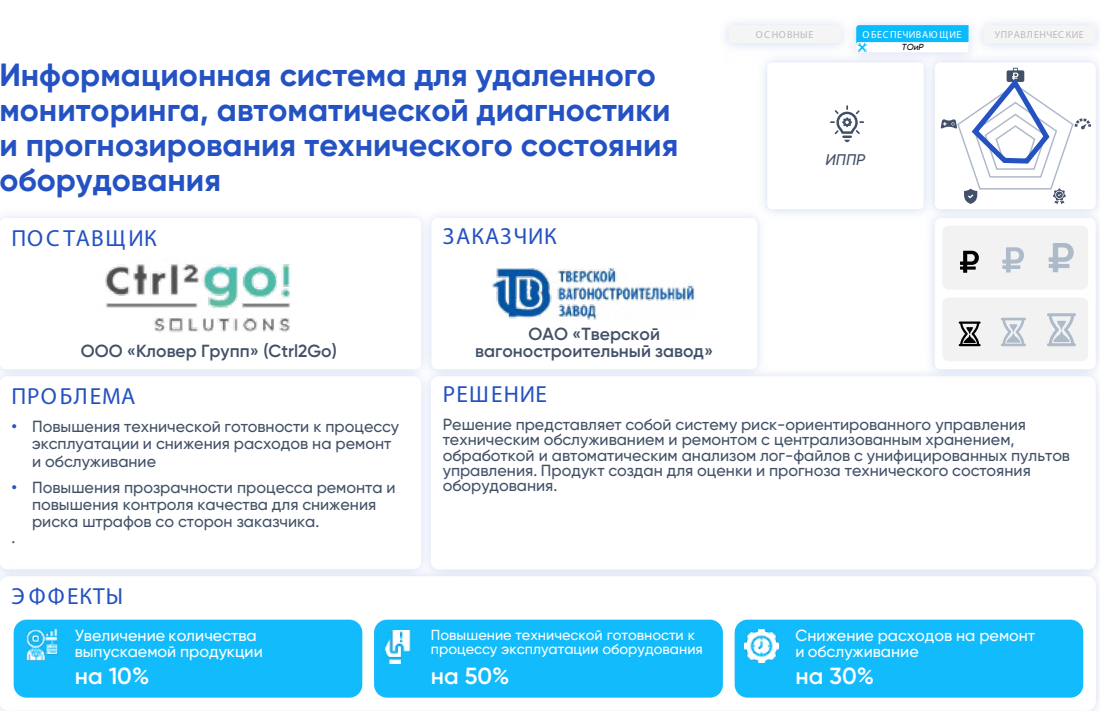
Автоматизированный контроль состояния конвейерных лент



Система мониторинга и предиктивного анализа состояния промышленного оборудования SmartDiagnostics



Информационная система для удаленного мониторинга, автоматической диагностики и прогнозирования технического состояния оборудования



Система предиктивной диагностики электродвигателей

ОСНОВНЫЕ

ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ  
ТОИР

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ

ИППР

ПОСТАВЩИК

ПАО «МАК «Вымпел»

ЗАКАЗЧИК

ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат»

ПРОБЛЕМА

Непредвиденные поломки оборудования, 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, которая быстро и точно определяет наличие и тип неисправностей по полученным данным и заблаговременно прогнозирует возможные дефекты 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%

Роботизированный комплекс противопожарной защиты\*

ОСНОВНЫЕ

ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ  
Охрана и безопасность

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ

ИППР

ПОСТАВЩИК

Росатом

ЗАКАЗЧИК

ГП Калининская АЭС

ПРОБЛЕМА

Потребность в противопожарном мониторинге и предотвращении возникновения аварийных ситуаций на АЭС, негативное воздействие опасных факторов пожара.

РЕШЕНИЕ

Решение предназначено для предупредительного мониторинга, автоматического обнаружения возгораний и управления тушением пожара без участия людей. Система сканирует помещение по температуре и содержанию в воздухе горючих газов, в том числе водорода. Алгоритмы определяют необходимый режим тушения с учетом вида исходного события, динамики развития аварийной ситуации и запаса огнетушащих веществ. Применение в устройстве робототехнических средств с элементами ИИ позволяет расширить технические возможности и усовершенствовать технологию пожаротушения.

ЭФФЕКТЫ

Повышение скорости реагирования на внештатные ситуации до 95%

Минимизация вероятности повреждения технологического оборудования до 5%

\* – может быть применено на предприятиях обрабатывающей промышленности

Автоматизированный контроль использования средств индивидуальной защиты и попадания в опасные зоны

ОСНОВНЫЕ

ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ  
Охрана и безопасность

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ

Компьютерное зрение

ПОСТАВЩИК

ООО «Визорлабс»

ЗАКАЗЧИК

Росатом

ПРОБЛЕМА

Несистематическое или халатное отношение сотрудников к правилам техники безопасности и охраны труда, отсутствие оперативной информации о пострадавших сотрудниках, отклонение от регламентов обслуживания оборудования.

РЕШЕНИЕ

VizorLabs Health & Safety – автоматическая система контроля соблюдения техники безопасности и применения средств индивидуальной защиты (СИЗ) для предотвращения производственного травматизма. Изображение с камер наблюдения в производственных помещениях передается на сервер видеонаблюдения, на котором нейронная сеть проверяет изображения на предмет ношения СИЗ сотрудниками, регистрирует нарушения техники безопасности, контролирует комплектность и численность бригад. Информация о нарушениях мгновенно передается на рабочее место (монитор или мобильное устройство) начальника смены и регистрируется в отчете. Начальник смены по радиосвязи останавливает работы до устранения нарушений.

ЭФФЕКТЫ

Экономия на каждые 150 сотрудников 25 млн руб./год

Устранение риска затягивания в инцидентах и снижение выплат в каждом расследовании до 200 тыс. руб.

Сокращение количества несчастных случаев в 8 раз

Интеллектуальная поисковая система

ОСНОВНЫЕ

ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ  
Делопроизводство

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ

Обработка естественного языка

ПОСТАВЩИК

АО «Наумен»

ЗАКАЗЧИК

ООО «НТЦ «Газпром Нефть»

ПРОБЛЕМА

Большое количество времени специалистов, затрачиваемое на поиск необходимой научной информации, что приводит к недостаточно высокой скорости обработки информации и ошибкам при ее анализе из-за человеческого фактора.

РЕШЕНИЕ

Система представляет собой набор алгоритмов для автоматического поиска и структурирования найденных данных о технологиях, исследованиях и инженерных решениях, расположенных на внутренних ресурсах компании и во внешних источниках. Найденные и автоматически отобранные данные позволяют эффективнее принимать управленческие решения разного уровня, от решений по разработке месторождений до изменений в технологических процессах.

ЭФФЕКТЫ

Сокращение ежедневных затрат на поиск документов на 50%

Увеличение скорости обработки обращений до 1000+ /мес.

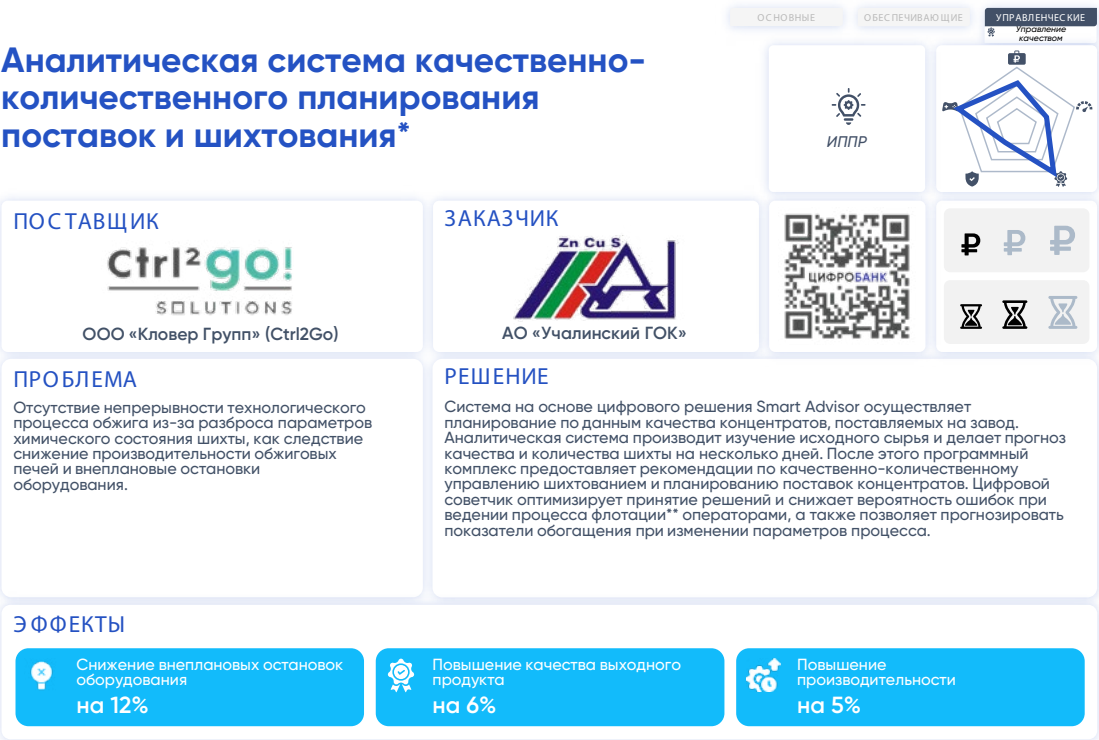
\* – экспертная оценка стоимости

Платформа с встраиваемым ИИ-модулем для цифровизации бизнес-процессов на производственном предприятии



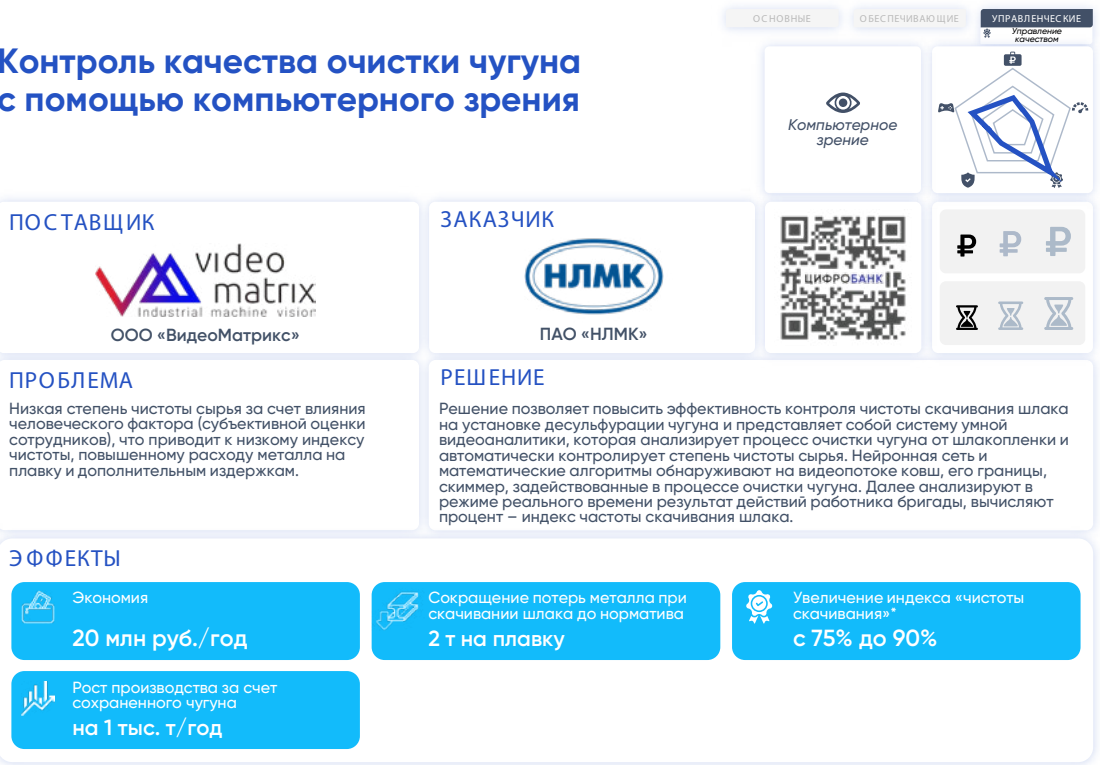
\* – значение эффектов может отличаться от указанных, так как зависит от множества факторов конкретного предприятия

Аналитическая система качественно-количественного планирования поставок и шихтования\*



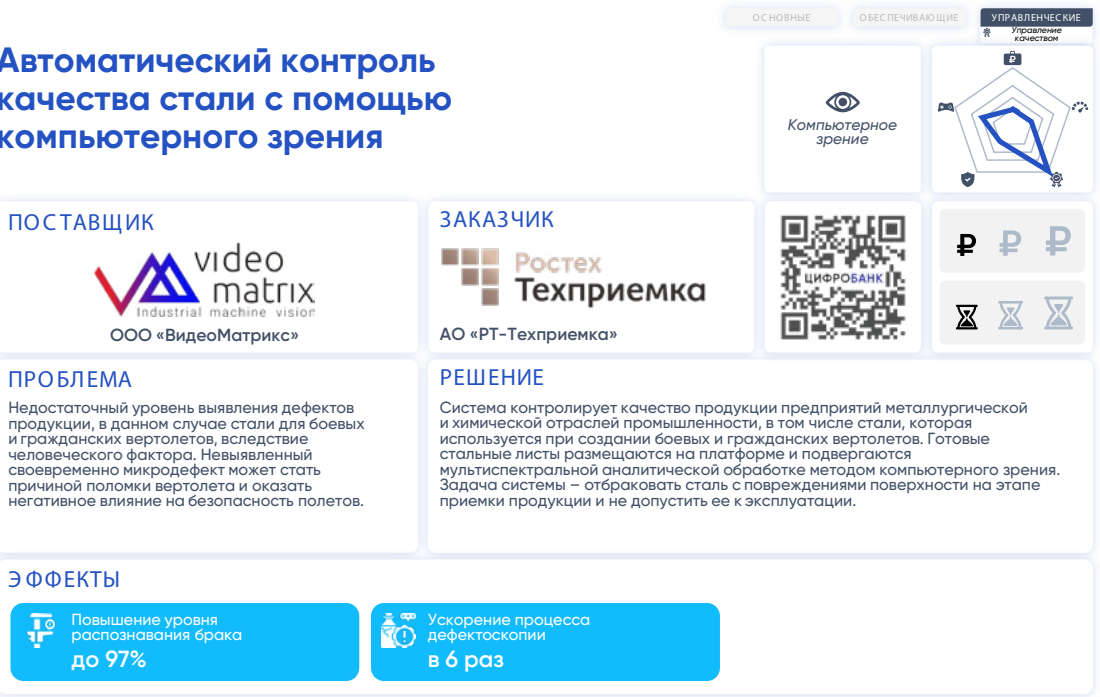
\* – процесс смешивания ископаемого сырья разных сортов или с разным содержанием ценного компонента для придания смеси определенных технологических свойств, улучшающих процесс обогащения  
\*\* – метод обогащения полезных ископаемых на промышленных предприятиях

Контроль качества очистки чугуна с помощью компьютерного зрения



\* Скачивание – процесс удаления шлака с поверхности расплава при выплавке

Автоматический контроль качества стали с помощью компьютерного зрения



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

ОСНОВНЫЕ

ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ  
Управление качеством

Компьютерное зрение

ПОСТАВЩИК

ООО «Точка зрения»

ЗАКАЗЧИК

АО «Загорский трубный завод»

ПРОБЛЕМА

Сложности при контроле качества технологических параметров изготовления труб газопроводов: скорости вращения и перемещения (труб, нагрева, толщины изоляции и др.).

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%

\* – экспертная оценка стоимости

Система управления ресурсами цеха Morigan Lean

ОСНОВНЫЕ

ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ  
Управление качеством

Компьютерное зрение

ПОСТАВЩИК

ООО «Маттлер»

ЗАКАЗЧИК

ООО «Агросила.Челны-МПК»

ПРОБЛЕМА

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

РЕШЕНИЕ

Система видеоаналитики Morigan.Lean в производственном цехе позволяет 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

ЭФФЕКТЫ\*\*

Снижение срока обучения новых сотрудников на 15%

Снижение времени простоев на 30%

\* – экспертная оценка стоимости  
\*\* – указанные эффекты достигимы в указанных объемах только в сочетании с набором управленческих решений

Система контроля соблюдения мер гигиены сотрудниками на производстве

ОСНОВНЫЕ

ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ  
Управление качеством

Компьютерное зрение

ПОСТАВЩИК

ООО «Коннектком»

ЗАКАЗЧИК

ГК «Дамате»

ПРОБЛЕМА

Контроль за санитарными правилами и нормами (СанПиН) и гигиеническими нормативами (ГН) является требованием к предприятиям, работающим по данным регламентам. Несоблюдение нормативов ведет к штрафам, потенциальному вреду здоровью потребителей конечной продукции и связанным репутационным и экономическим потерям, риску отзыва партии и остановки производства на время расследования.

РЕШЕНИЕ

Система «Direktiva: Санитария» отслеживает выполнение сотрудниками внутренних производственных регламентов и санитарных норм в соответствии с Европейским стандартом EN-1500. «Умный» рукоякойник напоминает о необходимости гигиенической обработки рук и проверяет точное выполнение санитарных регламентов. Камеры оснащены функцией распознавания лиц, что позволяет проводить аутентификацию сотрудников, соблюдение регламента мытья рук и осуществлять контроль доступа на рабочее место. Система исключает вероятность попадания на производство сотрудников, не выполнивших надлежащие регламентные операции по мойке и дезинфекции.

ЭФФЕКТЫ

Снижение влияния человеческого фактора на производимую продукцию до 5%

Увеличение соблюдения исполнения параметров санитарной обработки рук до 100%

Система мониторинга промышленного оборудования «ДИСПЕТЧЕР» с встраиваемым ИИ-модулем

ОСНОВНЫЕ

ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ  
Бизнес-планирование

ИППР

ПОСТАВЩИК

ООО «Цифра»

ЗАКАЗЧИК

АО «Авиастар-СП»

ПРОБЛЕМА

Отсутствие оперативного доступа к структурированным данным о ходе производственных процессов, состоянии оборудования, уровне его загрузки, что ведет к снижению качества управленческих решений, простоем и поломкам оборудования, снижению производительности предприятия, росту затрат.

РЕШЕНИЕ

«Диспетчер» может снимать информацию с любого станочного оборудования, по широкому набору интерфейсов и протоколов. Подключение при помощи оригинальных аппаратных устройств или прямым соединением устройства числового программного управления осуществляется по эффективной методике и подходит для станков, выпущенных много лет назад.

ЭФФЕКТЫ

Рост загрузки станков на 31,5%

Экономия с одного станка за счет оптимизации энергопотребления на 36 тыс. руб./год

Экономия на одном участке на 18 млн руб./год

## 4 Перспективные успешные практики применения искусственного интеллекта в обрабатывающей промышленности



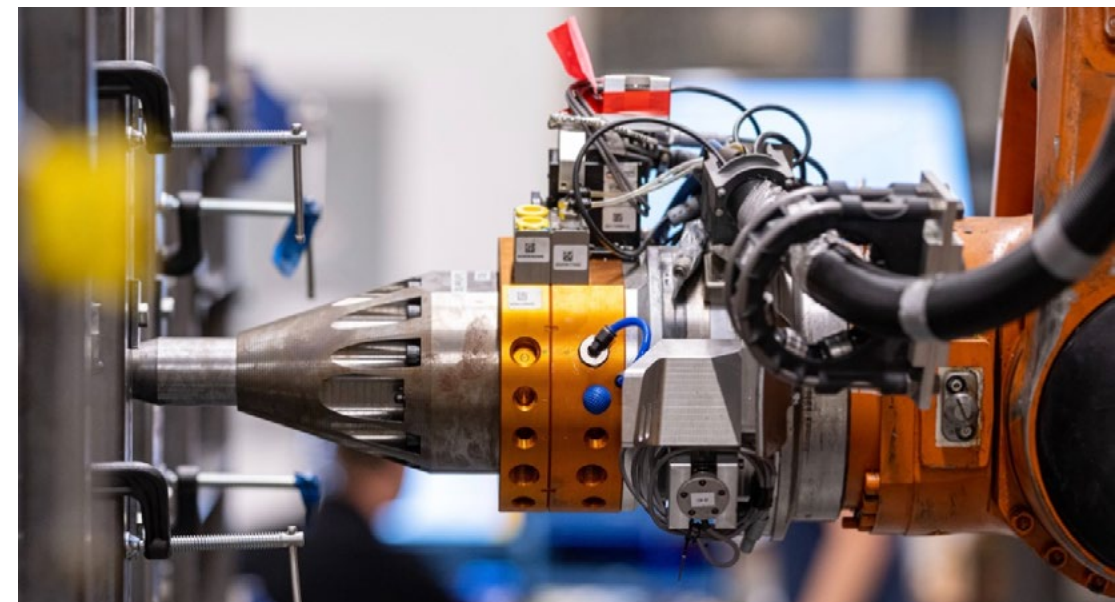
К перспективным успешным практикам применения ИИ в обрабатывающей промышленности были отнесены передовые технологии, разрабатываемые и внедряемые крупнейшими компаниями – лидерами отраслей. Такие разработки представляют собой инновационные решения, уже изменяющие существующие реалии производства, взаимодействия с клиентами и модифицирующие представления о стандартах управления технологическими процессами внутри предприятий. В ближайшие годы (3–5 лет) ожидается развитие описанных технологий, которые потенциально могут значительно изменить производственный ландшафт, снизить расходы и повысить экономическую эффективность компаний.

### 4.1 Перспективные зарубежные ИИ-решения

В рамках данного раздела были рассмотрены перспективные зарубежные практики применения ИИ-решений, которые могут быть переняты российскими разработчиками и промышленными предприятиями в будущем.

#### Автоматизация производства промышленных деталей<sup>37</sup>

Калифорнийский стартап Machina Labs анонсировал коммерческий запуск роботизированного предприятия, которое будет принимать заказы на изготовление любых промышленных деталей. BBC США и космическое агентство NASA первыми воспользовались услугами предприятия.



Производственная платформа Machina Labs сочетает робототехнику и искусственный интеллект для повышения доступности быстрого производства. Установки завода ориентированы на листовые металлы и полностью универсальны, они могут конфигурироваться по форме и размеру в зависимости от потребностей заказчика. Манипуляторы уже были использованы для изготовления обшивки современных танков и деталей для дронов.

Рассмотренное ИИ-решение соответствует сразу двум тенденциям: переход на прямой контакт производителя с потребителем и гибкое производство, поскольку решение позволяет быстро адаптироваться к запросам клиентов, перестроить производственный процесс и изготовить необходимую деталь.

Потенциальные эффекты: снижение производственных затрат, а также увеличение скорости производства индивидуализированной продукции за счет полной автоматизации процессов.

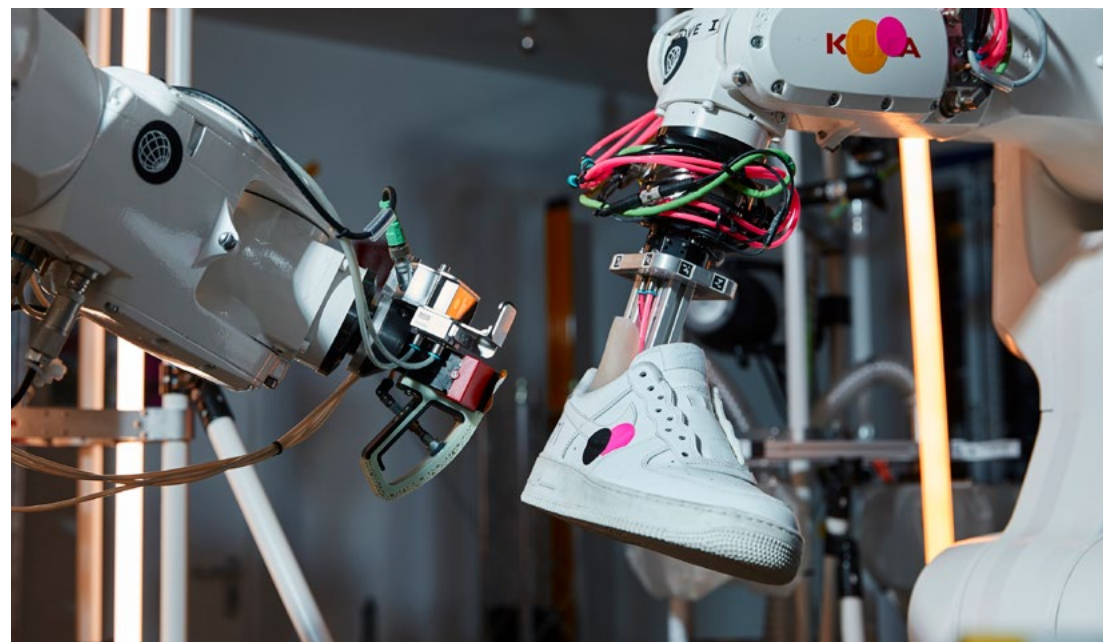
### Объединение нескольких деталей в одну и снижение веса автомобиля с помощью генеративного проектирования<sup>38</sup>

Инженеры General Motors и Autodesk использовали генеративное проектирование (процесс исследования вариантов дизайна на этапе концептуального проектирования, в котором используется программа, управляемая ИИ) для изменения дизайна небольшого, но важного компонента автомобиля – кронштейна сиденья, к которому крепятся ремни безопасности. Программное обеспечение создало более 150 вариантов дизайна, основанных на заданных инженерами параметрах, таких как необходимые точки соединения, прочность и масса. Они остановились на новой конструкции, структура которой ранее не встречалась на производстве, она на 40% легче и на 20% прочнее оригинальной детали. Важное преимущество генеративного дизайна – возможность консолидации (объединения) деталей, поскольку новая деталь объединяет восемь различных компонентов в одну 3D-печатную деталь.



### Персонализация производства Nike при помощи ИИ<sup>39</sup>

Американская транснациональная корпорация Nike разработала систему под названием Nike Maker Experience, которая дает возможность создать индивидуализированную пару кроссовок за два часа.



Покупатели выбирают цвета и графические элементы при помощи голосовых команд. Затем Nike Maker Experience использует технологии искусственного интеллекта: системы отслеживания объектов и проекционные системы, которые позволяют создать желаемый продукт, на 100% соответствующий запросу покупателя. Время создания – менее двух часов, тогда как стандартная процедура кастомизации кроссовок, когда клиент сообщает бренду свои пожелания, занимает две недели<sup>40</sup>.

Также компания предлагает своим клиентам приложение Nike Fit, позволяющее подобрать подходящую модель обуви с помощью компьютерного зрения и машинного обучения. Приложение создает и анализирует морфологию стопы клиента в цифровом виде, после чего быстро подбирает наиболее подходящую модель, что экономит время и деньги на обработке возвратов и пополнении запасов складов.

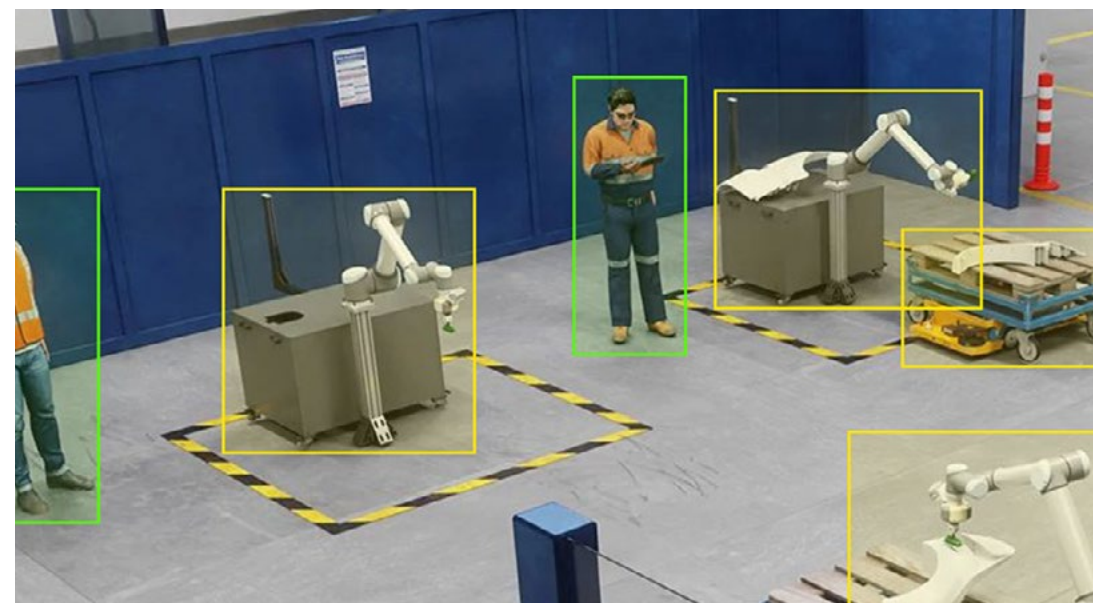
### Генеративный дизайн для создания одних из самых легких колес в мире<sup>41</sup>

Команда Briggs Automotive Company впервые использовала возможности генеративного дизайна, чтобы спроектировать колесо, которое будет на 2,5 кг (или на 35%) легче, сохраняя первоначальную прочность. Для его создания были установлены ограничения по нагрузке и геометрии, а также функциональные требования, после чего компьютер с помощью технологий ИИ сгенерировал тысячи вариантов, соответствующих техническим спецификациям, из которых был выбран наилучший. Установка колес с новым дизайном снижает вес автомобиля и улучшает общее впечатление от вождения за счет уменьшения гироскопических эффектов при рулевом управлении. Команда Briggs Automotive Company рассчитывает продолжить использовать генеративный дизайн для все большего числа деталей.



### Промышленная метавселенная от Siemens и NVIDIA<sup>42</sup>

Siemens и NVIDIA объединяют обширную промышленную экосистему Siemens Xcelerator и физически точный механизм создания виртуального мира в реальном времени с поддержкой искусственного интеллекта NVIDIA Omniverse™, что позволяет создавать точные реалистичные цифровые двойники, которые соединяют программно-определяемые системы ИИ от периферии до облачных систем. Клиенты, а именно промышленные компании, смогут использовать иммерсивную (обеспечивающую эффект присутствия) среду для совместной работы по созданию инновационных инженерных решений и решению реальных проблем, связанных с цифровыми двойниками, IoT и аналитикой в реальном времени.



## Проектирование космического посадочного аппарата «Ландер» с помощью генеративного дизайна<sup>43</sup>

Межпланетный посадочный аппарат должен выполнять сложные операционные функции при температурах намного ниже нуля и выдерживать уровень радиации, в тысячи раз превышающий земной. Вес при старте является критически важным фактором. Каждый килограмм массы конструкции аппарата, который можно сократить, позволяет увеличить массу полезной нагрузки – датчиков и приборов для измерений за пределами Земли.



Для проекта «Ландер» команда Jet Propulsion Laboratory (NASA) изучила возможность использования экспериментальной технологии генеративного проектирования для нескольких структурных компонентов, включая внутреннюю структуру, в которой хранятся научные приборы, и внешнюю структуру, которая соединяет опорные части «Ландера» с основным отсеком полезной нагрузки. Команда смогла уменьшить массу внешней конструкции на 35% по сравнению с базовым вариантом.

## Автоматизация на производстве электрокаров Tesla<sup>44</sup>

Завод Gigafactory компании Tesla во Фримонте, штат Калифорния, является одним из самых известных автомобильных заводов в мире, он оснащен современным оборудованием, включая множество роботов. Отличительная особенность фабрики заключается в том, что на ее территории организован полный цикл производства автомобилей с нуля.



Большинство процессов автоматизировано, на заводе работает около 200 роботов, которые выполняют задачи разного уровня сложности. Часть роботов выполняет достаточно простые задачи: транспортировка предметов по фиксированному маршруту, которые требуют минимального уровня программирования. Другая часть роботов используется для выполнения более сложных задач, где применяются

технологии ИИ, например замена инструментов для выполнения разного рода задач одним и тем же роботом. Также технологии ИИ используются для обработки и систематизации информации о процессе производства с целью формирования рекомендаций, на основании которых менеджеры могут принимать управленческие решения. Благодаря инновационному подходу и использованию технологий ИИ производство Tesla Model S с нуля до полного укомплектования занимает 3–5 дней<sup>45</sup>.

## 4.2 Перспективные отечественные ИИ-решения

### Безлюдное производство ГК «Черкизово»

Роботизированный завод аграрного холдинга «Черкизово» открылся в Кашире летом 2018 г. Компания разработала производственный процесс на основе бизнес-аналитики и больших данных. В рамках реализации проекта были поставлены следующие задачи: снижение себестоимости продуктов, расширение объемов производства и улучшение контроля качества путем избавления от ошибок из-за «человеческого фактора» за счет внедрения полной автоматизации.

Особенность завода – реализация в нем подхода «Индустрия 4.0»: весь производственный процесс полностью контролируется роботизированной системой, управляемой искусственным интеллектом<sup>46</sup>.

Персонал соприкасается с продуктом только в двух случаях: при разгрузке машин с сырьем и загрузке паллет с уже готовой и упакованной продукцией. Количество людей на заводе – около 170 чел. вместо 800, которые обычно работают на предприятиях такого масштаба. В основном люди работают водителями фур и погрузчиков, механиками, уборщиками и инженерами, поскольку основную работу выполняют роботы.



Весь производственный процесс выглядит следующим образом. На территорию заезжает фура с сырьем, которое рабочие на погрузчиках перетаскивают на склад. Далее все автоматизировано: роботы без участия человека принимают сырье, сами перевозят его на производство, где превращают фарш в разнообразную пищевую продукцию. Также роботы сами контролируют качество: определяют, соответствует ли продукт нормативам, нет ли внешних дефектов. Если все хорошо, перевозят готовую

продукцию на конвейер упаковки и после – на склад. Со склада продукция поступает на прилавки магазинов<sup>47</sup>.

После запуска роботизированного завода производительность труда повысилась в четыре раза, по сравнению с обычным предприятием. По оценке финансового отдела предприятия окупаемость инвестиций при наращивании производства происходит через 5–10 лет после запуска производства.

#### Корпоративная платформа роботизации дирекции региональных продаж «Газпром нефти»<sup>48</sup>

Технологии программной роботизации являются инновационным и крайне перспективным решением. В зависимости от масштаба компании роботизация может быть применена в совершенно различных областях бизнеса. При этом необходимо каждый раз, создавая робота, соблюсти ряд утвержденных внутренними нормами корпоративных требований и сформировать компетентную команду.

Платформа роботизации ПАО «Газпром нефть» построена на системе UiPath, которая способствует комплексной автоматизации на базе ИИ и позволяет сократить сроки роботизации рутинных процессов за счет согласования общих и технических требований к программным роботам. На базе платформы роботизации создается центр компетенций, который является точкой входа для бизнеса, испытывающего потребность в оптимизации рутинных процессов. Готовые инструменты позволяют максимально оперативно роботизировать процессы, используя выстроенные процессы разработки программных роботов.

Данное решение было внедрено в дирекцию региональных продаж ПАО «Газпром нефть» с целью использования системы во всех регионах присутствия компании. Платформа позволит проектным командам роботизировать процессы, используя выстроенную инфраструктуру и готовые инструменты, существенно ускоряя срок поставки ценности бизнесу, подстраиваясь под актуальные изменения.

## 5 Экосистема развития ИИ в обрабатывающей промышленности на федеральном уровне



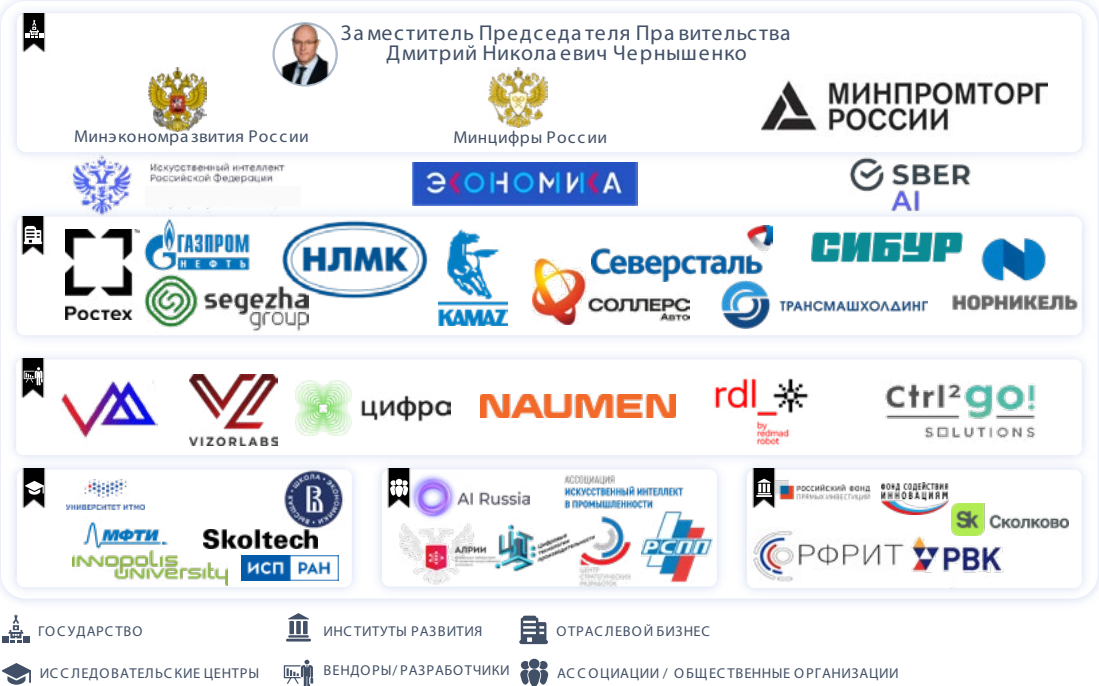


Рисунок 3 – Экосистема развития ИИ в обрабатывающей промышленности на федеральном уровне



1 – Приоритетные направления поддержки // Минцифры России  
Источник: Сколково, РФРИТ

Рисунок 5 – Меры поддержки ИИ-проектов со стороны институтов развития

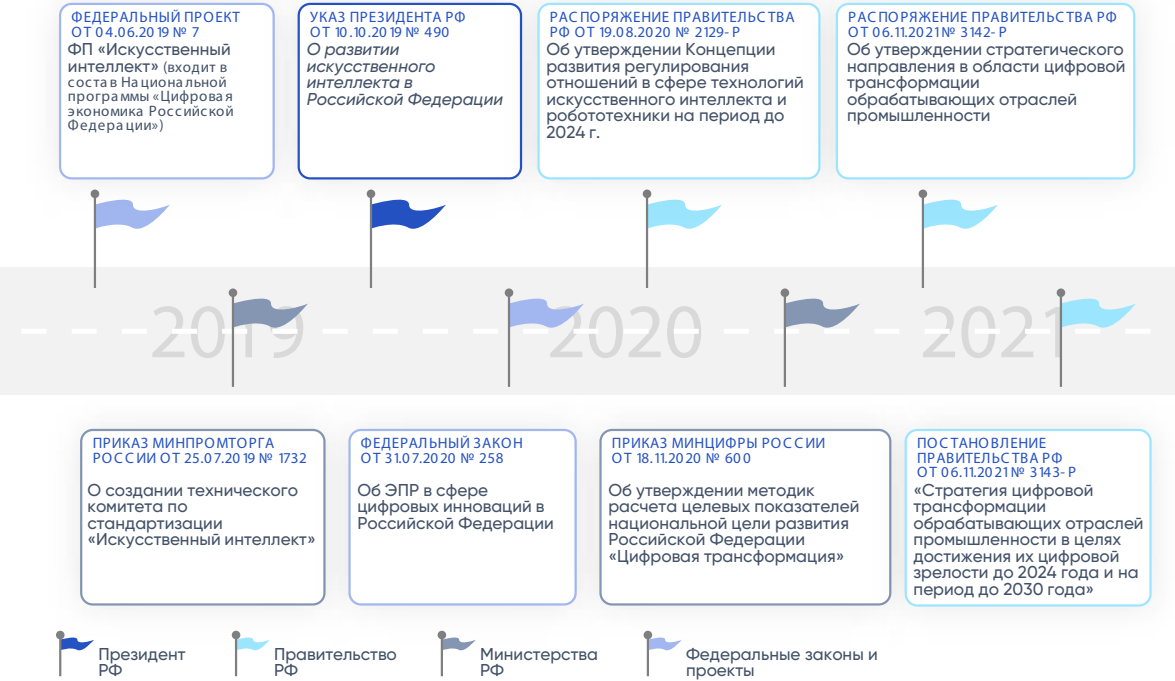


Рисунок 4 – Нормативное правовое регулирование в сфере ИИ в промышленности

## 6 Программы цифровой трансформации регионов в области обрабатывающей промышленности



Возможность развития искусственного интеллекта на региональном уровне отражена в программах цифровой трансформации регионов. При этом в программах трансформации большинства регионов Российской Федерации содержится раздел по промышленности. На рисунке 4 отображены регионы РФ с высокой долей обрабатывающей промышленности в валовом региональном продукте.

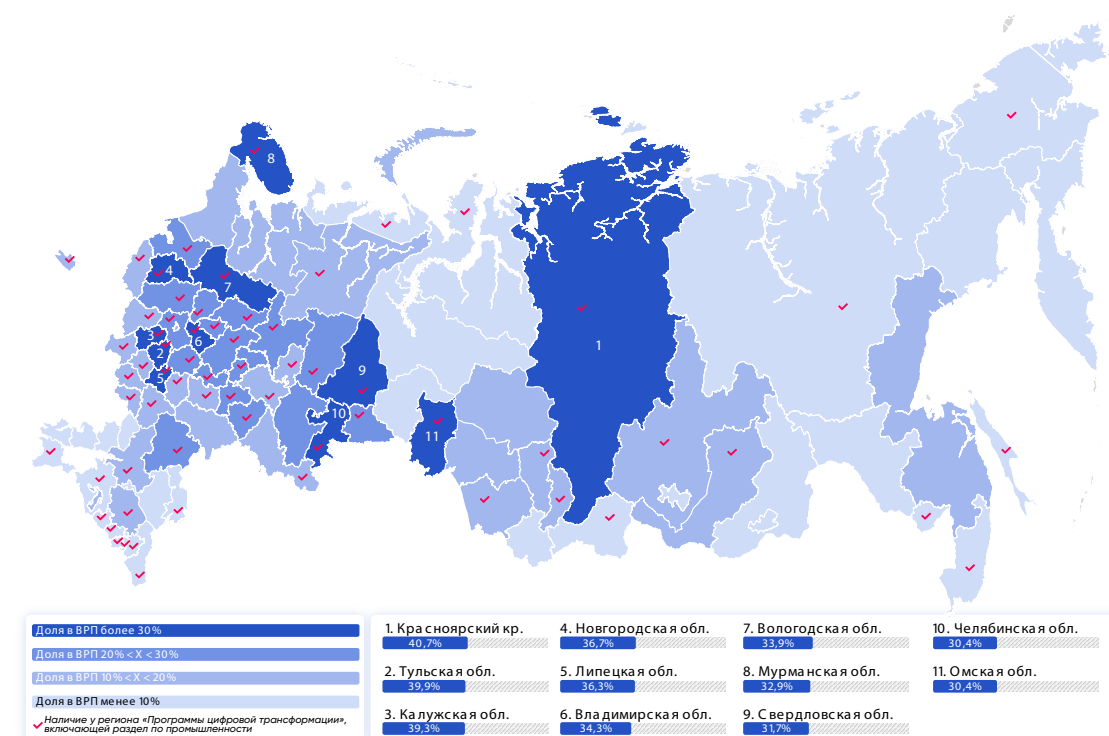


Рисунок 4 – Доля обрабатывающей промышленности в ВРП в разрезе регионов за 2020 г.

## 7 Лидеры развития технологий ИИ в обрабатывающей промышленности



Лидеры развития технологий искусственного интеллекта в обрабатывающей промышленности – разработчики ИИ-решений и их заказчики – были определены по результатам анализа перечня кейсов внедрения ИИ на предприятиях обрабатывающей промышленности в РФ.

Процесс отбора разработчиков учитывал наличие ИИ-решений для интеграции в бизнес-процессы обрабатывающей промышленности и реализованных разработок в данной сфере, которые принесли качественные и количественные эффекты для предприятий.

Процесс отбора заказчиков учитывал количество успешно завершенных проектов по внедрению ИИ-решений, уровень инноваций, репутацию на рынке и занимаемую долю рынка (все компании-заказчики включены в список Forbes Топ-200 крупнейших частных компаний России – 2021 г.<sup>49</sup>).

### 7.1 Ключевые разработчики ИИ-решений

#### 7.1.1 ООО «Цифра» (Цифра)

Объем привлеченных инвестиций: 990 млн руб.<sup>50</sup>

Выручка за 2021 г.: 762,91 млн руб.<sup>51</sup>

Численность персонала: 73



**О компании:** группа компаний «Цифра» повышает эффективность и безопасность горнодобывающей, нефтегазовой, химической и машиностроительных отраслей. Компания разрабатывает и внедряет промышленные цифровые решения на базе собственной платформы ZIIoT, предоставляет доступ к среде разработки платформенных приложений, а также развивает индустрию роботизированного промышленного транспорта.

#### Основные проекты с применением ИИ:

- управление длительностью и эффективностью процесса термообработки (АО «Волжский трубный завод»)<sup>52</sup>;
- система сбора производственных данных и мониторинг промышленного оборудования для принятия управленческих решений (АО «Авиастар-СП»)<sup>53</sup>;
- эффективное управление горнотранспортным комплексом (АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей»)<sup>54</sup>.

### 7.1.2 ООО «Кlover Групп» (Ctrl2Go)

Объем привлеченных инвестиций: не выявлено  
Выручка за 2021 г.: 418,53 млн руб.<sup>55</sup>  
Численность персонала: 139



**О компании:** Ctrl2GO является одним из крупнейших поставщиков решений для анализа данных в России и специализируется на разработке и внедрении цифровых продуктов в промышленности. В 2020 г. компания Ctrl2GO вошла в тройку лучших поставщиков решений для анализа данных в России и Топ-100 крупнейших IT-компаний страны по данным рейтинга CNews.

#### Основные проекты с применением ИИ:

- система мониторинга и предиктивного анализа состояния промышленного оборудования SmartDiagnostics (ОАО «Тверской вагоностроительный завод»)<sup>56</sup>;
- система качественно-количественного планирования поставок и шихтования (АО «Учалинский ГОК»)<sup>57</sup>;
- решение для оценки и прогноза технического состояния электропоездов на производстве (ОАО «Тверской вагоностроительный завод»)<sup>58</sup>.

### 7.1.3 ООО «Рэдмэдробот» (RDL by red\_mad\_robot)

Объем привлеченных инвестиций: не выявлено  
Выручка за 2021 г.: 395,51 млн руб.<sup>59</sup>  
Численность персонала: 131



**О компании:** компания red\_mad\_robot сосредоточена на разработке цифровых продуктов для решения бизнес-задач партнеров с помощью технологий, дизайна и проектирования пользовательского опыта. red\_mad\_robot – разработчик мобильных приложений в России. Другие направления работы: проектирование и создание цифровых сервисов и продуктов на основе технологий, IIoT-оборудования, разработка сайтов и проектирование дизайна, включая UI, UX и CX.

Redmadrobot Data Lab – технологическая компания, разрабатывающая решения на основе технологий искусственного интеллекта, входит в группу компаний Redmadrobot.

#### Основные проекты с применением ИИ:

- решение по контролю погрузки горной породы в вагоны и самосвалы (ПАО «НЛМК»)<sup>60</sup>;
- предиктивная модель оптимизации загрузки шаров в горнорудные мельницы (ПАО «НЛМК»).

### 7.1.4 АО «Наумен» (NAUMEN)

Объем привлеченных инвестиций: не выявлено  
Выручка за 2021 г.: 191,84 млн руб.<sup>61</sup>  
Численность персонала: 564



**О компании:** группа компаний NAUMEN – российский вендор ПО и облачных сервисов, технологический партнер в цифровой трансформации для компаний и органов власти. NAUMEN предлагает решения в области управления цифровой инфраструктурой, клиентскими коммуникациями и сервисом. В портфеле компании – широкий спектр продуктов и решений для управления инновациями и R&D, управления закупками, поддержки принятия решений и трансфера знаний, реализации сквозных бизнес-процессов на основе ИИ-технологий, прогнозной аналитики и обработки больших данных. Виртуальные сотрудники и ассистенты, разработанные компанией, ежемесячно выполняют миллионы задач.

#### Основные проекты с применением ИИ:

- роботизация контактного центра энергосбытовой компании (Мосэнергосбыт)<sup>62</sup>;
- система когнитивного поиска для научно-технического центра нефтяной компании (НТЦ «Газпром нефти»)<sup>63</sup>;
- Naumen Business Service Monitoring (BSM) – система зонтичного интеллектуального мониторинга ИТ-ландшафта (АПХ «Мираторг»)<sup>64</sup>;
- Naumen Data Aggregation Platform (NDAP) – платформа для построения систем интеллектуального мониторинга (Московский индустриальный банк – АО «МИНБанк»)<sup>65</sup>.

### 7.1.5 ООО «Визорлабс» (VizorLabs)

Объем привлеченных инвестиций: 19,5 млн руб.<sup>66</sup>  
Выручка за 2021 г.: 78,3 млн руб.<sup>67</sup>  
Численность персонала: 23



**О компании:** один из ведущих российских поставщиков систем видеоаналитики для промышленного применения, резидент технопарка «Сколково». VizorLabs разрабатывает технологии распознавания и автоматической обработки фото- и видеоизображений (компьютерного зрения) с помощью искусственного интеллекта и нейросетей для решения прикладных задач в сфере автоматизации производственных процессов, дефектоскопии и телеметрии, в системах контроля доступа и промышленной безопасности.

#### Основные проекты с применением ИИ:

- контроль погрузочно-разгрузочных работ под козловыми кранами (ПАО «ГМК Норильский никель»)<sup>68</sup>;
- контроль длины насосно-компрессорных труб (ПАО «Газпром нефть»)<sup>69</sup>;
- контроль средств индивидуальной защиты на шахте Распадская (ООО «ЕВРАЗ»)<sup>70</sup>.

### 7.1.6 ООО «ВидеоМатрикс» (Videomatrix)

Объем привлеченных инвестиций: не выявлено

Выручка за 2021 г.: 28,5 млн руб.<sup>71</sup>

Численность персонала: 18



**О компании:** ООО «ВидеоМатрикс» – это компания с многолетним опытом работы в сфере инновационных технологий видеоаналитики, нейронных сетей, IoT и AI на производстве.

#### Основные проекты с применением ИИ:

- Vmx SILA. ИБ – биометрическая идентификация, системы видеонаблюдения, системы видеоаналитики (АО «ЧМПЗ»);
- Vmx Dequs. Системы видеонаблюдения, системы видеоаналитики (ПАО «НЛМК»);
- Vmx Qualex. MES – управление производствами и ремонтами, АСУ ТП, системы видеоаналитики (ПАО «Северсталь»)<sup>72</sup>.

## 7.2 Заказчики, инвестирующие в разработку ИИ-решений

### 7.2.1 ПАО «Газпром нефть»

Выручка за 2021 г.: 3,07 трлн руб.

Руководитель цифровой трансформации:

до декабря 2022 г. – Андрей Белевцев

Численность персонала: 479 200



**О компании:** ПАО «Газпром нефть» – российская вертикально интегрированная нефтяная компания. Основные виды ее деятельности – разведка и разработка месторождений нефти и газа, нефтепереработка, производство и реализация нефтепродуктов. Входит в Топ-5 по объемам добычи и переработки нефти в РФ, является одним из лидеров российской нефтяной индустрии по эффективности.

#### Проекты организации по внедрению технологий на базе ИИ:

INITI – мультикоптер, беспилотное воздушное судно вертолетного типа;

- «Газпромнефть-Оренбург» – цифровой двойник месторождения<sup>73</sup>;
- «Газпромнефть – смазочные материалы» – мобильный комплекс диагностики оборудования и автомобильной техники на основе анализа состояния масла<sup>74</sup>;
- VizorLabs – прототип программно-аппаратного комплекса для автоматического измерения и контроля длины насосно-компрессорных труб<sup>75</sup>.

#### Эффекты от внедрения решений разработчика VizorLabs в одном из подразделений ПАО «Газпром нефть»<sup>76</sup>:

- экономический эффект на 1 скважину: сокращение трудозатрат на 3 млн руб. в год;
- рост выручки от увеличения добычи нефти до 40 млн руб. в год;
- повышение точности измерений;
- повышение объемов добычи нефти за счет более точного попадания насосно-компрессорных труб в нефтенесущие пласты;
- сокращение времени на подготовительные работы при спускоподъемных операциях, капитальный ремонт скважин, подземный ремонт скважин – до 30 мин. на 1 насосно-компрессорную трубу;
- снижение количества повторных работ, непроизводительного времени, снижение воздействия человеческого фактора;
- увеличение объемов добычи нефти до 2 тыс. тонн в год на 1 скважину.

#### Эффекты от внедрения цифрового двойника в «Газпромнефть-Оренбург»<sup>77</sup>:

- экономический эффект от проекта составит 3,3 млрд руб. до 2030 г.;
- система круглосуточно сопровождает работу свыше 600 скважин;
- дополнительная накопленная добыча предприятия превысит 800 тыс. тонн нефти и 1,3 млрд м3 газа.

#### Эффекты от использования мобильного комплекса диагностики оборудования и автомобильной техники на основе анализа состояния масла<sup>78</sup>:

высокоточные лабораторные измерения ключевых параметров масла;

последующее сопоставление результатов с базой цифровой системы на основе искусственного интеллекта, который дает точный прогноз по дальнейшей эксплуатации оборудования.

### 7.2.2 ГК «РОСТЕХ» (Ростех)

Выручка за 2021 г.: 2,06 трлн руб.

Руководитель цифровой трансформации: Андрей Комаров<sup>79</sup>

Численность персонала: 591 200



**О компании:** российская государственная корпорация, созданная в конце 2007 г. для содействия в разработке, производстве и экспорте высокотехнологичной промышленной продукции гражданского и военного назначения. На данный момент в составе «Ростеха» более 800 научных и производственных организаций

в 60 регионах страны. Ключевые направления деятельности корпорации – авиастроение, машиностроение, радиоэлектроника, медицинские технологии, инновационные материалы и др. Продукция корпорации поставляется более чем в 100 стран мира.

#### Проекты организации по внедрению технологий на базе ИИ:

- система с элементами искусственного интеллекта для контроля изготовления двигателей и возможности моделирования их испытаний в виртуальной среде (разработчик – «Цифра»)<sup>80</sup>;
- интеллектуальная система видеомониторинга для военных кораблей (внутренняя разработка)<sup>81</sup>;
- система поддержки принятия врачебных решений, использующая принципы машинного обучения и искусственный интеллект (внутренняя разработка)<sup>82</sup>.

#### Эффекты от внедрения решений разработчика «Цифра»:

- повышение эффективности использования трудовых и производственных ресурсов;
- исчезает необходимость в поддержании разрозненных систем контроля качества;
- создаются единые справочники и мастер-данные;
- с помощью платформы реализуются сквозные сценарии управления производством.

### 7.2.3 ГК «Росатом»

Выручка за 2021 г.: 1,45 трлн руб.<sup>83</sup>

Руководитель цифровой трансформации: Екатерина Солнцева<sup>84</sup>

Численность персонала: 275 131



**О компании:** государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» – многопрофильный холдинг, объединяющий активы в энергетике, машиностроении, строительстве. «Росатом» является национальным лидером в производстве электроэнергии (около 20% от общей выработки) и занимает первое место в мире по величине портфеля заказов на сооружение АЭС.

#### Проекты организации по внедрению технологий на базе ИИ:

- решение разработчика VizorLabs для повышения эффективности соблюдения правил техники безопасности и охраны труда промышленных предприятий<sup>85</sup>;
- система техподдержки пользователей с помощью ИИ<sup>86</sup>.

#### Эффекты от внедрения решений разработчика VizorLabs:

- снижение числа травм и летальных исходов (сокращение количества несчастных случаев в 8 раз);
- идентификация нарушений с точностью до 95%;
- устранение риска отягощения инцидента – до 200 тыс. руб. в 1 расследовании.

**Эффекты от внедрения системы техподдержки:** система автоматически находит решение для до 32% поступающих запросов.

### 7.2.4 ПАО «ГМК «Норильский никель»

Выручка за 2021 г.: 1,3 трлн руб.

Руководитель цифровой трансформации:

Владимир Трапезин

Численность персонала: 73 557



**О компании:** ПАО «ГМК «Норильский никель» – российская горно-металлургическая компания. Крупнейший в мире производитель никеля и палладия. Обладает наибольшими запасами никелевой руды. Производит также платину, медь, серебро, золото, кобальт и другие цветные металлы.

#### Проекты организации по внедрению технологий на базе ИИ:

- Biometric Labs – цифровые двойники трубопроводов на основе промышленного IoT и искусственного интеллекта;
- оптимизационная система-советчик – затрагивает главные функциональные блоки фабрики (измельчения, классификации и флотации) и позволяет оптимизировать их работу при помощи подсказок<sup>87</sup>;
- система контроля применения средств индивидуальной защиты от ИТ-подразделения «Норникеля» – «Нортех»<sup>88</sup>.

#### Эффекты от внедрения решений разработчика Biometric Labs<sup>89</sup>:

- предотвращение прорывов и предсказание утечек на основе полученных данных о состоянии всей сети;
- возможность заменять трубу по мере развития дефектов, а не по мере прорыва или окончания срока службы;
- снижение издержек на непредвиденный ремонт трубопровода;
- снижение простоев на производстве.

**Эффекты от внедрения оптимизационной системы-советчика<sup>90</sup>:** увеличение показателей по извлечению никеля.

#### Эффекты от внедрения решений разработчика «Нортех»<sup>91</sup>:

- снижение рисков для жизни и здоровья работников, поддержание культуры безопасного труда;
- оперативное предупреждение работника о выявленном видеоаналитикой нарушении, как следствие – улучшение дисциплины.

#### 7.2.5 ПАО «НЛМК»

Выручка за 2021 г.: 1,19 трлн руб.

Руководитель цифровой трансформации: Сергей Казанцев

Численность персонала: 50 600



**О компании:** ПАО «НЛМК» – лидирующий международный производитель высококачественной стальной продукции с вертикально интегрированной моделью бизнеса. Добыча сырья и производство стали сосредоточены в низкозатратных регионах, изготовление готовой продукции осуществляется в непосредственной близости от основных потребителей в России, Северной Америке и странах ЕС.

#### Проекты организации по внедрению технологий на базе ИИ:

- Videomatrix – система на основе Vmx Dequs фиксирует весь процесс очистки чугуна от шлака и автоматически контролирует степень чистоты сырья;
- «Инфосистемы Джет» – рекомендательный сервис на базе машинного обучения для повышения эффективности работы прокатного стана на металлургическом комбинате;
- Mail.ru Group – «Цифровой ассистент» для обработки обращений.

#### Эффекты от внедрения решений разработчика Videomatrix<sup>92</sup>:

- экономия 20 млн руб. в год;
- рост объема производства на 1 тыс. тонн в год за счет сохраненного чугуна;
- сокращение потерь металла при скачивании шлака (процесс удаления шлака с поверхности расплава) до норматива до 2 тонны на плавку;
- увеличение индекса чистоты скачивания с 75% до 90%.

#### Эффекты от внедрения решений разработчика «Инфосистемы Джет»<sup>93</sup>:

- увеличение выработки прокатного стана в среднем на 3,5 ч в месяц;
- получение около 30 млн руб. дополнительного дохода в год.

#### Эффекты от внедрения решений разработчика Mail.ru Group<sup>94</sup>:

- многократное повышение скорости ответа, сокращение времени ответа на запрос с 30+ до 1 мин.;
- снижение загрузки сотрудников отдела закупки на 25%;
- обработка запросов в режиме 24/7;
- автоматический поиск и предоставление информации по запросам.

#### 7.2.6 ПАО «Северсталь»

Выручка за 2021 г.: 770,3 млрд руб.<sup>95</sup>

Руководитель цифровой трансформации:

Потапова Светлана Александровна

Численность персонала: 51 800



**О компании:** ПАО «Северсталь» – одна из самых эффективных в мире горно-металлургических компаний, которая предлагает широкий ассортимент продукции, уделяя внимание новым высокотехнологичным продуктам и сервисам, которые отвечают текущим и будущим потребностям клиентов.

#### Проекты организации по внедрению технологий на базе ИИ:

- внедрение решения на основе нейронной сети для распознавания класса дефектов на металлическом листе для Череповецкого металлургического комбината (ЧерМК);
- внедрение системы автоматического распознавания лиц IVA CV российского разработчика IVA Cognitive для московского офиса ПАО «Северсталь»;
- создание гибридного хранилища данных (Data Lake) с применением технологии ИИ для реализации цифровой стратегии и обеспечения роста конкурентных преимуществ в долгосрочной перспективе.

#### Эффекты от внедрения решений:

- производительность непрерывно-травильного агрегата № 3 (НТА-3) на ЧерМК выросла более чем на 5%<sup>96</sup>;
- система IVA CV позволила решить ряд проблем, таких как подделка пропусков, повышение безопасности, контроль входа на территорию офиса, оповещение в реальном времени о появлении на территории предприятия лиц из «черного списка»<sup>97</sup>.

### 7.2.7 АО «Трансмашхолдинг»

Выручка за 2021 г.: 103,03 млрд руб.<sup>98</sup>

Руководитель цифровой трансформации:

Виталий Плешанов

Численность персонала: 85 000



**О компании:** «Трансмашхолдинг» занимает лидирующее положение на российском рынке железнодорожной техники, имеет 15 производственных и сборочных площадок в России и за рубежом. В состав «Трансмашхолдинга» входит ОАО «Тверской вагоностроительный завод», который является крупнейшим предприятием Тверской области. Завод представляет собой единый научно-производственный комплекс, включающий в себя исследовательские подразделения, предприятие активно внедряет инновационные решения на базе ИИ.

#### Проекты организации по внедрению технологий на базе ИИ:

- Ctrl2GO Solutions – система мониторинга и предиктивного анализа состояния промышленного оборудования SmartDiagnostics<sup>99</sup>;
- Ctrl2GO Solutions – решение для оценки и прогноза технического состояния электропоездов на производстве<sup>100</sup>;
- 2050.AT – решение для выявления наличия скрытых дефектов, влияющих на работу сварного изделия, приводящее к потенциальным травмам и экономическим потерям, что также влечет за собой снижение долговечности сварных соединений при дефектах сварного шва, снижение качества выпускаемой продукции<sup>101</sup>.

#### Эффекты от внедрения решения SmartDiagnostics<sup>102</sup>:

- снижение времени простоев оборудования на 12% за счет уменьшения времени сервисного обслуживания, как следствие, увеличение доли выпускаемой продукции на 10%;
- снижение удельного расхода энергии на 4,4% за счет оптимизации режимов работы оборудования;
- снижение затрат на ремонт до 30% за счет устранения отказов и оптимизации затрат на закупку и хранение запчастей;
- увеличение надежности и производительности работы оборудования, как следствие, устранение рисков аварий и человеческих жертв;
- устранение штрафов за невыполнение обязательств из-за снижения доли отказов оборудования;
- снижение экологических рисков за счет мониторинга режима работы оборудования;
- сокращение аварийных остановок и простоев оборудования до 70%;
- продление срока службы и экономия на замене оборудования до 15%;

- экономия на техническом обслуживании и ремонте до 50%;
- повышение энергоэффективности на 3–5%.

#### Эффекты от внедрения решения для оценки и прогноза технического состояния электропоездов на производстве<sup>103</sup>:

- снижение штрафов со стороны заказчика за счет прогнозирования отказов на линии;
- снижение количества внеплановых ремонтов и простоя на них;
- увеличение межремонтного периода и срока наработки на отказ;
- повышение прозрачности процессов ремонта и контроля качества.

#### Эффекты от внедрения решения для определения дефектов сварных швов<sup>104</sup>:

- через роботизированную ячейку проходит порядка 12–16 рам ежедневно. В дальнейшем ее производительность будет увеличена до 20;
- повышение качества выпускаемой продукции и фиксация всех несоответствий в готовой продукции;
- уменьшение травм на производстве.

### 7.2.8 ПАО ГК «Сегежа Групп»

Выручка за 2021 г.: 92,4 млрд руб.<sup>105</sup>

Руководитель цифровой трансформации:

Меркулов Сергей Сергеевич

Численность персонала: 20 000



**О компании:** Segezha Group – уникальный российский лесопромышленный холдинг с полным циклом собственной лесозаготовки и специализацией на выпуске широкой линейки высокомаржинальной продукции. В фокусе развития – экологичные технологии глубокой переработки древесины и максимально безотходного использования сырья.

Группа является одним из крупнейших лесопользователей в мире. Общая площадь арендуемого лесфонда составляет 15,7 млн га, а объем расчетной лесосеки – 22,7 млн куб. м (с учетом приоритетных инвестиционных проектов). Стабильность бизнеса гарантируется высокой степенью самообеспеченности сырьем – 84% потребностей компании в древесине покрывается за счет собственных ресурсов. Международный статус ответственного перед обществом и окружающей средой лесопользователя подтверждается тем, что 88% лесных участков компании сертифицировано по стандартам международной добровольной лесной сертификации (без учета ООО «Интер Форест Рус»).

#### Проекты организации по внедрению технологий на базе ИИ:

- системы компьютерного зрения: Smart Timber – технология определения объемов древесины, видеоаналитика с применением ИИ<sup>106</sup>;
- «Цифровой двойник» для отслеживания обрыва ленты на бумагоделательном оборудовании.

#### Эффекты от внедрения решений:

- повышение маржинальности реализации продукции на 1,5%;
- двукратное снижение количества внеплановых ремонтов;
- сокращение длительности простоев оборудования на 25%;
- сокращение внеплановых затрат на 65%.

## Приложение А. Экосистема развития ИИ в обрабатывающей промышленности

---



Развитие ИИ в России сопровождается разработкой и принятием законодательной базы под новые технологии и решения. Основными нормативными правовыми актами, регулирующими развитие ИИ в России (в том числе в обрабатывающей промышленности), являются:

- Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р (в том числе ФП «Искусственный интеллект»), созданная с целью решения задачи по обеспечению ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере<sup>107</sup>;
- Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»), который запустил процесс установления государственных приоритетов развития ИИ и юридического закрепления понятий<sup>108</sup>;
- Постановление Правительства РФ от 19 августа 2020 г. № 2129-р «Об утверждении Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники на период до 2024 г.», в котором закреплены направления развития законодательной базы, которые будут создаваться по следующим ключевым пунктам: формирование системы стандартизации решений и технологий ИИ, урегулирование вопросов, которые затрудняют разработку и внедрение ИИ, создание основ правового регулирования<sup>109</sup>.

Экосистема – это набор ключевых игроков и мер поддержки, которые обеспечивают условия для успешного создания и развития отрасли<sup>110</sup>. Внедрению искусственного интеллекта в обрабатывающей промышленности Российской Федерации способствует создание и эволюция собственной экосистемы. Внутри нее существует несколько игроков, включая Министерства РФ, ассоциации и общественные организации, вузы, институты развития и вендоры. Федеральными органами исполнительной власти, которые ответственны за развитие ИИ в сфере промышленности, являются:



## Министерство экономического развития Российской Федерации

Федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по выработке и реализации экономической политики Правительства России по ряду направлений. В контексте ФП «Искусственный интеллект» ответственен за развитие экосистемы ИИ.



## 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.

Министерство отвечает за мониторинг кейсов внедрения ИИ в отрасли промышленности для формирования базы данных ИИ-решений. Министерство также

играет ключевую роль в выдаче грантов IT-компаниям, кредитным организациям и заемщикам, которые играют системообразующую роль в развитии искусственного интеллекта в России. Осуществляет поддержку компаний сферы ИИ путем субсидирования процентной ставки по кредиту.

## Министерство промышленности и торговли Российской Федерации

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. В контексте ФП «Искусственный интеллект» ответственен за разработку чипов и аппаратных комплексов. Со стороны Министерства компании могут получить поддержку разработки и внедрения промышленных решений.

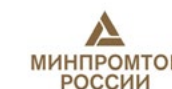
При содействии Министерства промышленности и торговли Российской Федерации создается «Модульная мультисервисная промышленная платформа» (ММПП) – уникальная независимая платформа, единая точка входа, которая объединит всех участников процесса внедрения цифровых решений в промышленности – как со стороны потребителей, так и со стороны разработчиков. База лучших практик и опыта внедрения цифровых решений (в том числе на основе технологий ИИ) будет способствовать созданию среды разработки высокотехнологичных продуктов с использованием ИИ с возможностью интеграции уже существующих систем и платформ. Так, для обрабатывающей промышленности платформа предлагает ПО для внедрения, ПО для предиктивной аналитики, ERP, MES и др.

Основной задачей создания ММПП в рамках развития цифровой экосистемы является повышение производительности труда предприятий за счет внедрения программных продуктов отечественного производства, которые окажут прямое влияние на качественные изменения в компании.

## Национальный центр развития искусственного интеллекта

В сентябре 2022 г. Заместитель Председателя Правительства Российской Федерации по вопросам цифровой экономики и инновациям, связи, СМИ, а также культуры, туризма и спорта Дмитрий Чернышенко заявил об открытии Национального центра развития ИИ на базе НИУ ВШЭ.

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 будет заниматься развитием национального портала в сфере ИИ – ai.gov.ru, а также выступит организатором Международного форума по вопросам этики применения искусственного интеллекта. Открытие Центра позволит консолидировать



Искусственный  
интеллект  
Российской  
Федерации

компетенции в части технологий для отечественных ИИ-решений, а также создаст дополнительные стимулы для распространения этих решений в отраслях и регионах.

Созданная на базе НИУ ВШЭ структура станет одним из инструментов выполнения Национальной стратегии развития ИИ и федерального проекта «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика РФ».



### Автономная некоммерческая организация «Цифровая экономика» (АНО)

Организация способствует реализации национальной программы «Цифровая экономика». АНО создана для обеспечения продуктивного диалога бизнеса и государства при реализации национальной программы.

Организация участвует в совместных профильных проектах с бизнесом и государством (отраслевые стратегии, ведомственные стратегии цифровой трансформации).

Помимо государственных органов, к экосистеме развития ИИ в промышленности относятся ассоциации ИИ, центры компетенций и вузы, институты развития, отраслевой бизнес, инвестирующий в ИИ, вендоры ИИ-решений.



### Центр компетенций ИИ – ПАО «Сбербанк»

В 2019 г. написание Национальной стратегии развития искусственного интеллекта происходило при посредничестве Президента и Председателя Правления ПАО «Сбербанк» Германа Грефа. Сбербанк является разработчиком «дорожной карты» развития ИИ в России. Именно Сбербанк сыграл роль координатора в создании российской стратегии развития технологий ИИ, которая получилась в значительной степени корпоративной<sup>111</sup>. Позже к ее написанию присоединились представители «Яндекса», Mail.ru Group и ПАО «Газпром нефть», ПАО «МТС» и Российского фонда прямых инвестиций (РФПИ).

«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.

С 2018 г. Сбербанк начал цифровую трансформацию, что означало внедрение во все процессы искусственного интеллекта. В 2020 г. Сбербанк открыл Научно-исследовательский институт искусственного интеллекта AIRI (ранее Институт искусственного интеллекта Сбербанка), который занимается теоретическими и прикладными исследованиями в области ИИ.

В ноябре 2019 г. Сбербанк, «Газпром нефть», «Яндекс», Mail.ru Group, МТС и РФПИ объявили о создании альянса в сфере искусственного интеллекта. Целью альянса является ускорение развития технологий на основе искусственного интеллекта за счет объединения усилий. То есть, создание технологических компонентов в области искусственного интеллекта, помощь чиновникам в разработке регуляторной базы для него, привлечение инвестиций, проведение исследований (обеспечивая совместный спрос на них и формируя совместные полигоны для тестирования решений), продвижение технологий в сфере искусственного интеллекта и обучение новых кадров.

## Отраслевой бизнес

### ПАО «Газпром нефть»

Российская вертикально интегрированная нефтяная компания. Основные виды ее деятельности – разведка и разработка месторождений нефти и газа, нефтепереработка, производство и реализация нефтепродуктов. Входит в число российских лидеров по объемам добычи и переработки нефти.

«Газпром нефть» внедряет целый спектр цифровых технологий – искусственный интеллект, роботы для производственных процессов, внедрение цифровых двойников моделей пласта, скважин, инфраструктуры.



### ГК «Ростех»

Российская государственная корпорация, созданная в 2007 г. для содействия в разработке, производстве и экспорте высокотехнологичной промышленной продукции гражданского и военного назначения. На данный момент в составе «Ростеха» более 800 научных и производственных организаций в 60 регионах страны.



#### Ключевые направления деятельности корпорации:

- авиационное;
- автомобилестроение;
- двигателестроение;
- металлургия;
- строительство;
- оптика;
- композиционные и другие современные конструкционные материалы;
- медицинская техника;
- фармацевтика;
- промышленные биотехнологии;
- радиоэлектроника;
- приборостроение;
- информационные технологии и телекоммуникации;

- станкостроение и производство оборудования для модернизации промышленности;
- производство вооружений и военной техники.

На предприятии «РТ-Техприемка» (организация прямого управления госкорпорации «Ростех») контроль качества продукции, в том числе стали для боевых и гражданских вертолетов, осуществляет система на базе ИИ.

Холдинг «Росэлектроника» госкорпорации «Ростех» представил разработку, которая с помощью искусственного интеллекта считывает и распознает эмоциональное состояние учеников, оценивает качество усвоения ими материала и помогает преподавателю реагировать на ситуацию в аудитории.



#### ПАО «ГМК «Норильский никель»

Российская горно-металлургическая компания. Производит платину, медь, серебро, золото, кобальт и другие цветные металлы.

На двух металлургических заводах Норильска был внедрен искусственный интеллект. При помощи камер видеонаблюдения он определяет, в каких средствах защиты находится работник на производстве.

Более 70 камер установлено на основных площадках Надеждинского металлургического завода и 17 – на плавильном участке Медного. В поле их зрения попадают все без исключения: сотрудники и временные посетители.

Значимые продукты: Biometric Labs и оптимизационная система-советчик.



#### ПАО «НЛМК»

Международная сталелитейная компания с активами в России, США и странах Европы. Основной актив группы – Новолипецкий металлургический комбинат. Компания состоит из трех дивизионов: «НЛМК Россия», «НЛМК Европа» и «НЛМК США». ПАО «НЛМК» – вертикально интегрированная компания, поэтому ее подразделения включены в производственную цепочку от добычи сырья до выпуска готовой продукции. Для определения ферросплавов на заводе в Липецке рабочим помогает искусственный интеллект на базе компьютера. Компанией используются технологии компьютерного зрения и интеллектуальной поддержки принятия решений. Значимые продукты: Videomatrix, «Инфосистемы Джет» и «Цифровой ассистент» для обработки обращений.



#### ПАО «СИБУР Холдинг»

Крупнейшая интегрированная нефтегазохимическая компания России и одна из наиболее динамично развивающихся компаний глобальной нефтегазохимии. Продукция «Сибура» используется в производстве потребительских товаров и автомобилей, строительстве, энергетике, а также в химической промышленности и других отраслях в 90 странах по всему миру.

В 2022 г. «Сибур» начал продажи системы интеллектуального видеонаблюдения «Черный экран» собственной разработки, экономический эффект от внедрения которого на предприятиях холдинга составил более 80 млн руб. за год.

#### ПАО «КАМАЗ»



Единый производственный комплекс группы организаций ПАО «КАМАЗ» охватывает весь технологический цикл производства грузовых автомобилей – от разработки, изготовления, сборки автотехники и автокомпонентов до сбыта готовой продукции и сервисного сопровождения. Крупнейшая автомобильная корпорация Российской Федерации. Входит в двадцатку ведущих мировых производителей тяжелых грузовых автомобилей. Занимает 14 место в мире по объему производства тяжелых грузовиков полной массой более 16 т и 20 место в мировом рейтинге производителей грузовиков полной массой от 6 т по итогам 2021 г.

В научно-исследовательском центре «НАМИ» при поддержке компаний «Яндекс» и «КАМАЗ» проводились работы над проектом «Шатл». Автобус рассчитан на 12 пассажиров и не предполагает наличие водителя – в машине отсутствует место для него. Автобус оборудован камерами видеонаблюдения и различными датчиками, полученную информацию алгоритмы ИИ обрабатывают для прокладки пути автобуса.

#### АО «Трансмашхолдинг»



АО «Трансмашхолдинг» – материнская компания крупнейшей в СНГ и России машиностроительной группы «Трансмашхолдинг», производящей подвижной состав для железнодорожного и городского рельсового транспорта.

Предприятия группы «Трансмашхолдинг» производят магистральные и промышленные электровозы, магистральные и маневровые тепловозы, грузовые и пассажирские вагоны, вагоны метро, электропоезда, дизель-поезда и рельсовые автобусы, литье, тепловозные и судовые дизели, дизель-генераторы, комплектующие для железнодорожного подвижного состава и городского рельсового транспорта, а также осуществляют ремонт и сервисное обслуживание ранее выпущенной продукции.

Компания представила рельсовый автобус, оборудованный системой блокировки движения на основе машинного зрения. Система разработана для исключения случаев наезда подвижного состава на людей или препятствия.

#### ПАО «Сегежа Групп»



Вертикально интегрированный лесопромышленный холдинг в составе группы компаний АФК «Система». В структуре компании четыре ключевых сегмента: бумага и упаковка, фанера и плиты, лесные ресурсы и деревообработка, домостроение. Продукция реализуется более чем в 100 странах мира.

В начале 2019 г. был запущен инвестиционный проект по реконструкции АО «Сегежский ЦБК», он был включен в перечень приоритетных проектов в области освоения лесов Министерством промышленности и торговли Российской Федерации. В рамках

инвестиционного проекта была создана система предиктивной аналитики. Значимые продукты компании: Smart Timber и «Цифровой двойник».



## ПАО «Соллерс»

«Соллерс Авто» объединяет Ульяновский автомобильный завод и промплощадку Заволжского моторного завода, имеет в России совместные предприятия с Ford Motor Company («Соллерс Форд») и Mazda Motor Corporation («Мазда Соллерс Мануфэкчуриг Рус»). В состав «Соллерс Авто» также входит инжиниринговый центр полного цикла – «Соллерс Инжиниринг».

Компания внедрила на производстве систему «цифрового двойника» на Ульяновском автомобилестроительном заводе. Это решение обеспечивает сокращение времени проектирования и конструирования машин на 20–25%.

Ульяновский автомобильный завод также начал использовать технологию промышленного интернета вещей для мониторинга производства и контроля оборудования. Проект реализует команда ProfIT Group.

## Вендоры/разработчики



### ООО «Цифра» (Цифра)

Группа компаний «Цифра» повышает эффективность и безопасность горнодобывающей, нефтегазовой, химической и машиностроительных отраслей. Компания разрабатывает и внедряет промышленные цифровые решения на базе собственной платформы ZIoT, предоставляет доступ к среде разработки платформенных приложений, а также развивает индустрию роботизированного промышленного транспорта. Значимые продукты: система управления длительностью и эффективностью процесса термообработки, система сбора производственных данных, система мониторинга промышленного оборудования для принятия управленческих решений и система управления горнотранспортным комплексом.

### Ctrl<sup>2</sup>go! ООО «Кловвер Групп» (Ctrl2Go)

Ctrl2GO является одним из крупнейших поставщиков решений для анализа данных в России и специализируется на разработке и внедрении цифровых продуктов в промышленности. В 2020 г. компания Ctrl2GO вошла в тройку лучших поставщиков решений для анализа данных в России и Топ-100 крупнейших IT-компаний страны по данным рейтинга CNews. Предлагает решения на основе технологий машинного зрения, предиктивной аналитики и интеллектуальной поддержки принятия решения. Значимые продукты: система мониторинга и предиктивного анализа состояния промышленного оборудования Smart Diagnostics, система качественно-количественного планирования поставок и шихтования и решение для оценки и прогноза технического состояния электропоездов на производстве.

### ООО «Рэдмэдробот» (RDL by red\_mad\_robot)



Компания Red\_mad\_robot («Редмэдробот») сосредоточена на разработке цифровых продуктов для решения бизнес-задач партнеров с помощью технологий, дизайна и проектирования пользовательского опыта. Red\_mad\_robot – разработчик мобильных приложений в России, другие направления работы: проектирование и создание цифровых сервисов и продуктов на основе технологий, IIoT-оборудования, разработка сайтов и проектирование дизайна, включая UI, UX и CX.

Redmadrobot Data Lab – технологическая компания, разрабатывающая решения на основе технологий искусственного интеллекта, входит в группу компаний Redmadrobot. К реализованным ИИ-решениям в отрасли промышленности можно отнести: анализ внутреннего слоя руды и прогноз лучшей обработки, мониторинг конвейерной ленты, контроль качества погрузки руды и т. д.

### АО «Наумен» (NAUMEN)



Группа компаний NAUMEN – российский вендор ПО и облачных сервисов, технологический партнер в цифровой трансформации для компаний и органов власти. NAUMEN предлагает решения в области управления цифровой инфраструктурой, клиентскими коммуникациями и сервисом. В портфеле компании – широкий спектр продуктов и решений для управления инновациями и R&D, управления закупками, поддержки принятия решений и трансфера знаний, реализации сквозных бизнес-процессов на основе AI-технологий, прогнозной аналитики и обработки больших данных. Виртуальные сотрудники и ассистенты, разработанные компанией, ежемесячно выполняют миллионы задач. Значимые продукты: роботизация контактного центра энергосбытовой компании, система когнитивного поиска для научно-технического центра нефтяной компании и система зонтичного интеллектуального мониторинга ИТ-ландшафта.

### ООО «Визорлабс» (VizorLabs)



Один из ведущих российских поставщиков систем видеоаналитики для промышленного применения, резидент технопарка «Сколково». VizorLabs разрабатывает технологии распознавания и автоматической обработки фото- и видеоизображений (компьютерного зрения) с помощью искусственного интеллекта и нейросетей для решения прикладных задач в сфере автоматизации производственных процессов, дефектоскопии и телеметрии, в системах контроля доступа и промышленной безопасности.

Предлагает решения для отраслей энергетики, нефтегаза, горной добычи, металлургии, пищевой промышленности и строительства. ИИ-технологии, используемые для решений: машинное обучение и машинное зрение. Значимые продукты: контроль ПРП под козловыми кранами, контроль длины насосно-компрессорных труб и контроль СИЗ на Распадской шахте.

## ООО «ВидеоМатрикс» (Videomatrix)

ООО «ВидеоМатрикс» – это компания с многолетним опытом работы в сфере инновационных технологий видеоаналитики, нейронных сетей, IoT и AI на производстве. Предлагает решения на основе технологий машинного зрения. Решения используются в промышленных отраслях, включая металлургию, агропромышленный комплекс, производство стройматериалов и др. Значимые продукты: Vmx Degus, Vmx SILA, Vmx Qualex.

## Исследовательские центры



### Национальный исследовательский университет ИТМО

Исследовательский центр в сфере искусственного интеллекта «Сильный искусственный интеллект в промышленности» был создан в 2021 г. на базе Университета ИТМО.

В Центре создают технологии на основе генеративного искусственного интеллекта для управления промышленными предприятиями:

- фреймворки, библиотеки и алгоритмы сильного ИИ;
- платформы для сопровождения и испытания систем на основе ИИ;
- системы поддержки принятия решений для задач промышленности;
- прикладные решения в интересах конкретных индустриальных партнеров.

Ключевыми индустриальными партнерами Центра являются компания «Газпром нефть» и созданная при ее поддержке ассоциация «Искусственный интеллект в промышленности». В рамках этого сотрудничества разрабатываются цифровые решения для повышения эффективности полного производственного цикла: от формирования логистики, подбора персонала и закупки оборудования до планирования разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений.

В октябре 2021 г. Национальный исследовательский университет ИТМО стал одним из победителей на конкурсе грантов в рамках федерального проекта «Искусственный интеллект».



### Национальный центр когнитивных разработок на базе ИТМО

Национальный центр когнитивных разработок (НЦКР) – центр компетенции Национальной технологической инициативы (НТИ) по сквозной технологии «Технологии машинного обучения и когнитивные технологии», созданный в 2018 г. 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.

## Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)



МФТИ – ведущий российский вуз по подготовке специалистов в области теоретической, экспериментальной и прикладной физики, математики, информатики, химии, биологии и смежных дисциплин. Университет имеет кафедры и лаборатории, в которых готовят специалистов и проводят исследования в области искусственного интеллекта вместе с несколькими ключевыми компаниями (Сбербанк, Тинькофф, Яндекс и др.).

### Лаборатория искусственного интеллекта «ВКонтакте»

С сентября 2019 г. в МФТИ работает первая лаборатория искусственного интеллекта «ВКонтакте». «ВКонтакте» вместе с МФТИ разрабатывает методы машинного обучения и искусственного интеллекта.

- Направления исследований:
- понимание и генерация естественного языка;
- рекомендательные системы;
- графовые представления.

### Лаборатория машинного обучения в банковских технологиях (совместно с ВТБ)

ВТБ и Московский физико-технологический институт (МФТИ) договорились об открытии на базе МФТИ совместной лаборатории, цели которой заключаются в развитии технологий больших данных, искусственного интеллекта в банках, содействии научно-исследовательской деятельности и поддержке профессиональных кадров.

## Центр компетенций НТИ по направлению «Искусственный интеллект» на базе МФТИ



Центр компетенций НТИ по направлению «Искусственный интеллект» создан на базе МФТИ в 2018 г. Деятельность Центра направлена на комплексное развитие искусственного интеллекта и достижение МФТИ и участниками консорциума компаний, входящих в состав Центра, лидирующих позиций на глобальном рынке технологий искусственного интеллекта.

Центр насчитывает более 700 сотрудников, 26 проектов, более 20 программ и 7 направлений исследований и разработок.

Направления развития Центра:

- программные и технические средства для сильного машинного интеллекта;
- разговорный искусственный интеллект;
- распознавание и синтез речи;
- техническое зрение, обнаружение, распознавание, дешифрация, классификация изображений;
- технологии искусственного интеллекта в робототехнике, умных машинах;
- технологии искусственного интеллекта в энергетике, связи, городском хозяйстве и в других отраслях, «умный дом», «умный город», «умные» сети и системы.

Ежегодно Центр компетенций МФТИ выпускает регулярный сборник аналитических материалов, посвященных отрасли искусственного интеллекта в России и мире, – «Альманах ИИ», доступен по адресу <https://aireport.ru/>, в котором рассказывается о рынке ИИ, научных достижениях и статистике за предыдущий год. Каждый журнал раскрывает определенное направление или технологии ИИ.



## 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 (в коллаборации с Национальным университетом Сингапура, Институтом технологий Шаффхаузена и нобелевским лауреатом К.С. Новоселовым), в создании отраслевых библиотек программ.

Решения в сфере промышленности: предиктивная диагностика состояния оборудования, повышение качества продукции, выявление дефектов, сокращение расхода электроэнергии, контроль условий труда и соблюдения техники безопасности.



## Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Центр искусственного интеллекта НИУ ВШЭ был создан в 2021 г. на базе факультета компьютерных наук.

В Центре реализуется 25 разнонаправленных проектов, объединенных темой искусственного интеллекта. Некоторые из этих направлений:

- разработка новых технологий ИИ;
- ИИ для бизнеса;
- ИИ для социально значимых задач.

НИУ ВШЭ стал одним из победителей конкурса на получение гранта от Правительства Российской Федерации для создания Центра искусственного интеллекта. Конкурс проводился в рамках федерального проекта «Искусственный интеллект» (национальная программа «Цифровая экономика»).

## Сколковский институт науки и технологий



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

Научная и образовательная деятельность в Сколтехе изначально была организована вокруг ключевых направлений развития российской экономики. На 2022 г. следующие области науки являются ключевыми направлениями, вокруг которых построена структура института:

- искусственный интеллект, телекоммуникации, наука о данных, искусственный интеллект по направлению оптимизации управленческих решений, беспроводная связь и интернет вещей;
- науки о жизни и здоровье, агротехнологии – молекулярная и клеточная биология, нейробиология и нейрореабилитация;
- современные методы проектирования, перспективные материалы – системное проектирование, технологии добычи углеводородов, технологии материалов;
- энергоэффективность, энергопереход – энергетические технологии;
- фотоника – фотоника и фотонные технологии, инженерная физика;
- перспективные исследования<sup>112</sup>.

Сотрудники и студенты Сколтеха вместе со специалистами МТС занимаются исследованиями в области обработки естественного языка в совместной лаборатории искусственного интеллекта.

В институте работает лаборатория прикладных исследований, запущенная вместе со Сбербанком, и совместная лаборатория Сколтеха и компании Torcon.

Отдел «Информационные системы» в институте системного программирования им. В.П. Иванникова РАН занимается разработкой системного программного обеспечения для обработки и анализа данных, систем управления базами данных, технологий распределенной обработки больших данных, технологий облачных вычислений, алгоритмов машинного обучения.

Основные направления деятельности:

- разработка программных средств обработки естественного языка;
- разработка программных средств анализа социальных сетей;
- разработка систем анализа и обработки больших объемов данных.

## Ассоциации / общественные организации



### Альянс в сфере искусственного интеллекта (Альянс ИИ)

Альянс объединяет ведущие технологические компании РФ для совместного развития их компетенций и ускоренного внедрения ИИ в образовании, научных исследованиях и в практической деятельности бизнеса. Компании Альянса – «Сбер», «Газпром нефть», Яндекс, VK, МТС и РФПИ. Миссия ассоциации – быть центром развития ИИ в России и обеспечивать технологическое лидерство страны и компаний Альянса на глобальном технологическом рынке.

Альянсом реализуется проект по созданию библиотеки лучших практик внедрения ИИ-решений – AI Russia works. Цель проекта AI Russia – продемонстрировать бизнес-сообществу работающие российские кейсы с использованием искусственного интеллекта. В библиотеке представлены только лучшие продукты и сервисы, которые доказали свою эффективность в конкретных проектах. Перед добавлением все кейсы проходят многоступенчатую верификацию. Наиболее выдающиеся кейсы ежегодно отмечаются премией AI Russia Awards.

Библиотека AI Russia works Альянса в сфере искусственного интеллекта послужила одним из важных источников при составлении данного кейсбука.



### Ассоциация лабораторий по развитию искусственного интеллекта (АЛРИИ)

Союз команд разработчиков в сфере ИИ, созданный с целью достижения технологического лидерства РФ в мире.

Ассоциация обеспечивает доступ к мерам поддержки, обмену опытом разработчиков, представлению интересов сообщества в госорганах, открытому доступу к пилотным проектам и карте заказов бизнеса в сфере ИИ.

Задачами АЛРИИ являются:

- обеспечение доступа госкомпаний к продуктам ИИ-лабораторий;
- научно-техническая экспертиза в области ИИ;
- снятие административных барьеров для развития ИИ;
- создание прозрачной и эффективной системы пилотирования технологий;
- формирование стандартов в области ИИ;
- формирование центра компетенций по направлениям задач развития ИИ;
- нетворкинг, максимально быстрое и эффективное решение сложных задач;
- обеспечение доступа ИИ-лабораториям к мерам поддержки институтов развития.

### Ассоциация «Искусственный интеллект в промышленности»

Ассоциация «Искусственный интеллект 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.

«Газпром нефть» инвестирует значительные ресурсы в исследовательские проекты по ИИ на базе вузов, входящих в ассоциацию, а также помогает в развитии профессионального сообщества ученых, инженеров и разработчиков.

### 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.



## Российский союз промышленников и предпринимателей (РСПП)

РСПП включает более ста отраслевых и региональных объединений, представляющих ключевые секторы 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.



## АНО «Цифровые Технологии производительности»

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.

## Институты развития



### Российский фонд прямых инвестиций

РФПИ осуществляет прямые инвестиции в лидирующие и перспективные российские компании совместно с ведущими инвесторами.

Фонд создан в 2011 г. по инициативе Президента и Председателя Правительства Российской Федерации. Во всех сделках РФПИ выступает соинвестором вместе с крупнейшими инвесторами, играя роль катализатора в привлечении прямых инвестиций в Россию.

Российский фонд прямых инвестиций инвестировал более 2,1 трлн руб., из них более 200 млрд руб. – средства РФПИ и 1,9 трлн руб. – средства партнеров, кроме того в 2019 г. Фонд привлек 2 млрд долл. США международных партнеров для финансирования компаний, специализирующихся на технологиях искусственного интеллекта.

### 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, в 2021 г. были запущены новые конкурсы в рамках ФП «Искусственный интеллект».

### 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».

Фондом «Сколково» осуществляется поддержка пилотных проектов апробации технологий искусственного интеллекта в приоритетных отраслях (в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 21 мая 2021 г. № 767).

Ежегодно Фонд «Сколково» проводит конкурсный отбор проектов российских компаний, внедряющих инновационные отечественные решения, основанные на технологиях искусственного интеллекта. Сумма гранта в 2022 г. составляет от 20 до 100 млн руб.

Фонд занимается поддержкой отраслевых решений и региональных проектов. Претендовать на получение грантов могут компании, внедряющие технологии искусственного интеллекта для цифровой трансформации бизнеса. По итогам конкурсного отбора грант присуждается российским организациям, осуществляющим в качестве заказчиков пилотное внедрение российского программного обеспечения, платформенных решений, сервисов или программно-аппаратных комплексов, созданных на основе технологий искусственного интеллекта, в целях преобразования технологий или бизнес-процессов в своей деятельности или деятельности своих аффилированных лиц.

### Российский фонд развития информационных технологий



Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ) – ключевой институт развития ИТ-отрасли в России, центр компетенций по поддержке ИТ-компаний. Фонд осуществляет

грантовую поддержку проектов по разработке и внедрению перспективных отечественных решений в сфере информационных технологий в рамках федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика». С 2021 г. входит в группу «ВЭБ.РФ».

Целями деятельности РФРИТ являются:

- финансовое обеспечение и иная поддержка научной, научно-технической, инновационной деятельности в сфере информационно-коммуникационных технологий (в т. ч. ИИ);
- содействие продвижению продукции, интеллектуальных прав, работ и услуг российских организаций в сфере информационно-коммуникационных технологий на российском и зарубежном рынках;
- содействие импортозамещению высокотехнологичной продукции, включая программное обеспечение, компьютерное и коммуникационное оборудование;
- содействие обеспечению перспективных кадровых потребностей российских организаций в сфере информационно-коммуникационных технологий.



## АО «Российская венчурная компания»

АО «Российская венчурная компания» – государственный фонд фондов и институт развития Российской Федерации, один из ключевых инструментов государства в построении национальной инновационной системы. 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.

С 2016 г. РВК выполняет функции проектного офиса Национальной технологической инициативы (НТИ).

В обычном режиме РВК не инвестирует средства самостоятельно, а выступает в роли государственного фонда фондов: с участием капитала РВК созданы инвестиционные инструменты для поддержки инновационных проектов и компаний на различных стадиях развития.

Приоритетные сферы, на которые ориентируется РВК:

- большие данные;
- искусственный интеллект;
- системы распределенного реестра;
- квантовые технологии, новые и портативные источники энергии;
- новые производственные технологии;
- сенсорика и компоненты робототехники;

- технологии беспроводной связи;
- технологии управления свойствами биологических объектов;
- нейротехнологии;
- технологии виртуальной и дополненной реальностей, в частности для создания масштабных платформ современной цифровой экономики.

# Авторы



**Алексей Сидорюк**  
Директор по направлению  
«Цифровая трансформация  
отраслей и компаний»

**Николай Ляпичев**  
Ведущий аналитик направления  
«Цифровая трансформация отраслей»



**Никитченко Анна Александровна**  
Управляющий партнер

**Казбанова Елена Сергеевна**  
Руководитель проектов

**Дранев Сергей Яковлевич**  
Руководитель проектов

**Лазеева Екатерина Андреевна**  
Старший аналитик

**Мордасов Олег Олегович**  
Старший аналитик

**Локтева Кристина Николаевна**  
Аналитик

**Качкуркин Кирилл Сергеевич**  
Аналитик



**Васильев Роберт Андреевич**  
Вице-президент

**Береснев Вячеслав Андреевич**  
Исполнительный директор

**Орлов Григорий Дмитриевич**  
Бизнес-аналитик

# Редакционная коллегия

Куратор проекта: **Алексей Сидорюк**

Руководитель проекта: **Николай Ляпичев**

Редакторы:

|                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| <b>Карен Казарян</b>    | <b>Павел Христенко</b>    |
| <b>Дмитрий Сытник</b>   | <b>Алина Лысенко</b>      |
| <b>Юрий Чайников</b>    | <b>Алексей Федорин</b>    |
| <b>Тимур Супатаев</b>   | <b>Алексей Минаев</b>     |
| <b>Игорь Кириченко</b>  | <b>Константин Семенов</b> |
| <b>Павел Федосов</b>    | <b>Андрей Макаренко</b>   |
| <b>Дмитрий Граденко</b> | <b>Юлия Вербицкая</b>     |

Верстка: **Татьяна Захарова**

# Источники

- 1 Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»).
- 2 Цифровая трансформация – это процесс построения цифровой цепочки создания стоимости, которая повышает эффективность операций в замкнутом цикле производства и позволяет создать уникальные процессы взаимодействия с клиентами на всем предприятии.
- 3 The state of AI in 2021 // QuantumBlack AI by Mckinsey. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/global-survey-the-state-of-ai-in-2021> (дата обращения: 10.10.2022)
- 4 The state of AI in 2021 // QuantumBlack AI by Mckinsey. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/global-survey-the-state-of-ai-in-2021> (дата обращения: 25.10.2022)
- 5 Индекс готовности к внедрению ИИ // Национальный портал в сфере искусственного интеллекта. <https://ai.gov.ru/implementation/index/> (дата обращения: 29.10.2022)
- 6 Минэкономразвития: ИИ принес промпредприятиям экономический эффект в 26 млрд руб. // Фонд содействия инновациям. <https://fasie.ru/press/fund/minekonomrazvitiya-ii-prines-prompredpriyatiam-ekonomicheskii-effekt-v-26-mlrd-rublej/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 7 ИИ может дополнительно дать 1% к ВВП России уже в 2025 году // Sber Press. <https://press.sber.ru/publications/aleksandr-vediakhin-ii-mozhet-dopolnitelno-dat-1-k-vvp-rossii-uzhe-v-2025-godu> (дата обращения: 12.10.2022)
- 8 Паспорт федерального проекта «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» // Судебные и нормативные акты РФ. <https://sudact.ru/law/pasport-federalnogo-proekta-iskusstvennyi-intellekt-natsionalnoi-programmy/> (дата обращения: 12.10.2022)
- 9 Индекс готовности к внедрению ИИ // Национальный портал в сфере искусственного интеллекта. <https://ai.gov.ru/implementation/index/> (дата обращения: 06.11.2022)
- 10 Обработывающая промышленность // Заводы.рф. <https://заводы.рф/publication/obrabatyvayushchaya-promyshlennost> (дата обращения: 07.11.2022)
- 11 Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2023 // Gartner <https://www.gartner.com/en/articles/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2023> (дата обращения: 11.10.2022)
- 12 McKinsey Technology Trends Outlook 2022 // McKinsey <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech> (дата обращения: 11.10.2022)
- 13 The Deloitte Consumer Review // Deloitte <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/consumer-business/ch-en-consumer-business-made-to-order-consumer-review.pdf> (дата обращения: 11.10.2022)
- 14 The Product Customization Process in Relation to Industry 4.0 and Digitalization // MDPI <https://www.mdpi.com/2227-9717/10/3/539/htm> (дата обращения: 11.10.2022)
- 15 Your Detailed Guide to the 2023 Gartner Top 10 Strategic Technology Trends // Gartner <https://www.gartner.com/en/information-technology/insights/top-technology-trends> (дата обращения: 28.10.2022)
- 16 McKinsey Technology Trends Outlook 2022 // McKinsey <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech> (дата обращения: 11.10.2022)
- 17 Цифровая трансформация Unilever принесла явную пользу потребителям и сотрудникам // Microsoft <https://news.microsoft.com/ru-ru/features/unilever/> (дата обращения: 26.10.2022)
- 18 The Industrial Internet of Things // PWC <https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/industrial-internet-of-things.html> (дата обращения: 11.10.2022)
- 19 Why is Big Data the core of the 4.0 industry? // Nexus Integra <https://nexusintegra.io/big-data-industry-4-0/> (дата обращения: 11.10.2022)
- 20 В «Росатоме» создали собственную систему предиктивной аналитики // Financial One <https://fomag.ru/news-streem/v-rosatome-sozdali-sobstvennuyu-sistemu-prediktivnoy-analitiki/> (дата обращения: 24.10.2022)
- 21 The 10 Biggest Future Trends In Manufacturing // Forbes <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2022/01/25/the-10-biggest-future-trends-in-manufacturing/?sh=654011284d56> (дата обращения: 11.10.2022)
- 22 10 most automated countries worldwide // The Robot Report <https://www.therobotreport.com/10-most-automated-countries-worldwide-in-2020/> (дата обращения: 24.10.2022)
- 23 AI in the Factory of the Future // BCG <https://www.bcg.com/publications/2018/artificial-intelligence-factory-future> (дата обращения: 11.10.2022)

- 24 The future of drones in the manufacturing industry // Atos <https://atos.net/en/blog/the-future-of-drones-in-the-manufacturing-industry> (дата обращения: 11.10.2022)
- 25 How IKEA Uses Drones for Inventory Management // ALL about lean. URL: <https://www.allaboutlean.com/drones-at-ikea/> (дата обращения: 31.10.2022)
- 26 Drones in manufacturing // ETH Zurich. URL: <https://ethz.ch/en/industry/industry/news/data/2019/04/drones-in-manufacturing.html> (дата обращения: 31.10.2022)
- 27 Warehouse Robotics: Mrs, AI & Drones // Association for advancing automation. URL: <https://www.automatice.org/industry-insights/warehouse-robotics-amrs-ai-and-drones> (дата обращения: 31.10.2022)
- 28 Транспорт в действии // Comnews <https://www.comnews.ru/content/218824/2022-02-15/2022-w07/dronoport-deystvii> (дата обращения: 31.10.2022)
- 29 RoboCV X-Motion NG // Robotrends <https://robotrends.ru/robopedia/robocv-x-motion-ng> (дата обращения: 31.10.2022)
- 30 Foxconn Announces FOXCONN NxVAE, Unsupervised Learning AI Technology // Foxconn <https://www.foxconn.com/en-us/press-center/events/csr-events/533> (дата обращения: 03.11.2022)
- 31 Your Detailed Guide to the 2023 Gartner Top 10 Strategic Technology Trends // Gartner <https://www.gartner.com/en/information-technology/insights/top-technology-trends> (дата обращения: 28.10.2022)
- 32 Кейс – это строящееся на реальных фактах описание ситуации.
- 33 База эффективных практик цифровой трансформации «Цифробанк» от АНО «Цифровая экономика». <https://cdo2day.ru/cases> (дата обращения: 15.10.2022)
- 34 AI Russia – это открытая библиотека кейсов // AI Alliance Russia. <https://ai-russia.ru> (дата обращения: 15.10.2022)
- 35 Карта и база знания VR/AR // ICT.Moscow. <https://ict.moscow> (дата обращения: 15.10.2022)
- 36 Каталог решений АЛРИИ // АЛРИИ. <https://catalog.alrii.ru> (дата обращения: 15.10.2022)
- 37 Автоматизация производства промышленных деталей // Ict.moscow <https://ict.moscow/projects/ai/cases/?integrationApplications=промышленность+и+энергетика%2Сстроительство+и+недвижимость&integrationPlaces=world&integrationId=619f31c24c8bb120585c7962> (дата обращения: 19.10.2022)
- 38 Parts consolidation and automotive lightweighting with generative design // Autodesk <https://www.autodesk.com/campaigns/generative-design/general-motors> (дата обращения: 20.10.2022)
- 39 Nike Uses Artificial Intelligence (AI) To Render A Great Customer Experience // HD data systems. <https://www.hdatasystems.com/blog/nike-uses-artificial-intelligence> (дата обращения: 26.11.2022)
- 40 How Nike Customer Experience Uses Artificial Intelligence To Improve Engagement And Personalization // digital silk. <https://www.digitalsilk.com/nike-artificial-intelligence> (дата обращения: 26.10.2022)
- 41 Using generative design to create one of the lightest wheels in the world // Autodesk <https://www.autodesk.com/campaigns/generative-design/bac-mono> (дата обращения: 20.10.2022)
- 42 Создание промышленной метавселенной // NVIDIA <https://www.nvidia.com/ru-ru/omniverse/digital-twins/siemens/> (дата обращения: 20.10.2022)
- 43 Designing a Better Lander with Generative Design // Autodesk <https://www.autodesk.com/campaigns/generative-design/lander> (дата обращения: 20.10.2022)
- 44 Gigafactory // Tesla <https://www.tesla.com/giga-berlin> (дата обращения: 22.10.2022)
- 45 Inside Tesla's Crazy AI Manufacturing Revolution // StreetFins. <https://streetfins.com/inside-teslas-crazy-ai-manufacturing-revolution/> (дата обращения: 22.10.2022)
- 46 Работы в тумане. Как производитель мясных продуктов оцифровывает завод // Сбер.Pro. <https://sber.pro/publication/roboty-v-tumane-kak-proizvoditel-miasnykh-produktov-otsifrovyvaet-zavod> (дата обращения: 26.11.2022)
- 47 Игорь Бабаев и Андрей Разин посетили завод в Кашире // сайт ГК «Черкизово». <https://cherkizovo.com/press/press-coverage/#/press/press-coverage/12740/> (дата обращения: 26.11.2022)
- 48 Платформа роботизации «Газпром нефти» // Globalcio. <https://globalcio.ru/projects/10394/> (дата обращения: 25.10.2022)
- 49 200 крупнейших частных компаний России – 2021 // Forbes. <https://www.forbes.ru/biznes/440795-200-krupnejshih-castnyh-kompanij-rossii-2021> (дата обращения: 23.10.2022)
- 50 Объем привлеченных инвестиций ООО «Цифра» // Companies.rbc. [https://www.rbc.ru/technology\\_and\\_media/22/12/2020/5fe089ac9a794782e1a9a322](https://www.rbc.ru/technology_and_media/22/12/2020/5fe089ac9a794782e1a9a322) (дата обращения: 23.10.2022)
- 51 Выручка за 2021 г. ООО «Цифра» // Companies.rbc <https://companies.rbc.ru/id/1027704005780-ooo-tsifra/> (дата обращения: 21.10.2022)

- 52 Управление длительностью и эффективностью процесса термообработки // Zyfra. <https://www.zyfra.com/product/heat-treatment/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 53 Система сбора производственных данных и мониторинг промышленного оборудования для принятия управленческих решений // Zyfra. <https://www.zyfra.com/product/dispatcher/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 54 Эффективное управление горнотранспортным комплексом // Zyfra. <https://www.zyfra.com/product/openmine/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 55 Выручка за 2021 г. ООО «Кlover Групп» // Companies.rbc <https://companies.rbc.ru/id/1161690102012-ooo-obschestvo-s-ogranichennoj-otvetstvennostyu-klover-grupp/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 56 Система мониторинга и предиктивного анализа состояния промышленного оборудования SmartDiagnostics // Cdo2day. <https://cdo2day.ru/wp-content/uploads/2022/06/5.-smartdiagnostics.pdf?ysclid=l834v2mayu339608035> (дата обращения: 21.10.2022)
- 57 Система качественно-количественного планирования поставок и шихтования // Cdo2day. <https://ctrl2go.solutions/cases/the-system-of-qualitative-and-quantitative-planning-of-supplies-and-batching/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 58 Решение для оценки и прогноза технического состояния электропоездов на производстве // Cdo2day. <https://ctrl2go.solutions/cases/system-for-assessing-and-predicting-the-technical-condition-of-electric-trains/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 59 Выручка за 2021 г. ООО «Рэдмэдробот» // Companies.rbc <https://companies.rbc.ru/id/5087746485723-ooo-redmedrobot/> (дата обращения: 27.10.2022)
- 60 Решение по контролю погрузки горной породы в думпкары и самосвалы // Rdl.Redmadrobot <https://rdl.redmadrobot.ru/> (дата обращения: 27.10.2022)
- 61 Выручка за 2021 г. ООО «Наумен» // Companies.rbc <https://companies.rbc.ru/id/1026605241607-ao-naumen/> (дата обращения: 24.10.2022)
- 62 Роботизация контактного центра энергосбытовой компании // Ai.Naumen. <https://ai.naumen.ru/> (дата обращения: 24.10.2022)
- 63 Система когнитивного поиска для научно-технического центра нефтяной компании // Ai.Naumen. <https://ai.naumen.ru/> (дата обращения: 24.10.2022)
- 64 Система зонтичного интеллектуального мониторинга ИТ-ландшафта // Naumen. <https://www.naumen.ru/products/bsm/#presentation> (дата обращения: 24.10.2022)
- 65 Платформа для построения систем интеллектуального мониторинга // Naumen. <https://www.naumen.ru/products/dap/> (дата обращения: 24.10.2022)
- 66 Участники // Инновационный центр «Сколково». <https://navigator.sk.ru/orn/1122084> (дата обращения: 25.10.2022)
- 67 Проверка контрагента // информационная группа «Интерфакс». <https://spark-interfax.ru/#/company/5547C532D0BF4CD2A9563FC76A646805/508> (дата обращения: 26.10.2022)
- 68 НорНикель: Контроль ПР под козловыми кранами // VizorLabs. <https://vizorlabs.ru/projects/gornaya-dobycha/nornikel-kontrol-pr-pod-kozlovyimi-kranami/> (дата обращения: 25.10.2022)
- 69 ГАЗПРОМНЕФТЬ: НКТ // VizorLabs. <https://vizorlabs.ru/projects/neftegaz/gazpromneft-nkt/> (дата обращения: 25.10.2022)
- 70 ЕВРАЗ: Контроль СИЗ на Распадской шахте // ГК VizorLabs. <https://vizorlabs.ru/projects/gornaya-dobycha/evraz-raspadskaya-siz/> (дата обращения: 25.10.2022)
- 71 Проверка контрагента // информационная группа «Интерфакс». <https://spark-interfax.ru/#/company/5547C532D0BF4CD2A9563FC76A646805/508> (дата обращения: 20.10.2022)
- 72 «Видеоматрикс» // Tadviser. Государство. Бизнес. Технологии. <https://www.tadviser.ru/index.php/> Компания:ВидеоМатрикс\_(Videomatrix) (дата обращения: 26.10.2022)
- 73 Цифровой двойник месторождения // Neftegaz. <https://neftegaz.ru/news/tsifrovizatsiya/702664-na-orenburgskom-mestorozhdenii-zapustili-tsifrovoy-dvoynik/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 74 Комплекс диагностики оборудования и автомобильной техники на основе анализа состояния масла // Gazpromneft-sm. <https://gazpromneft-sm.ru/ru/press-center/news/gazprom-neft-vpervye-predstavila-cifrovoy-servis-dagnostiki-promyshlennogo-oborudovaniya/index.html> (дата обращения: 21.10.2022)
- 75 Газпромнефть: НКТ // VizorLabs <https://vizorlabs.ru/projects/neftegaz/gazpromneft-nkt/> (дата обращения: 20.10.2022)
- 76 Газпромнефть: НКТ // VizorLabs <https://vizorlabs.ru/projects/neftegaz/gazpromneft-nkt/> (дата обращения: 20.10.2022)
- 77 Цифровой двойник месторождения // Neftegaz. <https://neftegaz.ru/news/tsifrovizatsiya/702664-na-orenburgskom-mestorozhdenii-zapustili-tsifrovoy-dvoynik/> (дата обращения: 21.10.2022)

- 78 Комплекс диагностики оборудования и автомобильной техники на основе анализа состояния масла // Neftegaz. <https://neftegaz.ru/news/companies/740730-gazprom-neft-vpervye-predstavila-tsifrovoy-servis-dagnostiki-promyshlennogo-oborudovaniya/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 79 Директор по цифровизации // Comnews. <https://www.comnews.ru/content/113422/2018-06-08/cdo-v-poiskah-rol-i-mesta> (дата обращения: 24.10.2022)
- 80 Ростех внедряет искусственный интеллект в авиационном двигателестроении // Ростех. <https://rostec.ru/news/rostekh-vnedryaet-iskusstvennyy-intellekt-v-aviatsionnom-dvigatelsestroenii/> (дата обращения: 26.10.2022)
- 81 Ростех представил на MBMC систему видеомониторинга с искусственным интеллектом для флота // Ростех. <https://rostec.ru/news/rostekh-predstavil-na-mvms-sistemu-videomonitoringa-s-iskusstvennym-intellektom-dlya-flota/> (дата обращения: 25.10.2022)
- 82 «Ростех» создает систему постановки диагнозов на основе Big Data // Ведомости. <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2021/04/20/866882-rosteh-sistemu> (дата обращения: 26.10.2022)
- 83 Выручка ГК «Росатом» за 2021 г. // Investing. <https://ru.investing.com/news/economy/article-2150468> (дата обращения: 24.10.2022)
- 84 Представители Росатома вошли в Топ-5 CDO российского ТЭК // Energyland. <http://www.energyland.info/news-show-tek-atom-234112> (дата обращения: 24.10.2022)
- 85 Решение для повышения эффективности соблюдения правил техники безопасности и охраны труда промышленных предприятий // VizorLabs. <https://www.vizorlabs.ru/products/health-safety/?ysclid=l833w68p13558323299> (дата обращения: 24.10.2022)
- 86 Система техподдержки пользователей с помощью ИИ // Rosatom. <https://rosatom.ru/journalist/news/rosenergoatom-zapustil-sistemu-tekhpodderzhki-polzovateley-s-pomoshchyu-iskusstvennogo-intellekta/> (дата обращения: 24.10.2022)
- 87 Оптимизационная система-советчик. // Nornicel. <https://www.nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/na-peredele-obogashcheniya-kolskoy-gmk-zarabotal-iskusstvennyy-intellekt/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 88 Система контроля применения средств индивидуальной защиты. // Nornicel. <https://www.nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/kolskiy-divizion-nornikelya-nachal-ispolzovat-sistemu-videokontrolya-sredstv-individualnoy-zashchity/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 89 Цифровые двойники трубопроводов на основе промышленного IoT и искусственного интеллекта. // Biometric Labs. <http://biometriclabs.ru/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 90 Оптимизационная система-советчик. // Nornicel. <https://www.nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/na-peredele-obogashcheniya-kolskoy-gmk-zarabotal-iskusstvennyy-intellekt/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 91 Система контроля применения средств индивидуальной защиты. // Nornicel. <https://www.nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/kolskiy-divizion-nornikelya-nachal-ispolzovat-sistemu-videokontrolya-sredstv-individualnoy-zashchity/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 92 Решение для контроля качества очистки чугуна с помощью компьютерного зрения // Videomatrix. <https://videomatrix.ru/v-biblioteka-ai-russia-work-opublikovan-sovmestnyj-kejs-videomatrix-i-nlrm/> (дата обращения: 21.10.2022)
- 93 Повышение эффективности работы прокатного стана на металлургическом комбинате // Cio.osp. <https://cio.osp.ru/news/220620-NLMK-povysil-effektivnost-raboty-prokatnogo-stana-s-pomoschyu-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 21.10.2022)
- 94 «Цифровой ассистент» для обработки обращений // Ai-russia. <https://ai-russia.ru/library/nlrm-assistant> (дата обращения: 21.10.2022)
- 95 Спарк // Интерфакс <https://spark-interfax.ru/system/home/card#/company/8764562C292A4B4F9ACC7121503B960D/508> (дата обращения: 10.10.2022)
- 96 «Северсталь» впервые внедрила решение на основе искусственного интеллекта на ЧерМК // Национальная ассоциация нефтегазового сервиса <https://nangs.org/news/it/severstaly-vpervye-vnedrila-reshenie-na-osnove-iskusstvennogo-intellekta-na-chermk> (дата обращения: 10.10.2022)
- 97 В московский офис «Северстали» пропускают по лицу // директор информационной службы. <https://cio.osp.ru/news/011119-V-moskovskiy-ofis-Severstali-propuskayut-po-litsu> (дата обращения: 26.10.2026)
- 98 Выручка АО «Трансмашхолдинг» за 2021 г. // Cbonds. <https://cbonds.ru/news/1672333/> (дата обращения: 28.10.2022)
- 99 Система мониторинга и предиктивного анализа состояния промышленного оборудования // Cdo2day. <https://cdo2day.ru/wp-content/uploads/2022/06/5.-smartdiagnostics.pdf?ysclid=l834v2mayu339608035> (дата обращения: 27.10.2022)

- 100 Оценка и прогноз технического состояния электропоездов на производстве // Cdo2day. <https://ctrl2go.solutions/cases/system-for-assessing-and-predicting-the-technical-condition-of-electric-trains/> (дата обращения: 27.10.2022)
- 101 Решение для определения дефектов сварных швов // 2050-integrator. [https://2050-integrator.com/about/news/obuchenie\\_rabote\\_s\\_lazernym\\_trekerom\\_na\\_TVZ/](https://2050-integrator.com/about/news/obuchenie_rabote_s_lazernym_trekerom_na_TVZ/) (дата обращения: 27.10.2022)
- 102 Эффекты внедрения SmartDiagnostics // Cdo2day. <https://cdo2day.ru/wp-content/uploads/2022/06/5.-smartdiagnostics.pdf?ysclid=1834v2mayu339608035> (дата обращения: 27.10.2022)
- 103 Эффекты внедрения решения для оценки и прогноза технического состояния электропоездов на производстве // Cdo2day. <https://ctrl2go.solutions/cases/system-for-assessing-and-predicting-the-technical-condition-of-electric-trains/> (дата обращения: 27.10.2022)
- 104 Эффекты внедрения для определения дефектов сварных швов // Cdo2day. [https://2050-integrator.com/about/news/obuchenie\\_rabote\\_s\\_lazernym\\_trekerom\\_na\\_TVZ/](https://2050-integrator.com/about/news/obuchenie_rabote_s_lazernym_trekerom_na_TVZ/) (дата обращения: 27.10.2022)
- 105 Segezha Group объявляет финансовые и операционные результаты за 12 мес. 2021 г. // Segezha group. <https://segezha-group.com/press-center/news/segezha-group-obyavlyat-finansovye-i-operatsionnye-rezultaty-za-12-mes-2021-g/> (дата обращения: 26.10.2022)
- 106 Segezha Group переводит систему компьютерного зрения Smart Timber в опытно-промышленную эксплуатацию // АК&М [https://www.akm.ru/press/segezha\\_group\\_perevodit\\_sistemu\\_kompyuternogo\\_zreniya\\_smart\\_timber\\_v\\_opytno\\_promyshlennuyu\\_ekspluata/](https://www.akm.ru/press/segezha_group_perevodit_sistemu_kompyuternogo_zreniya_smart_timber_v_opytno_promyshlennuyu_ekspluata/) (дата обращения: 13.10.2022)
- 107 Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» // Правительство Российской Федерации. <http://government.ru/docs/28653/> (дата обращения: 24.10.2022)
- 108 Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 // Правительство Российской Федерации. <http://government.ru/docs/all/124098/> (дата обращения: 24.10.2022)
- 109 Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19.08.2020 № 2129-р // Правительство Российской Федерации. <http://government.ru/docs/all/129505/> (дата обращения: 24.10.2022)
- 110 Ларионов Валерий Глебович, Шереметьева Елена Николаевна, Горшкова Лариса Анатольевна ИННОВАЦИОННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ // Вестник АГТУ. Серия: Экономика. 2021. № 1. <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-ekosistemy-v-tsifrovoy-ekonomike> (дата обращения: 20.10.2022).
- 111 Развитие технологий искусственного интеллекта в России: цели и реальность // Carnegie endowment for international peace. <https://carnegiemoscow.org/2020/07/07/ru-pub-82173> (дата обращения: 20.10.2022)
- 112 Сколковский институт науки и технологий; годовой отчет за 2021 г. // Сколковский институт науки и технологий. [https://www.skoltech.ru/app/data/uploads/2019/10/SKOLTECH\\_ANNUAL-REPORT-2021\\_MAIN-VERSION\\_RUSSIAN-VERSION\\_block\\_SINGLES.pdf](https://www.skoltech.ru/app/data/uploads/2019/10/SKOLTECH_ANNUAL-REPORT-2021_MAIN-VERSION_RUSSIAN-VERSION_block_SINGLES.pdf) (дата обращения: 07.11.2022)



Сайт АНО «Цифровая экономика»  
[data-economy.ru](http://data-economy.ru)



Сайт CDO2DAY  
[cdo2day.ru](http://cdo2day.ru)

