

Перспективные цифровые технологии в промышленности: драйверы, барьеры, сценарии применения

Ноябрь 2025

Содержание

01	Введение	6
02	ML и Big Data	11
03	Промышленный IIoT	14
04	Машинное зрение	17
05	Цифровой двойник	20
06	Генеративный ИИ	23
07	Сценарии применения технологий	26
08	Ключевые выводы	37
09	Глоссарий	40



Об исследовании

Уважаемые читатели!

Мы рады поделиться исследованием «Перспективные цифровые технологии в промышленности: драйверы, барьеры, сценарии применения», в котором проанализировали пять технологий: ML & Big Data, IIoT, цифровые двойники, машинное зрение и генеративный ИИ

Анализируемые технологии находятся на этапе жизненного цикла «пилот —> внедрение»: промышленные компании проявляют интерес к цифровым решениям, однако уровень проникновения остается невысоким

В исследовании рассматриваются вопросы цифровизации промышленности, в том числе драйверы внедрения технологий и ключевые барьеры, препятствующие их развитию

Надеемся, что данное исследование поможет Вам в принятии решений и позволит эффективно использовать потенциал цифровых технологий в Ваших проектах

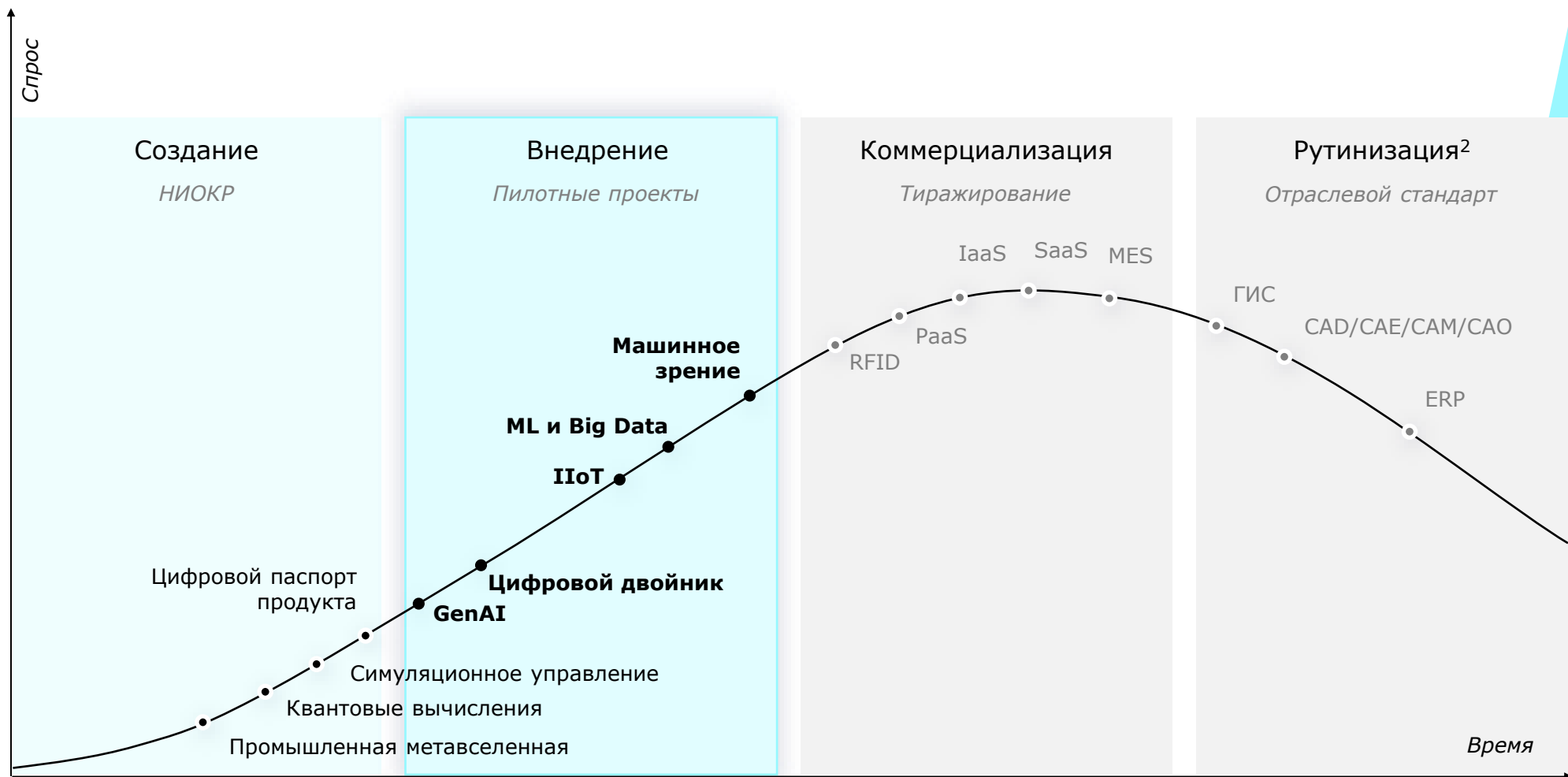
Strategy Partners выражает благодарность Группе компаний «Цифра» за всеобъемлющее сотрудничество и бесценный вклад в проведение настоящего исследования

Методология исследования

Методология исследования включала шесть этапов:

- 01** | Отбор технологий для анализа с учетом этапа жизненного цикла
- 02** | Оценка уровня проникновения рассматриваемых технологий на основе статистики Росстата (Форма 1-Технология)
- 03** | Систематизация ключевых барьеров и драйверов цифровизации промышленности в России
- 04** | Анализ текущих и перспективных возможностей применения технологий для бизнеса
- 05** | Оценка зрелости функционала технологии в России (по шкале от 1 до 10, совместно с экспертами ГК «Цифра»)
- 06** | Анализ более 100 реальных кейсов внедрения цифровых решений с подтвержденными бизнес-эффектами

Исследование фокусируется на ключевых технологиях цифровизации промышленности на стадии внедрения¹: **ML & Big Data, IIoT, цифровые двойники, генеративный ИИ и машинное зрение**



Технологии, вошедшие в обзор:

 Генеративный ИИ

 Цифровой двойник

 Машинное зрение

 IIoT

 ML и Big Data

1 — Выборка сделана на основе Gartner Hype Cycle for Advanced Technologies for Manufacturing, 2024; 2 – превращение технологии в отраслевой стандарт и повседневный инструмент

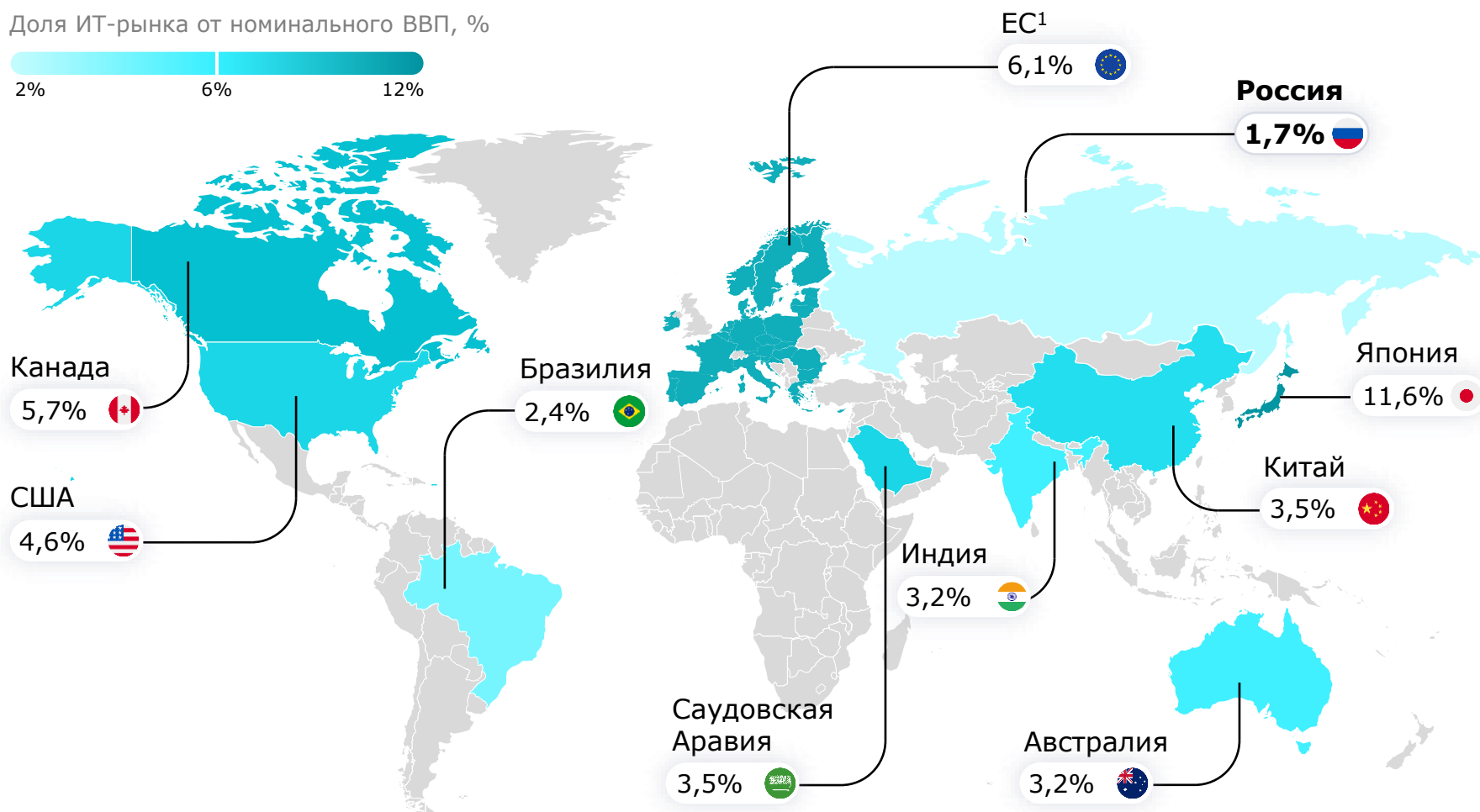
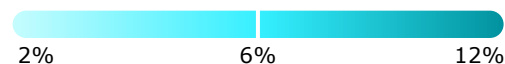
01

Введение



Российский ИТ-рынок имеет существенный потенциал роста, в том числе в сфере цифровизации производственных процессов

Доля ИТ-рынка от номинального ВВП, %



1 — Европейский Союз

Источник: Comtrade, Global Data, Интерфакс, анализ Strategy Partners

В 2024 году российский ИТ-рынок составил **1,7%** от ВВП страны – меньше, чем в БРИКС, ЕС и США

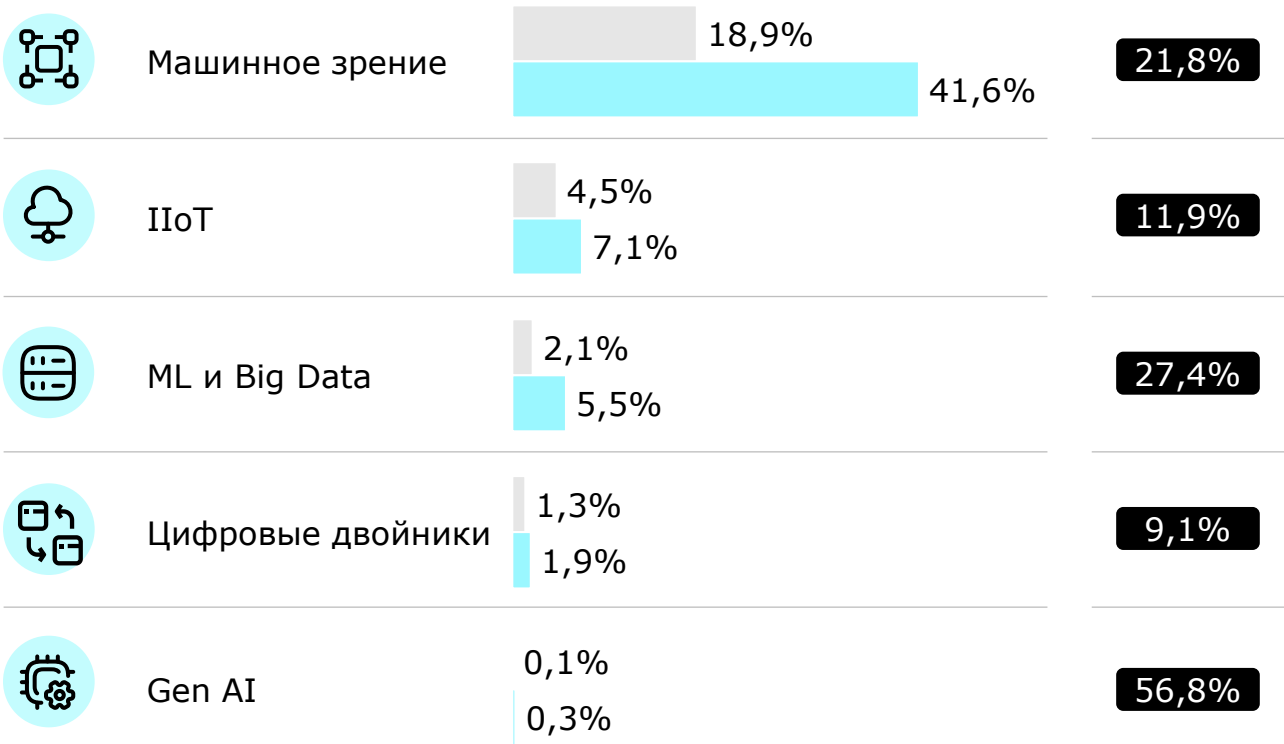
Несмотря на высокие темпы роста российского ИТ-рынка (выше, чем в странах Запада) в 2022-2024 гг., его размер составляет 1% от мировой ИТ-отрасли. Крупнейшими мировыми рынками остаются США, ЕС и Китай

Потенциал роста российского ИТ-рынка включает в себя развитие отечественных soft- и hardware решений для цифровизации производственных процессов промышленных предприятий

Российская промышленность активно внедряет новые цифровые технологии на фоне поиска точек роста

Проникновение¹ цифровых технологий в российских промышленных компаниях, 2020-2024, %

CAGR



■ 2020 ■ 2024

Факторы роста проникновения

- » Повышение доступности специализированного CV-оборудования
- » Импортозамещение soft- и hardware решений оборудования для видеоаналитики
- » Субсидирование IIoT в рамках государственной программы «Цифровая промышленность»
- » Технологическое развитие и снижение стоимости промышленных датчиков
- » Развитие отечественных платформенных решений для аналитики больших данных
- » Появление отечественных коробочных и open-source продуктов
- » Создание профильных национальных стандартов² в области цифровых двойников
- » Расширение номенклатуры отечественного инженерного ПО (PLM/CAE/MES)
- » Появление отечественных LLM и продуктов с их применением (Сбер, Яндекс)
- » Развитие отечественной инфраструктуры для облачных вычислений (GPUaaS³)

1 – количество предприятий, использующих технологию («Форма №1-технология» Росстат), к совокупному количеству обрабатывающих и добывающих предприятий (кроме субъектов малого предпринимательства); 2 – ГОСТ Р 57700.37-2021; 3 – GPU as a Service, модель предоставления серверов с графическими процессорами как облачного сервиса

Источник: РБК, Comnews, Коммерсант, СИБУР, Росстат, совместный анализ Strategy Partners и ГК «Цифра»

ций, дефицит

1. Отсутствие единых стандартов в решениях цифровизации:
 - Решения, как правило, кастомизируются под заказчика в отличие от «стандартизации» в западных странах
 - Наиболее крупные компании самостоятельно разрабатывают решения для внутреннего пользования
 - Отсутствует стандарт применения ИИ
2. Технологическое отставание России, особенно в аппаратной части

1. Дефицит квалифицированных ИТ-кадров и инженеров, особенно в удаленных регионах
2. Низкая привлекательность предприятий для молодого поколения по сравнению с офисной работой
3. Невысокий уровень цифровой культуры в среде менеджмента в отдельных индустриях
4. Сопротивление изменениям со стороны рядовых сотрудников – страх быть замененными технологиями

1. Ориентация руководств предприятий на проекты с окупаемостью до 2 лет
2. Сложная экономическая ситуация:
 - Высокая ключевая ставка
 - Снижение инвестиционной активности
 - Дефицит бюджетов на цифровизацию у компаний

1. Недостаточная проработка законодательства в стандартах применения технологий
2. Строгие требования служб ИБ¹ в крупных промышленных компаниях:
 - Ограничения на использования облачных решений
 - Несоответствие российских решений требованиям ИБ ввиду наличия слабо защищенных open-source элементов
 - Регуляторные требования по защите КИИ²

При успешном преодолении барьеров на горизонте 3-5 лет ожидается рост проникновения цифровых технологий в промышленности и развитие стандартов

Технология

ML и Big Data	
IIoT	
Машинное зрение	
Цифровой двойник	
Gen AI	

Развитие на горизонте 3-5 лет

- Повсеместный переход к data-driven принятию решений - Сквозная аналитика потоковых данных становится отраслевым стандартом - Распространение копилотов¹ в производственных процессах
- Массовое тиражирование в промышленных компаниях - Интеграция систем сбора телеметрических данных между предприятиями в рамках холдинга
Ускоренное тиражирование технологии на фоне роботизации промышленных предприятий ввиду усиления кадрового голода
- Полноценное внедрение технологии в крупных компаниях - Выход на этап автономности в принятии операционных решений
- Внедрение ИИ-копилотов в обеспечивающих процессах - Адаптация ИИ под процессы НИОКР и частичного операционного управления

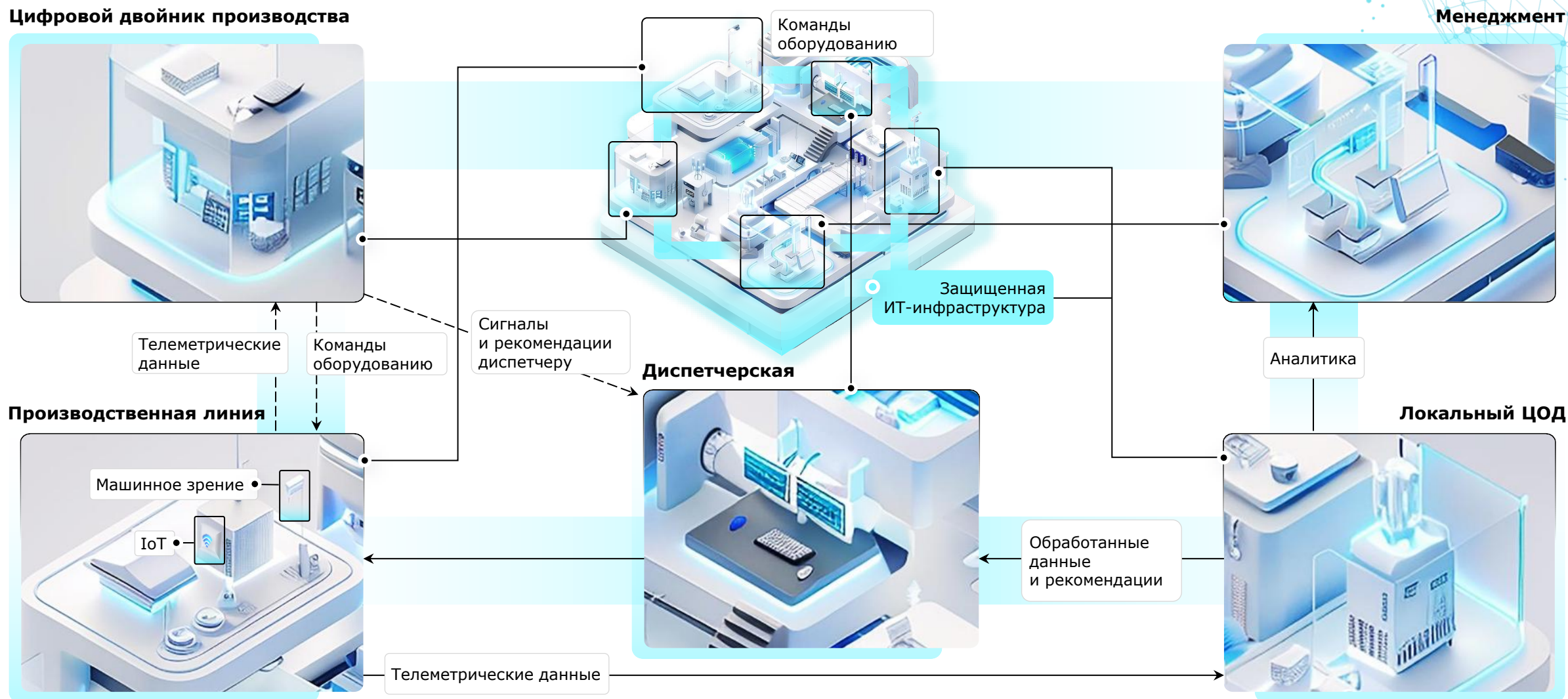
Драйверы и барьеры

	Всесторонняя государственная поддержка		Появление отраслевых стандартов сбора и обработки данных		Низкая зрелость законодательства в области автономии производства		Законодательные барьеры в использовании облачных решений, управленческие риски
	Развитие отечественных цифровых решений		Стремление компаний наращивать операционную эффективность		Технологическое отставание России в аппаратной части		Недостаток бюджетов на цифровизацию

1 – ИИ-ассистент, помогающий специалисту на производстве в принятии решений и выполнении задач
Источник: интервью с экспертами, совместный анализ Strategy Partners и ГК «Цифра»

Применение рассматриваемых технологий во взаимосвязанном цифровом технологическом контуре обеспечивает эффективное управление предприятием

Цифровой двойник производства



- единый цифровой технологический контур производства

02

ML и Big Data



ML и Big Data являются эффективными инструментами принятия решений на основе данных для промышленности

Machine learning



Класс алгоритмов и статистических моделей, которые на основе исторических данных самостоятельно выявляют закономерности, классифицируют события и строят прогнозы

Big Data

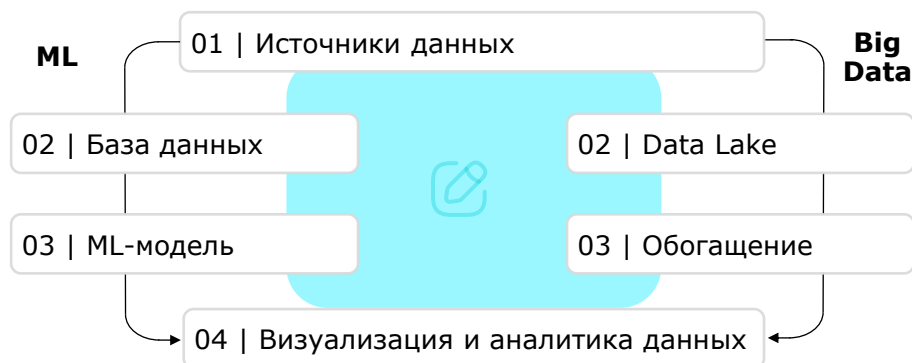


Платформы и методики для непрерывного сбора, хранения и анализа высокообъёмных и разнородных потоков данных — от датчиков и PLC-логов до бизнес-метрик — с целью комплексного мониторинга и поддержки решений в реальном времени

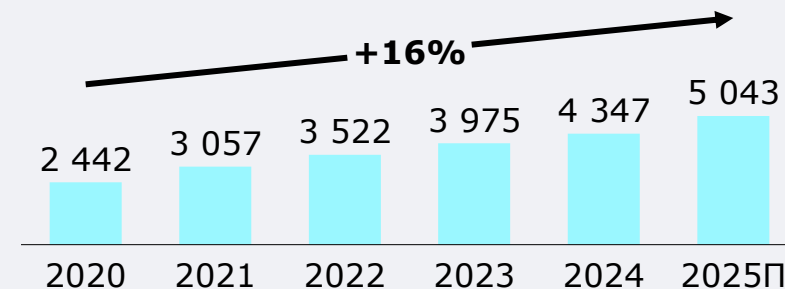
Ключевые задачи



Принцип работы



Количество промышленных предприятий, применяющих технологии Big Data в России, ед.



Эффекты

- 01 |** Сокращение незапланированных простоев
- 02 |** Рост производительности и эффективности использования ресурсов
- 03 |** Повышение стабильности качества продукции (снижение уровня брака)

Ключевые функции **ML и Big Data** достаточно развиты в России, следующий шаг — внедрение AutoML-платформ и объяснимого ИИ



1 – на основе выборки крупных промышленных компаний

Источник: SAP, Forbes, РБК, интервью с экспертами, совместный анализ Strategy Partners и ГК «Цифра»

03

Промышленный IoT



Промышленный интернет вещей позволяет повышать эффективность предприятий через согласованный сбор данных с различных устройств

IIoT (Industrial Internet of Things)



концепция подключенных к сети интернет физических объектов, оснащенных датчиками, которые позволяют им передавать и получать данные

Принцип работы:

01 | Датчики

Сбор данных о работе объекта с датчиков

02 | Контроллер

Агрегирование сырых данных

03 | Сеть

Аналитика полученных данных и принятие решений о подаче обратной связи на сервере приложений

Ключевые задачи

Сбор высокочастотной телеметрии

Датчики позволяют в каждую единицу времени получать комплексную информацию о состоянии приборов, узлов, линий

01

Edge-аналитика и триггерные оповещения

Технология позволяет строить прогнозы и моделировать различные сценарии, помогая оценивать риски и принимать оптимальные решения

02

Автоматизация управления

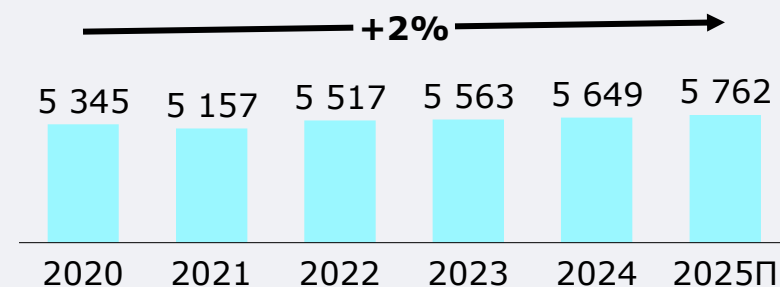
Повышение эффективности, снижение отходов, оптимизация потребления энергии за счет выявления закономерностей и областей для улучшения

03

В российской промышленности преобладают отечественные IoT-решения. Данный класс систем исторически развивается и находится на достойном уровне развития.

Эксперт ГК «Цифра»

Число промышленных предприятий, применяющих технологии промышленного IoT в России, ед.



Эффекты

- 01** | Повышение энергоэффективности, сокращение эксплуатационных расходов
- 02** | Рост производительности и эффективности использования ресурсов
- 03** | Сокращение аварийных остановок и техногенных экологических рисков

Ключевые функции **промышленного интернета вещей** в России находятся на среднем уровне развития



1 – на основе выборки крупных промышленных компаний

Источник: IoT analytics, PTC, Comnews, интервью с экспертами, совместный анализ Strategy Partners и ГК «Цифра»

04

Машинное зрение



Машинное зрение лежит в основе решений для автоматизации и оптимизации производственных процессов через обработку визуальных данных

Машинное зрение



система сбора и обработки видеопотока для авто-инспекции, измерений и контроля производственных процессов без участия оператора

Принцип работы:

01 | Камера

Сбор визуальных данных о положении и состоянии объектов

02 | Сервер записи данных

03 | Сервер обработки данных

Аналитика полученных данных и принятие решений на рабочей станции оператора или автоматически

Ключевые задачи

Дефектоскопический контроль

Система обнаруживает и классифицирует дефекты (трещины, деформации, загрязнения) на поверхности и в узлах оборудования по видеопотоку

01

Трекинг и количественный учёт объектов

Построение 3D-треков перемещения продукции и материалов с помощью камер стереозрения и алгоритмов многообъектного¹ отслеживания

02

Контроль соблюдения техники безопасности

Детекция СИЗ (каска, очки, перчатки) и опасных зон, оповещение о нарушениях в реальном времени

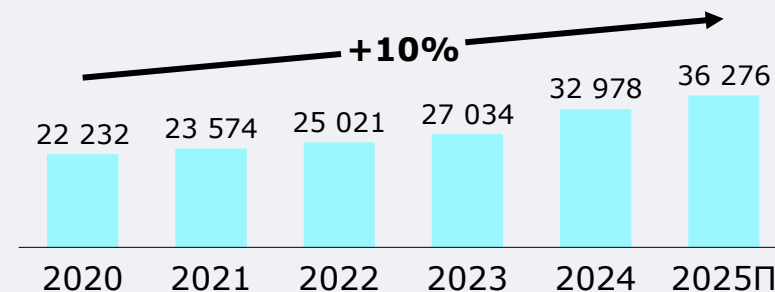
03

Сбор и верификация визуальных данных

Автоматический сбор данных о количестве, состоянии объектов, определение принадлежности, сортировка, обработка метаданных (QR-коды, метки и т.д.)

04

Число промышленных предприятий, применяющих технологии машинного зрения в России, ед.



Эффекты

- 01** | Сокращение доли ручного труда на производствах
- 02** | Сокращение брака за счет превентивной дефектоскопии
- 03** | Рост пропускной способности линий и времени безотказной работы
- 04** | Сокращение травматизма

1 – (multi-object tracking) технология компьютерного зрения, обеспечивающая одновременное обнаружение и устойчивое отслеживание нескольких объектов в видеопотоке с присвоением постоянных идентификаторов и построением их траекторий

Источник: SimbirSoft, РБК, Росстат, интервью с экспертами, совместный анализ Strategy Partners и ГК «Цифра»

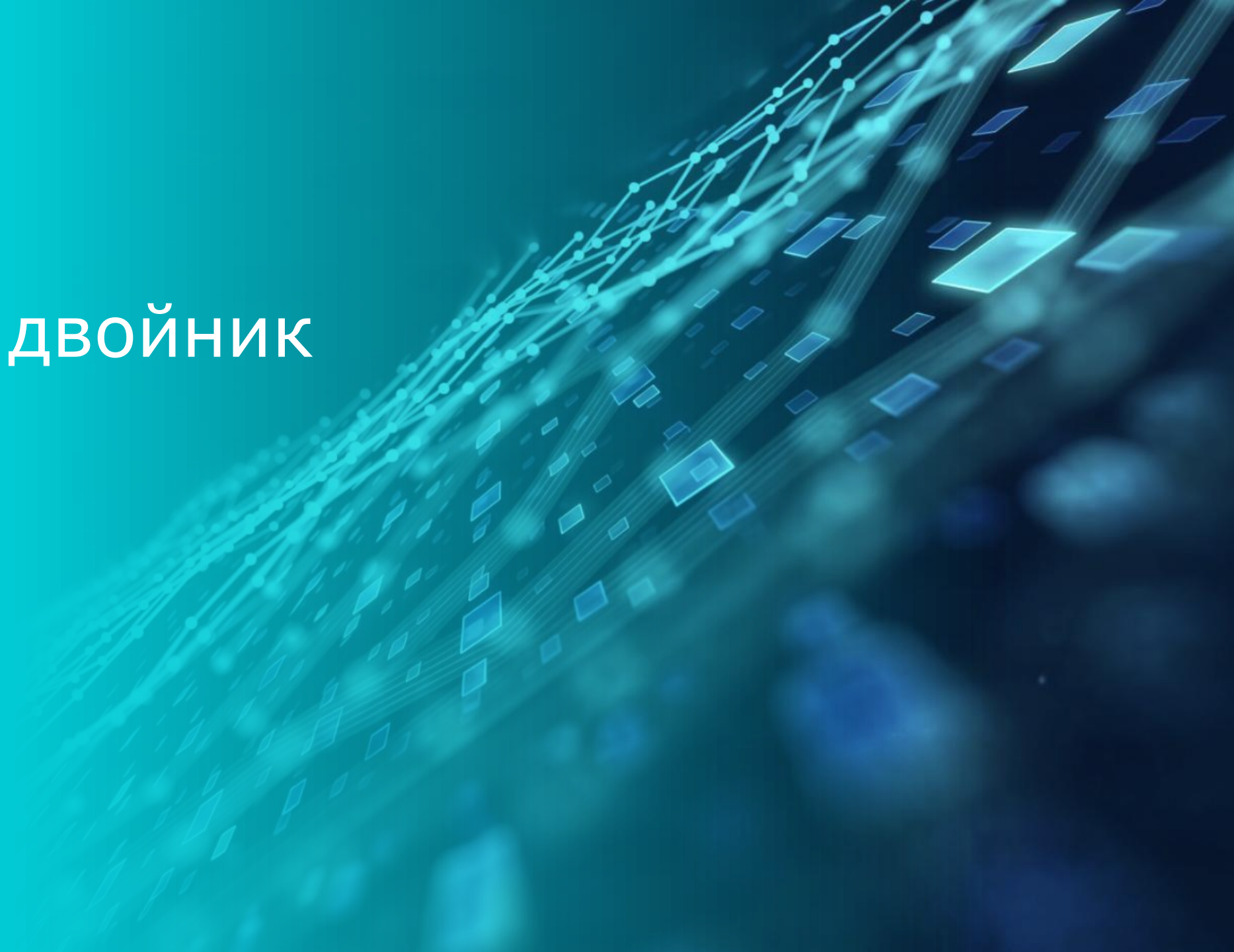
Технологии **машинного зрения** в России демонстрируют относительно высокий уровень зрелости



1 – на основе выборки крупных промышленных компаний; 2 – обученный алгоритм машинного зрения, принимающий входящее изображение/кадр и выдающий формализованные предсказания; 3 – анализирующий объекты по 100+ спектральным диапазонам; 4 – комплексный контур CV-моделей на предприятии; 5 – донастраивает ИИ-модель на новых данных для повышения её точности
 Источник: Snews, интервью с экспертами, совместный анализ Strategy Partners и ГК «Цифра»

05

Цифровой двойник



Цифровой двойник является ключевой технологией для моделирования бизнес-процессов и управления ими

Цифровой двойник



постоянно синхронизируемая в реальном времени виртуальная модель объекта, процесса или системы, способная прогнозировать поведение, оптимизировать решения и автономно замыкать управленческий контур на протяжении всего жизненного цикла

Принцип работы¹:

01 | Реальный объект

Сбор данных о работе объекта с датчиков, аналитика и моделирование

Формирование рекомендаций или автоматическая корректировка работы реального объекта

02 | Цифровой двойник

Ключевые задачи

Мониторинг в реальном времени

Отслеживает телеметрические параметры реального объекта в реальном времени, мгновенно выявляя отклонения для поддержки оперативного управления

01

Предиктивный мониторинг

Предсказывает отклонения показателей на основе текущих и ретроспективных телеметрических данных, уведомляя оператора о скором наступлении триггерных событий

02

Сценарное моделирование «Что если?»

В короткий срок оценивает последствия альтернативных операционных сценариев, поддерживая обоснованные управленческие решения

03

Обратные оптимизационные расчеты

Автоматически вычисляет оптимальные параметры процесса для достижения целевых производственных и финансовых показателей

04

Этапы развития технологии

До 2015 г.

Статическая 3D-модель

Оффлайн CAD/CAE-копия реального объекта, обновляемая вручную для проектных расчётов

2015-2023 гг.

Имитационная модель

Симулятор с односторонним потоком данных, позволяющий осуществлять онлайн-мониторинг без обратного влияния на объект

2023-2027 гг.



Пилот цифрового двойника

Модель с двусторонним обменом данными в реальном времени формирует рекомендации, подтверждаемые оператором перед исполнением

2027-2033 гг.

Полноценный цифровой двойник

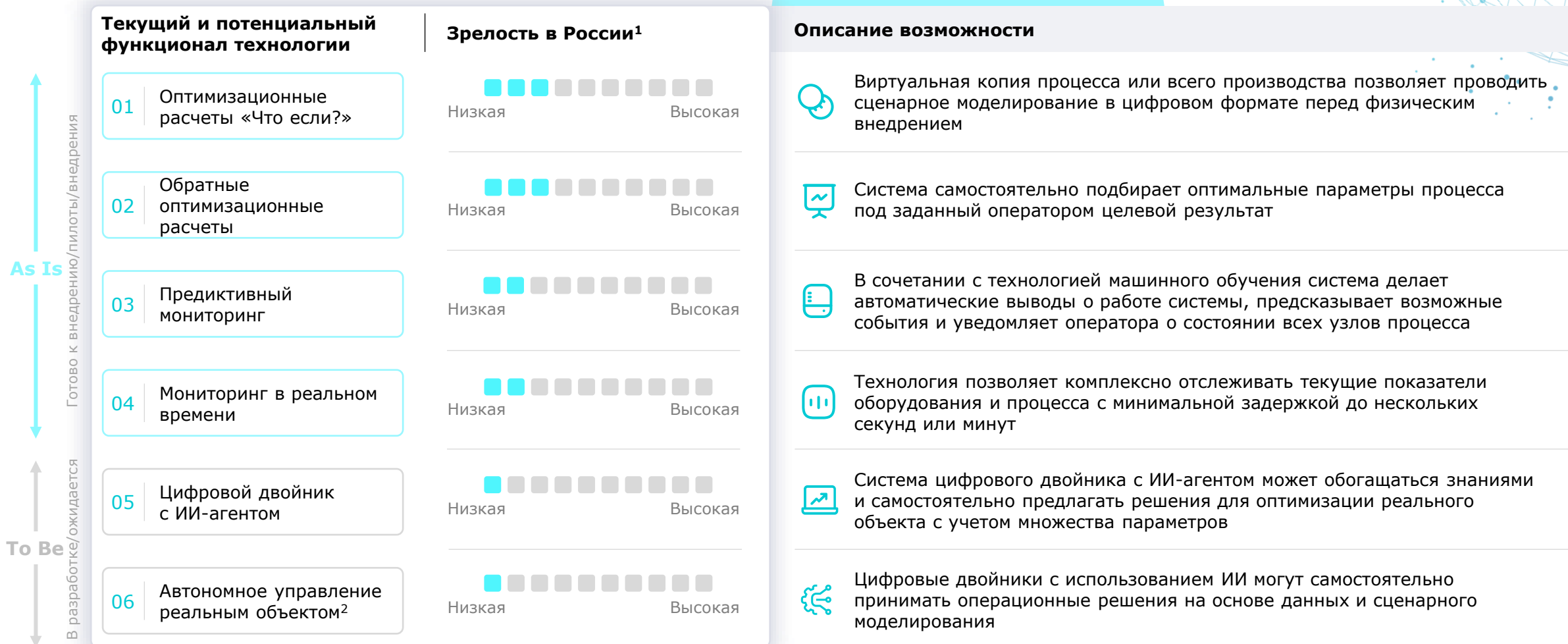
Самообучающийся контур, который оптимизирует процесс и автономно отправляет управляющие команды в физическую систему

На сегодняшний день в России не существует ни одного полностью внедрённого цифрового двойника, а во всём мире любая такая система представляет собой, по сути, доработанную имитационную модель.

Эксперт ГК «Цифра»

1 – принцип работы полноценного цифрового двойника

Ключевые функции **цифровых двойников** в России находятся на стадии разработки и пилотных проектов



1 – на основе выборки крупных промышленных компаний; 2 – на данный момент невозможно в России ввиду законодательных ограничений

06

Генеративный ИИ



Технологии **генеративного ИИ** могут выполнять функции, требующие наличие когнитивных способностей

Генеративный ИИ



класс алгоритмов ИИ, который способен создавать новые данные, имитирующие структуру и характеристики данных, на которых был обучен

Принцип работы:

01 | Обучающий код

Обучение модели на размеченных или размеченных данных

02 | Базовая модель

03 | Генерация нового контента

Оптимизация и уточнение алгоритмов под специализированные задачи (fine-tuning)

Ключевые задачи

Генеративное проектирование

Использует алгоритмы топологической оптимизации и многокритериального моделирования, создавая CAD-варианты конструкции с учётом прочности, веса и затрат, позволяя инженерным командам фокусироваться на финальных решениях

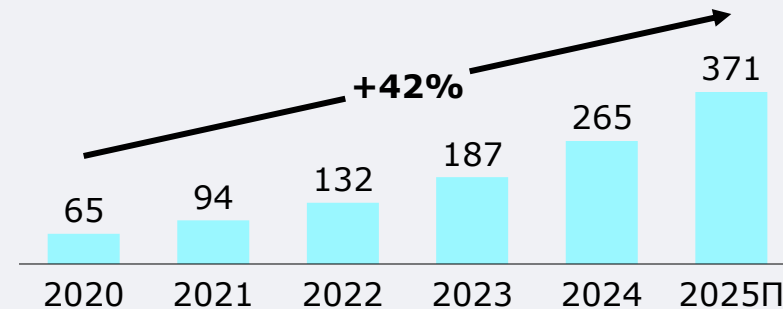
Синтез датасетов для ML/CV

Автоматически генерирует фотореалистичные изображения и сенсорные потоки с учётом вариативности условий (освещение, фон), обеспечивая сбалансированное обучение и повышая точность предиктивных моделей

Поиск по текущей и автоматическая генерация новой технической документации

LLM-модели, дообученные на корпоративных шаблонах, осуществляют быстрый поиск по внутренним библиотекам, формируют инструкции, спецификации и отчёты по тестам, гарантируя единый стиль, полноту данных и отслеживаемую историю изменений

Число промышленных предприятий, применяющих генеративный ИИ в России, ед.

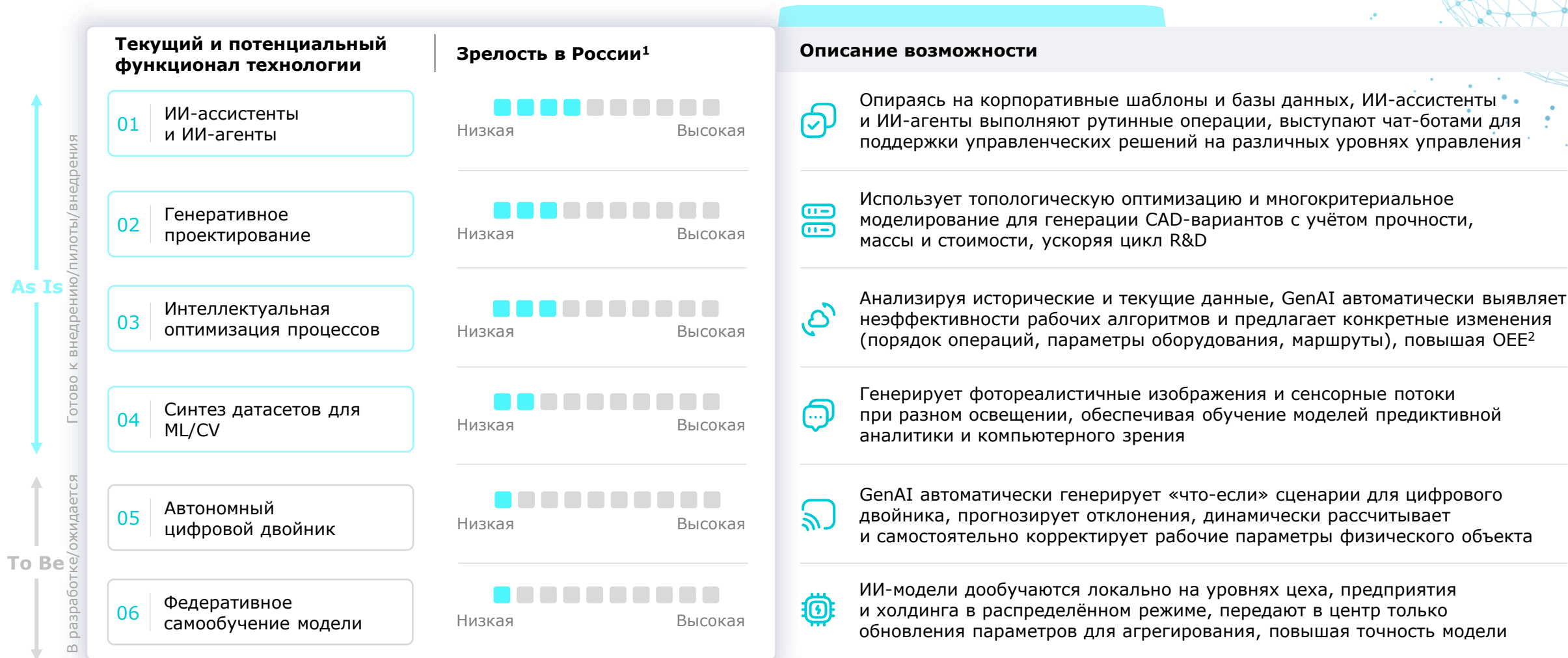


Несмотря на рост популярности генеративного ИИ, его применение в промышленности еще не стало массовым

Эффекты

- 01 |** Ускорение цикла R&D
- 02 |** Оптимизация операционных затрат
- 03 |** Повышение качества и надёжности

Генеративный ИИ в России находится на начальной стадии роста, развиваясь в системах и методах обучения моделей



1 – на основе выборки крупных промышленных компаний; 2 – overall equipment effectiveness, общая эффективность оборудования

07

Сценарии
применения
технологий



Автоматизированный мониторинг позволяет использовать поток производственных данных для своевременных решений и действий...

Сценарий	Технологии	Описание применения	Эффект	Отрасль
Сценарий 1: Автоматизированная система мониторинга 		 Система видеонаблюдения и предупреждения о столкновениях — программно-аппаратное решение, обеспечивающее оператору контроль всего пространства вокруг самоходной горнотранспортной техники и повышающее безопасность на предприятиях. В испытаниях одной из крупнейших угольных компаний выявлено, что 14% происшествий приходится на наезды на персонал; внедрение системы позволяет их предотвращать и минимизировать простой техники за счёт сокращения времени расследований.	Предотвращение наездов на персонал, находящийся в слепой зоне обзора оператора техники - до 100%	Горное дело
		 Система поэлементного мониторинга аккумуляторных батарей, применяемая в станциях/подстанциях, системах связи, резервном питании ЦОД¹ и иных промышленных установках, обеспечивает удалённый онлайн-контроль параметров аккумуляторных установок с накоплением унифицированных эксплуатационных данных по каждому элементу на объекте	Экономия от 2 млн руб. на каждом объекте внедрения за счет своевременной замены АКБ	Энергетика
		 Технология проводит непрерывный анализ гранулометрического состава в ковше экскаватора и фиксирует координаты извлечения породы, что позволяет построить карту эффективности взрыва и достичь баланса стоимости взрыва и производительности добычи	Рост эффективности буровзрывных работ до 3%	Горное дело

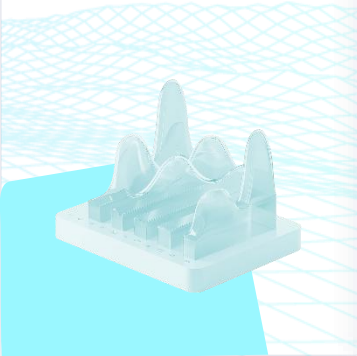
1 – центр обработки данных

...обеспечивает оптимальную загрузку и качество, основываясь на технологиях машинного зрения, промышленного IoT, ML и Big Data

Сценарий	Технологии	Описание применения	Эффект	Отрасль
Сценарий 1: Автоматизированная система мониторинга 	 	  Крупный автопроизводитель внедрил систему на базе «Диспетчер» MDC и «Диспетчер» MES, которая включила оборудование и конвейерные линии в IIoT-ландшафт, обеспечила фиксацию операций и присутствия на рабочих местах, а также визуализацию в реальном времени хода заказов и загрузки рабочих центров	Рост уровня загрузки оборудования на 15%	Автомобилестроение 
	  	 Интегрируемый программный комплекс, который автоматизирует сортировку ТБО ¹ с помощью машинного зрения и нейросетей; унифицирует и интегрирует оборудование сортировочных линий; классифицирует отходы по группам и типам полимеров на базе обученного датасета изображений	Повышение точности сортировки мусора до 100%	Переработка ТБО 
	 	  Крупная горнодобывающая компания внедрила ПО «Цифра. Карьер» для диспетчеризации открытых и подземных горных работ: система автоматически собирает данные о местонахождении, движении, расходе топлива и машино-часах техники, отображает маршруты грузоперевозок на карте, контролирует рудопоток, статус оборудования и производственные показатели, формирует план/факт в центре управления операциями в режиме смены	Рост производительности на 17% , сокращение простоев самосвалов на 125 минут за смену, повышение эффективности оборудования на 5% , увеличение КИ ² парка техники на 14%	Горное дело 

1 – твердые бытовые отходы; 2 – коэффициент использования
Источник: Zebrains, GlobalCIO, Intechology, совместный анализ Strategy Partners и ГК «Цифра»

Система предиктивной аналитики превращает разрозненные данные в ранние предупреждения и опережающие решения...

Сценарий	Технологии	Описание применения	Эффект	Отрасль
Сценарий 2: Система предиктивной аналитики 	  	 Прогнозная система анализирует ретроспективные и текущие телеметрические данные оборудования, выявляет аномалии, оценивает вероятность отказов и формирует превентивные рекомендации, позволяя перейти от аварийного к предиктивному обслуживанию благодаря раннему оповещению	Сокращение затрат на ТОиР на 5-10%	Кросс-отраслевой 
	   	Крупная энергокомпания внедрила систему предиктивной аналитики на базе платформы ZIIoT: решение собирает и обрабатывает данные с 8,5 тыс. датчиков, контролирует работу турбин, котлов, насосов и другого оборудования, сравнивает фактические параметры с эталонными моделями и прогнозирует возможные отказы	Предотвращение 3 аварийных ситуаций с риском суточного простоя станции, экономия 5,5 млн кВт·ч электроэнергии и 3360 Гкал тепла	Энергетика 
	  	Система на основе ML-алгоритмов прогнозирует уровень загрязнения окружающей среды и ранжирует факторы по степени влияния, используя данные о производственных процессах предприятия, взаимосвязях между состоянием воздуха и сельскохозяйственными практиками, а также телеметрию с сельскохозяйственного оборудования	Снижение углеродных выбросов на 10%	Сельское хозяйство 

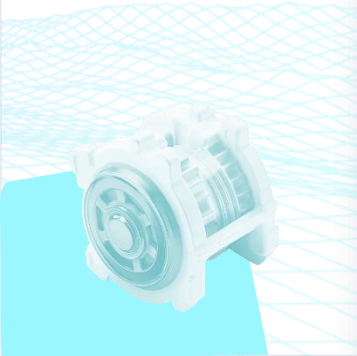
...объединяя телеметрию и технологические стандарты в единую модель, которая выявляет отклонения, объясняет причины и предлагает необходимые действия

Сценарий	Технологии	Описание применения	Эффект	Отрасль
Сценарий 2: Система предиктивной аналитики		Производитель бумажной продукции внедрил облачную платформу хранения и аналитики данных с ИИ-мониторингом показателей оборудования, который по телеметрии с более 85 000 вибродатчиков предсказывает отказы узлов и проблемы электросистем до влияния на производственную линию	Сокращение незапланированных простоев на 30%	Целлюлозно-бумажная
		Система осуществляет мониторинг промышленного оборудования на основании поступающих данных телеметрии с установленных датчиков, а также данных о внешних факторах (температура, давление) с АСУ ТП и ERP-систем. Обработка собранной информации позволяет осуществлять предиктивную аналитику о возможном выходе оборудования из строя	Снижение времени простоев оборудования на 12% , увеличение объема выпускаемой продукции на 10%	Кросс-отраслевой
		Цифровой двойник нефтеперерабатывающего производства анализирует 3000 сенсорных тегов по 49 критичным активам, включая вращающееся оборудование, заранее выявляет аномалии узлов (за ~6 месяцев до отказа) и выдаёт прескриптивные рекомендации операторам, что позволяет избежать длительных простоев	Время безотказной работы повышено на 20% , годовые затраты на ТО сокращены на 25%	Нефтегазовая

Интеллектуальные агенты и ассистенты расширяют операционные возможности без роста штатной численности...

Сценарий	Технологии	Описание применения	Эффект	Отрасль
Сценарий 3: Оптимизация рутинных задач, поддержка управленческий решений 	 	 Нефтехимическая компания совместно с технологическим партнёром внедрила большую языковую модель для четырёх сценариев: AI-ассистент инженера-диагноста, советчик закупок, помощник R&D по моделированию полимеров и ассистент финансиста. Решение ускоряет принятие решений, повышает производительность и успешно масштабируется за пределы отрасли	Более 20 млрд руб. накопленного эффекта от внедрения решений на базе ИИ за 2-3 года	Нефтехимия 
	 	  Крупный агро-химический холдинг реализовал полностью российскую АСУП на платформе ZIIoT в рамках ИЦК: система позволяет контролировать нормы технологических регламентов, формировать отчёты, выдавать предупреждения, а также готовить данные для расчёта экономических показателей	Скорость внесения исправлений с систему возросла в 2 раза. Появилась возможность подключения новых объектов и технологического оборудования	Агрохимия 
	 	 ИИ-решение для строительных площадок моделирует альтернативные сценарии, оптимизирует распределение ресурсов и формирует прескриптивные рекомендации для закупок и подбора материалов, интегрируясь с ERP-системой и учитывая графики работ, доступность техники и бригад, складские остатки и условия поставщиков	Сокращение времени подбора строительных материалов на 45%	Строительство 

...переводя рутинные операции в воспроизводимый цифровой контур, интегрирующий внешние источники и внутренние корпоративные системы.

Сценарий	Технологии	Описание применения	Эффект	Отрасль
Сценарий 3: Оптимизация рутинных задач, поддержка управленческий решений 	 	 Крупный автопроизводитель использует облачную ИИ-платформу для анализа рисков в цепочках поставок: система сканирует открытые источники на 120+ языках, отслеживает сотни тысяч поставщиков и 140+ типов рисков, формирует их детализированную карту и рассылает уведомления с вариантами реагирования	Ускорение времени реагирования на риски на 3 дня , снижение количества остановок производственного процесса на 60%	Машино-строение 
	 	 Крупный производитель электрооборудования внедрил ИИ-систему, которая собирает отзывы с сайтов и онлайн-каналов, автоматически выделяет темы и оценивает настроение, передаёт выводы в продуктовую команду, поддержку и онлайн-магазин, где на их основе улучшаются карточки товаров и клиентский путь на сайте	Рост NSS ¹ на 34 п.п. за 2 года	Кросс-отраслевой 
	 	 Энергокомпания внедрила генеративных ИИ-агентов в облаке для аудита промышленной безопасности, которые автоматически собирают и анализируют данные и полевые записи, сверяют их с корпоративными нормами, выпускают отчёт с рекомендациями, маршрутизируют согласование и ведут трек действий, переводя аудит из ручного в воспроизводимый цифровой контур	Снижение затрат на аудит объектов и узлов на 99% , сокращение длительности инспекции до 1 часа , сокращение ошибок на 10-20%	Энергетика 

1 – net satisfaction score, оценка удовлетворенности клиентов

Источник: открытые источники, совместный анализ Strategy Partners и ГК «Цифра»

Поиск оптимальных производственных параметров опирается на интерпретируемые модели и поток телеметрических данных...

Сценарий	Технологии	Описание применения	Эффект	Отрасль
Сценарий 4: Поиск оптимальных технологических параметров		На тепловой электростанции внедрён замкнутый контур расширенного и модельно-предиктивного управления с машинным обучением, который в реальном времени по данным датчиков и АСУ ТП балансирует смесь, стабилизирует паровые температуры, планирует обдувку сажи и выдаёт оптимальные параметры для снижения выбросов, удельного расхода тепла и потребления реагентов	Сокращение выбросов на 10-15% , повышение КПД энергетического котла на 1,5 п.п.	Энергетика
		Завод по производству стали внедрил модели машинного обучения, которые по данным IIoT и истории плавов в реальном времени рекомендуют минимальные дозировки ферросплавов при соблюдении механических свойств, работая как контур рецептурных рекомендаций на базе данных без отдельной виртуальной модели и симуляций	Вариабельность ¹ прочности стали снизилась на 15%	Металлургия
		В крупном дата-центре развернут предиктивный контур управления охлаждением на базе ИИ: система с нейросетевым прогнозированием показателя энергоэффективности и температур автоматически оптимизирует работу охлаждения в пределах безопасных режимов, стабильно снижая энергозатраты	Сокращение затрат энергии на охлаждение на 40%	ЦОД

1 – степень разброса или изменчивости показателя (например, прочности) между разными образцами или партиями

...и усиливается цифровыми двойниками, которые предоставляют безопасную виртуальную среду для сравнения управленческих альтернатив

Сценарий	Технологии	Описание применения	Эффект	Отрасль
Сценарий 4: Поиск оптимальных технологических параметров		Цифровой двойник НПЗ в реальном времени обрабатывает данные 2 000 датчиков, применяет предиктивное регулирование и «мягкие» датчики, оптимизирует режимы ограничения сырья и качества, поддерживает водородный баланс и чистоту теплообменников, согласует установки с противоаварийной защитой, обеспечивая устойчивую работу при колебаниях сырья и спроса	Рост годовой мощности объекта более чем на 10%	Нефтегазовая
		Цифровой двойник реакторов и экструдеров, объединяющий поток телеметрических данных с физико-кинетическими моделями и программными датчиками на основе ML, позволяет проверять рецептуры и параметры до пилотных испытаний, безопасно симулировать пуски и переходы в промышленных режимах и выдавать операторам прескриптивные рекомендованные параметры в реальном времени	Сокращение расхода сырья на 10% , повышение производительности реакторов на 4-7% , достижение непрерывного лабораторного цикла	Нефтехимия
		В металлургическом цехе внедрён процессный цифровой двойник с аналитикой, который в реальном времени сверяет фактические параметры с эталоном, выявляет «узкие места» (фильтрация/сушка, шлакопомол, газоочистка) и выдаёт рекомендации для стабилизации режимов и роста пропускной способности	Повышение пропускной способности отдельных участков цеха на 10%	Металлургия

Автоматизированное и динамическое планирование повышает предсказуемость и управляемость производственных процессов в меняющихся условиях

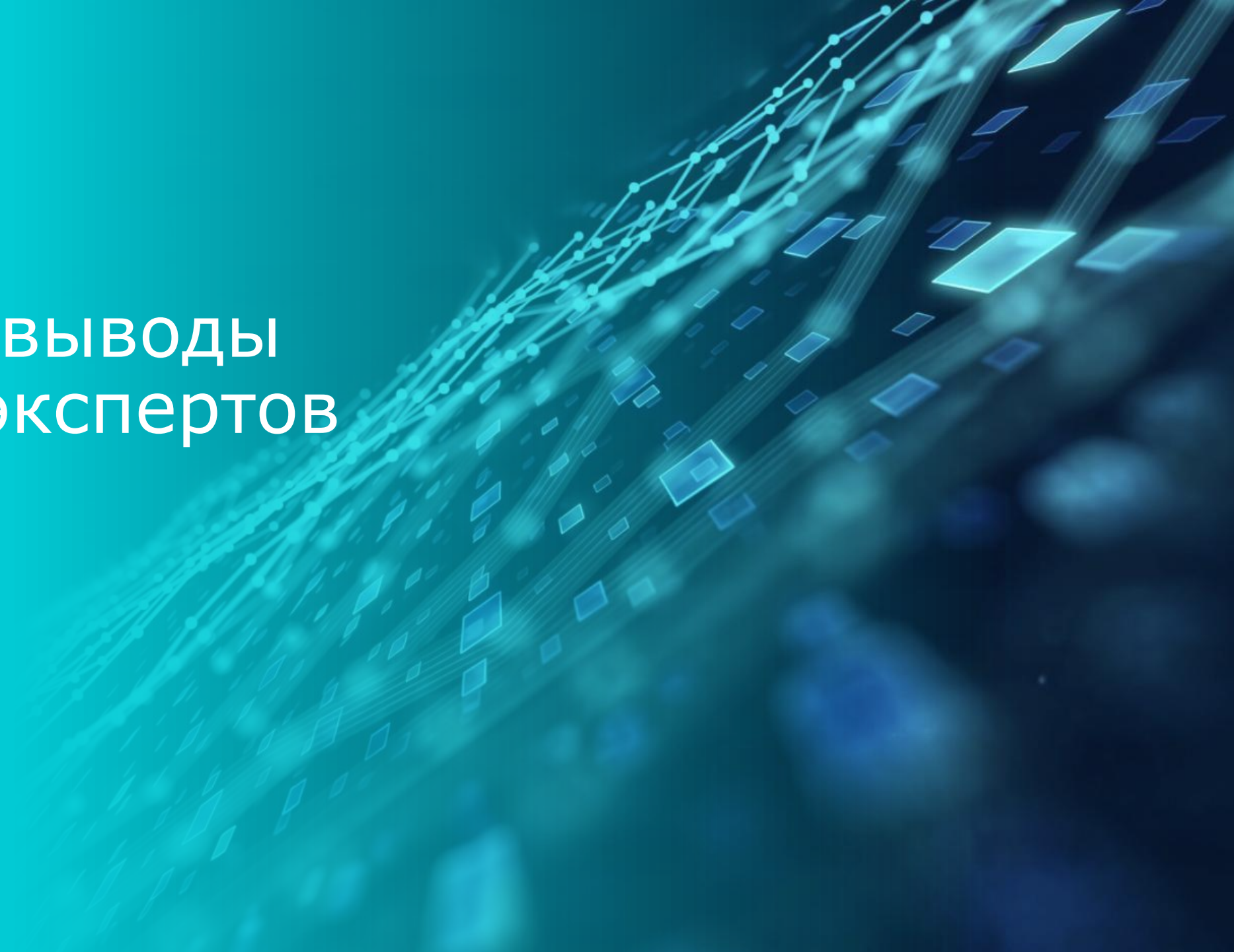
Сценарий	Технологии	Описание применения	Эффект	Отрасль
Сценарий 5: Автоматизированная система планирования		Самообучающаяся система оперативного и среднесрочного планирования/диспетчеризации, интегрируясь с корпоративными системами через веб и API, по данным заказов, мощностей и ограничений генерирует и оценивает альтернативные расписания, оптимизирует загрузку оборудования и складские потоки, выдаёт рекомендации по выпуску и сменам	Сокращение производственного цикла на 45%	Кросс-отраслевой
		Система управления горнотранспортным комплексом для открытых и подземных горных работ планирует и контролирует работу самосвалов и экскаваторов, автоматически распределяет технику на погрузку и разгрузку, исходя из выбранных сценариев для достижения эффектов, обеспечивает планирование и контроль соблюдения норм проведения планового ТО, отслеживает состояние техники	Увеличение производительности горнотранспортного комплекса на 10-15% , сокращение затрат на ТОиР на 2-5%	Горное дело
		Производитель тяжёлой техники внедрил платформу прогнозирования и пополнения запчастей, которая объединяет продажи с аналитическими моделями: система сводит годовые прогнозы, риски поставок, статусы ремонтов и остатки у дилеров, формируя рекомендации по заказам, перемещениям и страховым запасам	Снижение избыточных запасов на 20%	Машиностроение

ИИ-агенты объединяют поиск по корпоративной документации и генерацию подкрепленных ответов, повышая скорость принятия решений сотрудниками

Сценарий	Технологии	Описание применения	Эффект	Отрасль
Сценарий 6: Рекомендательные операционные ассистенты	 	  Программно-аппаратный комплекс для карьерных самосвалов («Советчик водителя самосвала»): бортовой EDGE-комплекс в реальном времени анализирует траекторию движения, неровности и уклоны, чтобы снизить износ техники и расход топлива. Система выдаёт советы водителю по скорости и маневрам, контролирует стиль вождения, формирует рейтинг операторов и доказательную базу	Снижение повреждений узлов и агрегатов на 70% , уменьшение расхода топлива до 10% , увеличение межремонтного интервала до 10%	Горное дело
	 	 В авиастроительном холдинге развернут корпоративный ИИ-ассистент по нормативной документации: он индексирует регламенты, отраслевые стандарты и производственные инструкции, выдаёт ответы с точными ссылками на пункт и редакцию, разграничивает доступ по ролям и цехам, протоколирует запросы и интегрируется с системой электронного документооборота	Снижение нагрузки на внутреннюю службу поддержки на 35% , время поиска в локальных документах сократилось на 80%	Авиастроение
	 	 Производитель автокомпонентов внедрил инженерного ИИ-ассистента, интегрированного со средой программируемых логических контроллеров: по запросам на специализированном языке он находит нужные разделы документации, генерирует и комментирует код, строит базовую визуализацию панели оператора	Сокращение времени разработки кода для ПЛК на 30-40%	Машино-строение

08

Основные выводы
и мнения экспертов



Мнения экспертов ГК «Цифра»



Главный залог конкурентоспособности промышленных компаний — повышение операционной эффективности при помощи цифровых технологий, через непрерывный сбор данных и моделирование.



Оперативные и тактические решения в производстве всё больше будут основываться на цифровых двойниках и советчиках, анализирующих телеметрию и выявляющих потери. Большую роль сыграет и промышленный интернет вещей — сети, превращающие параметры производственной среды в аналитику для управления.



Толчком к цифровизации российской промышленности станет развитие культуры работы с данными. Сегодня до 50% собранных данных не используется. Управленческие модели на базе реальных данных — ключ к росту эффективности в условиях ограниченности ресурсов.



Мы живем в эпоху острого дефицита кадров, и цифровые технологии становятся способом его компенсировать. Это не сокращение рабочих мест, а скорее помощники и ассистенты, которые облегчают труд специалистов, оставляя за ними финальное решение.



Амбассадоры цифровизации внутри крупных компаний играют ключевую роль: когда сотрудник глубоко понимает технологии, видит их ценность и имеет прямой доступ к руководству, именно тогда рождается стратегия цифровизации.



Сегодня цифровые решения в промышленности часто остаются внутренними разработками крупных компаний и не становятся отраслевым стандартом. Важно идти к стандартизации, чтобы такие системы становились продуктами, доступными средним и небольшим предприятиям.

Ключевые выводы исследования



Цифровые технологии в промышленности становятся все более распространенным способом наращивания конкурентного преимущества – операционной эффективности. Несмотря на высокие среднегодовые темпы роста по каждой анализируемой технологии, уровень проникновения неравномерен: от начальной стадии до относительной зрелости

Машинное зрение, промышленный интернет вещей, ML и Big Data демонстрируют более высокий уровень проникновения и зрелости функций, множество подтвержденных кейсами эффектов оптимизации производственных и поддерживающих процессов – контроль качества продукции, планирование спроса и запасов, динамическое ценообразование, мониторинг условий труда и управление энергопотреблением на производстве

Технологии цифровых двойников и генеративного ИИ в промышленности пока что находятся преимущественно на стадии разработки и пилотных проектов, однако открывают качественно новые возможности для повышения операционной эффективности: ускорение НИОКР, повышение качества и скорости сценарного моделирования, автономность производственных процессов, предиктивное обслуживание оборудования



На горизонте 5 лет data-driven управление станет отраслевым стандартом, ускорится роботизация производственных процессов, в поддерживающих функциях закрепятся ИИ-копилоты, рассматриваемые технологии приблизятся и частично выйдут на этап тиражирования – повсеместного распространения лучших стандартизированных решений

Основным драйвером ускорения цифровизации российской промышленности останется государство: субсидирование и поддержка отечественных разработчиков, выставление требований по уровню применения технологий, формализация технологических стандартов и развитие правового поля в области цифровых решений



Ключевыми барьерами масштабирования цифровой трансформации являются нехватка кадров и бюджетов, регуляторные требования и стандарты информационной безопасности, недостаточный уровень развития отечественных аппаратных продуктов и разнородность программного обеспечения, смещенный фокус на инициативы с быстрой окупаемостью на фоне экономической обстановки

09

Глоссарий



Термин



RFID
(Radio Frequency Identification)

PaaS
(Platform as a Service)

IaaS
(Infrastructure as a Service)

SaaS
(Software as a Service)

MES
(Manufacturing Execution System)

SCADA
(Supervisory Control and Data Acquisition)

CAD
(Computer-aided Design)

CAE
(Computer-aided Engineering)

Глоссарий – 1

Описание

Технология автоматической идентификации и сбора данных, которая использует электромагнитную или индуктивную связь, осуществляемую посредством радиоволн, для взаимодействия с радиочастотной меткой и однозначного считывания ее идентификационных данных путем различных видов сигнала

Услуга по предоставлению пользователям готовой облачной платформы для разработки, тестирования и развертывания различных видов приложений: от простых облачных программ до промышленных систем

Вид облачных вычислений, при котором провайдер предоставляет пользователю виртуальную физическую инфраструктуру для самостоятельной установки и запуска ПО: виртуальные серверы, системы хранения данных, сетевые сервисы

Модель облачного предоставления ПО, при которой поставщик полностью отвечает за развертывание, поддержку, обновления и защиту приложения

Программный контур оперативного управления производством между уровнем оборудования и корпоративными информационными системами

Программно-аппаратный комплекс диспетчерского управления и сбора данных, предназначенный для мониторинга технологических процессов в реальном времени, отображения их состояния операторам, архивирования и формирования тревог, а также для дистанционного управления объектами

Система автоматизированного проектирования (САПР) – комплекс программных решений для моделирования объектов, создания чертежей и спецификаций, а также для ускорения процесса разработки

Компьютерная поддержка инжиниринга – ПО для решения инженерных задач по расчетам технических характеристик и показателям обрабатываемых моделей

Термин



CAM

(Computer-aided Manufacturing)

CAO

(Computer-aided Optimization)

ERP

(Enterprise Resource Planning)

PLM

(Product Lifecycle Management)

LLM

(Large Language Model)

PLC

(Programmable Logic Controller)

Data Lake

Глоссарий – 2

Описание

Компьютерная поддержка изготовления – ПО для автоматизации расчетов траекторий перемещения инструмента для обработки на станках с ЧПУ через компьютер

Компьютерная оптимизация – система для проведения многопараметрической, многокритериальной, междисциплинарной, топологической, топографической, оптимизации размеров формы, зачастую применяющейся как часть CAD/CAE/CAM

Система для интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, ориентированная на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета ПО

Управление жизненным циклом продукта – совокупность систем и ПО, позволяющих осуществлять контроль и управление продуктом на всех этапах его жизненного цикла

Специально разработанное подмножество машинного обучения, известное как глубокое обучение, которое использует алгоритмы, обученные на больших наборах данных для распознавания сложных закономерностей

Цифровая электронная система, использующая программируемую память для внутреннего хранения ориентированных на потребителя инструкций по реализации специальных функций для контроля посредством цифрового или аналогового ввода/вывода различных видов машин или процессов

Централизованный репозиторий, в котором агрегируются любые данные в структурированном, полуструктурированном и неструктурированном исходном виде для дальнейшей аналитики

Права на использование контента

Настоящим уведомляем вас о том, что это исследование или любая его часть не предназначены для копирования, распространения или тиражирования любыми способами без предварительного письменного разрешения АО «СПГ».

При отсылке к данным исследования упоминание АО «СПГ» обязательно.

Это исследование было подготовлено АО «СПГ» исключительно в целях информации. АО «СПГ» не гарантирует точности и полноты всех сведений, содержащихся в исследовании.

Информация, представленная в этом исследовании, не должна быть прямо или косвенно истолкована как информация, содержащая рекомендации по дальнейшим действиям по ведению бизнеса.

Все мнения и оценки, содержащиеся в данном исследовании, отражают мнение авторов на день публикации и могут быть изменены без предупреждения.

АО «СПГ» не несет ответственности за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в данном исследовании, включая опубликованные мнения или заключения, а также за последствия, вызванные неполнотой представленной информации.

Задачи, поставленные и решаемые в настоящем исследовании, являются общими и не могут рассматриваться как комплексное исследование рынка того или иного товара или услуги.

Все мнения, выводы и оценки, содержащиеся в настоящем исследовании, действительны на дату его составления. По любым вопросам, связанным с использованием нашего контента, пишите по адресу: inbox@strategy.ru.



Команда Strategy Partners,

практики «Промышленность и технологии»
и «Цифровая трансформация»

Алексей Волостнов,
партнер

Сергей Кудряшов,
партнер

Антонина Бариева,
директор

Команда экспертов ГК «Цифра»

Павел Гриневич,
технический директор

Василий Чуранов, директор
дивизиона «Машиностроение
и металлообработка»

Иван Друзин,
директор по продуктам

Дмитрий Масленников,
главный архитектор решений
нефти и газа

Strategy Partners

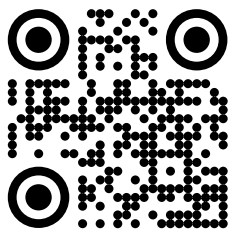
Решения, которые работают

Strategy Partners — ведущая российская консалтинговая компания. Мы помогаем командам разных отраслей быстро адаптироваться к изменениям и находить эффективные решения для достижения целей. На это работают сильнейшие консультанты, за плечами которых опыт в реальном секторе и сотни реализованных проектов.

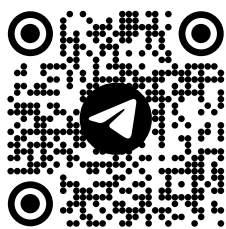
Мы поддерживаем клиентов на любом этапе развития: анализируем рынки, создаем и внедряем стратегии, оптимизируем процессы и системы управления, готовим инвестиционные проекты к привлечению финансирования, сопровождаем сделки M&A и выход на IPO, внедряем цифровые решения и оказываем инжиниринговые услуги.

Являясь дочерней компанией Сбера, Strategy Partners открывает клиентам возможности одного из крупнейших банков России. Аналитическое направление — Research Hub Strategy Partners — позволяет отслеживать тренды и действовать на опережение.

Компания на протяжении последних 4 лет входит в топ-5 в сегменте стратегического консалтинга (согласно рейтингу RAEX).



strategy.ru



t.me/strategy
partners

inbox@strategy.ru
+7 (495) 730-77-47

121099, г. Москва,
ул. Композиторская, д. 17



ГК «Цифра» — главный российский разработчик индустриального ПО для цифровизации промышленности. Компания создаёт и развивает системы, которые помогают лидерам тяжёлой промышленности принимать быстрые и точные решения на основе данных, повышать безопасность, прибыльность и общую эффективность производства. Экосистема собственных и партнёрских решений на базе единой платформы ZIIoT обеспечивает сквозной мониторинг и управление промышленными процессами и оборудованием.

Отраслевые ИТ-специалисты и инженеры, опыт крупных проектов и сообщество партнёров позволяют прогнозировать обоснованные эффекты и совместно менять промышленный ландшафт.

info@zyfra.com
+7 (495) 655-91-31

119311, Россия, Москва, Пр. Вернадского, 6,
БЦ «Капитолий»