

Основные тренды использования искусственного интеллекта в промышленности

Каранкевич М. А.,

директор по данным и цифровой трансформации холдинга «Балтийский Берег» (Санкт-Петербург), член правления Санкт-Петербургского клуба ИТ-директоров, руководитель программного комитета

Системы искусственного интеллекта с каждым годом приобретают все большую ценность для промышленных предприятий. Владельцам бизнеса становятся доступны полностью безлюдное производство и склады, системы автоматического финансового мониторинга и скоринга рисков. Грамотное использование инструментов ИИ в хозяйственной деятельности может принципиально изменить прибыльность предприятия и вывести компанию в лидеры рынка.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), машинное зрение, видеоаналитика, предиктивная аналитика.

Искусственный интеллект (ИИ) — это свойство обучающихся (как самостоятельно, так и с помощью учителя) систем, которые воспринимаются человеком как имеющие интеллект. Сегодня типичные возможности ИИ включают: распознавание речи, изображений и видео, обработку естественного языка, диалоговых агентов (чат-боты), моделирование, творчество, интеллектуальную автоматизацию, а также сложную аналитику и прогнозы.

В контексте производственных операций большинство вариантов использования ИИ сосредоточено во круг следующих технологий:

- **Машинное обучение:** способность алгоритмов и кода использовать данные и автоматически извлекать правила и зависимости и лежащие в их основе шаблоны без явного программирования.

- **Глубокое обучение:** продвинутая форма машинного обучения, которая использует искусственные нейронные сети для анализа и интерпретирует изображения и видео.

- **Автономные объекты:** искусственные агенты, такие как коллаборативные роботы или автономные управляемые транспортные средства, которые могут самостоятельно справиться с поставленной перед ними задачей.

Данная статья является обзором доступных для применения технологий, и автор не претендует на научный подход. Для применения отдельных упомянутых в тексте возможностей необходимо обратиться к профильным интеграторам, имеющим опыт в необходимой области и отрасли.

Вначале нужно отметить, что тренд на применение ИИ в российской промышленности экспоненциально восходящий. Это связано с несколькими накладывающимися факторами:

1. Уменьшение стоимости высоких информационных технологий от года к году в разы.

2. Увеличение доступности специалистов по машинному обучению и анализу данных.

3. Увеличение стоимости труда в совокупности с уменьшением количества доступного на рынке персонала в связи с вхождением в «демографическую яму».

4. Повышение осведомленности владельцев компаний и генеральных директоров о возможностях информационных технологий.

5. Резкий рост скорости изменений в экономике и политике.

Все вышеперечисленные факторы, усиливая друг друга, приводят к тому, что производственные предприятия, сначала крупные, а потом и средние, начинают все шире применять технологии искусственного интеллекта для повышения своей конкурентоспособности на быстро меняющемся рынке.

Парадокс заключается в том, что в применении высоких технологий в промышленности для каждой компании можно найти точку перелома, когда над доверием к возможностям ИИ начинают преобладать скептические настроения. Тогда высокие технологии становятся так же важны для функционирования компании, как станки, помещения и средства доставки.

Перед тем как приступить к описанию трендов по группам технологий, кратко расскажу, как работает ИИ. В основе этой технологии лежат нейронные сети. Используя зашумленную, искаженную, неполную информацию, нейросети позволяют решать сложные задачи, с которыми не могут справиться люди и традиционные средства автоматизации. Задачи, которые обычными средствами решаются за часы и дни, нейросети способны решать практически мгновенно.

В основе технологии ИИ лежат нейросети. Нейронные сети позволяют решать сложные задачи, с которыми не могут справиться люди и традиционные средства автоматизации, используя зашумленную, искаженную, неполную информацию. Задачи, которые обычными средствами решаются за часы и дни, нейросети способны решать практически мгновенно.

Упрощенно нейросеть можно определить как очень сложную формулу с большим количеством параметров. Для того чтобы нейросеть выдавала нужное решение, к примеру отличала ящик от бочки, ее необходимо обучить. В процессе обучения в программу нейросети загружают размеченные данные, на которых отмечены дефекты или отклонения, к примеру картинки, на которых виден брак, и картинки качественных изделий. В процессе обучения программа нейросети пытается подобрать коэффициенты формулы таким образом, чтобы преобразование входных данных обеспечивало такой ответ, который ожидает обучающий, а именно изображения с браком давали вероятность брака, близким к 1, а качественные изделия — близким к 0.

После обучения нейросеть готова работать самостоятельно.

Обучение нейросети очень похоже на обучение ребенка, который учится узнавать родителей по голосу, по картинкам отличать птичку от кошки, а кошку от собачки. Так же и в промышленной эксплуатации нейросети демонстрируют речь спокойную и агрессивную, картинки качественного покрытия и покрытия с дефектами, данные продаж за определенные периоды. После обучения нейросеть готова самостоятельно делать выводы на основе незнакомых данных о продажах, записях речи, изображениях и т. п.

Можно выделить следующие направления применения ИИ на промышленных предприятиях:

- генерирование выручки;
- снижение потерь;
- минимизация рисков.

Исходя из этого в данной статье мы и будем рассматривать применение технологий искусственного интеллекта.

Технологии максимизации выручки

Поскольку производители редко работают напрямую с конечными покупателями, то применение ИИ для генерации выручки ограничено масштабом службы сбыта. Однако некоторые технологии можно применять, предварительно оценив экономический эффект.

Анализ речи в телефонных разговорах

С помощью нейронных сетей возможно из разговоров по телефону получать следующую важную для принятия решений информацию.

■ Изменение тона используемой лексики во входящих телефонных звонках. Повышение уровня негативной окраски разговоров по сравнению с обычным уровнем может го-

ворить о появлении проблемы, которая пока еще не решена, но не дошла до руководителей компании в явном виде.

■ Выявление запросов потребителей. К примеру, автоматическая система анализа запросов может выявить, что потенциальные покупатели запрашивают продукцию, схожую с продукцией предприятия, но которую компания не производит. Пересмотр маркетинговой стратегии может поднять продажи предприятия без необходимости вкладываться в рекламу, а только за счет уже имеющегося спроса.

Логистика до конечного клиента

В области логистики ИИ может помочь предприятию в улучшении качества доставки, особенно если производство работает с маркетплейсами по технологии DBS (Delivery By Seller). В таком случае нейронной сети возможно получить планирование сборки и отгрузки таким образом, чтобы уменьшить время доставки до клиента и получить при этом конкурентное преимущество.

Оптимизация ценовой модели

Поднять выручку компании возможно путем машинного анализа процесса ценообразования. ИИ поможет заблокировать продажу по заниженной цене, выявлять лучшую цену для региона поставки или группы клиентов на основании исторических данных, цен конкурентов и даже текущих событий в отрасли, если они были учтены на этапе обучения нейросети. Безусловно, решения нейросетей нужно будет контролировать, но с каждым корректирующим воздействием сеть будет выдавать все более и более выгодный для компании результат.

Планирование спроса и закупок

Много возможностей для повышения производительности компа-

ний скрыто в оптимизации процедур планирования поставок и планирования спроса. Искусственный интеллект может служить хорошим помощником для менеджеров по закупкам и менеджеров по продажам, подсказывая оптимальный размер закупки или ожидаемой продажи на основе сложных зависимостей, которые были выявлены нейросетью после обучения на исторических данных. Искусственный интеллект также может помочь лучше понять структуру продаж. Известно, что компания L'Oréal применяет алгоритмы искусственного интеллекта для прогнозирования спроса на основе данных, собранных из социальных сетей, состояния погоды и финансовых рынков.

Технологии снижения потерь

В этой группе технологий на рынке представлено множество решений, которые постоянно развиваются. Компании, применяющие машинное зрение и другие технологии, существенно снижают себестоимость производства и получают серьезные конкурентные преимущества.

Управление параметрами технологических процессов

Поскольку программно-аппаратный комплекс может работать круглосуточно, повторяя операции контроля столько раз в период, сколько позволяют ему мощности серверов, то он способен гораздо точнее и успешнее управлять производственными процессами, добиваясь максимальной эффективности по сравнению с человеком-оператором.

В качестве примера успешного применения ИИ в области снижения затрат можно привести компанию «Уралхим». Предприятие активно применяет методы ИИ в управлении производственными процессами: оптимизации потребления газа, управлении пенообразованием обогатитель-

ного комбината, контроле фракций на входящем конвейере. Должен отметить, что представители компании активно рассказывают о своих достижениях на профильных конференциях. Их стоит послушать.

Если производственный процесс состоит из нескольких участков, то часто возникает проблема синхронизации их тактов. Большие производственные компании, к примеру Mitsubishi Electric, используют нейросеть для балансировки тактов отдельных частей процесса. Искусственный интеллект легко справляется с задачей выбора такого такта производства, при котором проток был бы максимальным, а затраты минимальными.

Видеоаналитика и машинное зрение

Машинному зрению можно поручить ту работу, которую раньше выполнял человек-контролер:

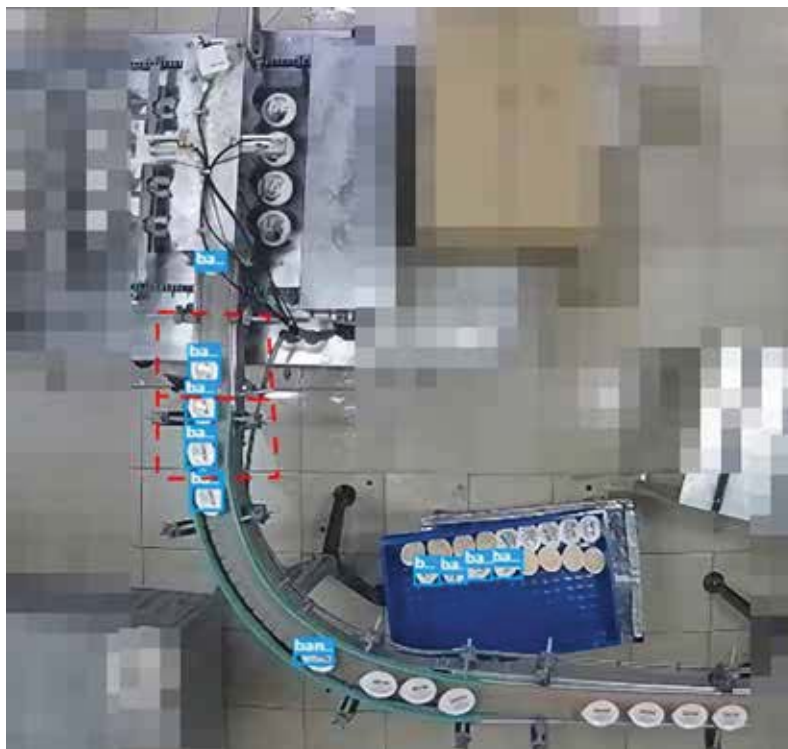


Рис. 1. Фрагмент линии по выпуску готовой продукции. Скриншот системы контроля количества и качества готовой продукции. Фото автора



Рис. 2. Цех обогащения руды. Фото пресс-службы компании «Уралкалий»

- подсчет продукции;
- расчет КТУ сотрудников;
- поиск брака;
- распознавание нарушений технологического процесса там, где невозможно применять датчики.

Как пример использования машинного зрения в подсчете выпущенной продукции на срезе линии с одновременным контролем параметров качества могут привести автоматический анализ производительности

оборудования на нашем предприятии. Автоматизированная система анализа работы производственных линий определяет в автоматическом режиме, что и с какой производительностью выпускается. Данные системы используются для анализа отклонений, информирования руководителей производства о прогнозе выполнения плана.

Также можно рассмотреть проект «Умная флотация», выполненный



Рис. 3. Работники мясоперерабатывающего комбината «Челны-МПК» в шапках с номерами. Номера помогают системе видеоаналитики рассчитывать индивидуальную выработку.

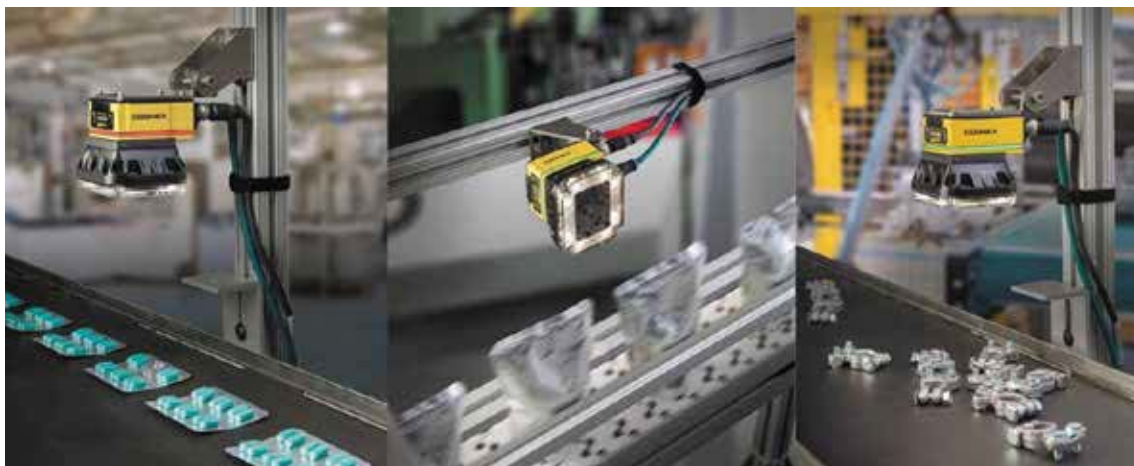


Рис. 4. Камеры контроля качества на производственных линиях.

Фото из открытых источников

компанией «Уралхим». За счет внедрения видеоаналитики анализа состояния пены в процессе обогащения руды удалось поднять уровень извлечения на 0,5 %, а расход реагентов сократить на 10 %.

Подсчет КТУ сотрудников на стандартизированных рабочих местах — так же важная задача видеоаналитики. Бригадный метод оплаты труда снижает мотивацию наиболее эффективных работников. Использование машинного зрения позволяет сделать сдельную оплату труда по-настоящему сдельной и персональной за счет точного учета вклада в результат каждого рабочего. При этом, по оценкам отдела нормирования нашей компании, повышение эффективности работы бригады достигает 26 %. Таким образом на этом участке можно либо повысить выработку на четверть, либо уменьшить количество сотрудников в той же пропорции.

В роботехнических комплексах машинное зрение активно используется для позиционирования захватов роботов-манипуляторов. Это позволяет манипуляторам работать с предметами даже без их строгой ориентации на конвейере. Использование полностью роботизированных рабочих центров не только позволяет экономить средства компании на оплату

и охрану труда, но и обеспечивает стопроцентное качество выполняемых работ, не прерывая производство на обед и выходные.

К примеру, компания General Motors использует компьютерное зрение для анализа видео с камер, направленных на роботизированные комплексы, чтобы выявить ранние признаки неисправности роботизированной части.

Системы распознавания брака могут заменить сотрудников ОТК, которые ранее занимались контролем качества на производственной линии. Через час внимательного изучения ленты транспортера сотрудник устает и начинает пропускать брак. Система видеоаналитики не устает никогда,



Рис. 5. Скриншот интерфейса системы предотвращения брака на производстве гильз. Видно, что система автоматически распознала и отметила бракованные изделия. Фото из открытых источников



Рис. 6. Камера системы контроля качества работы прессы Audi.
Фото из открытых источников

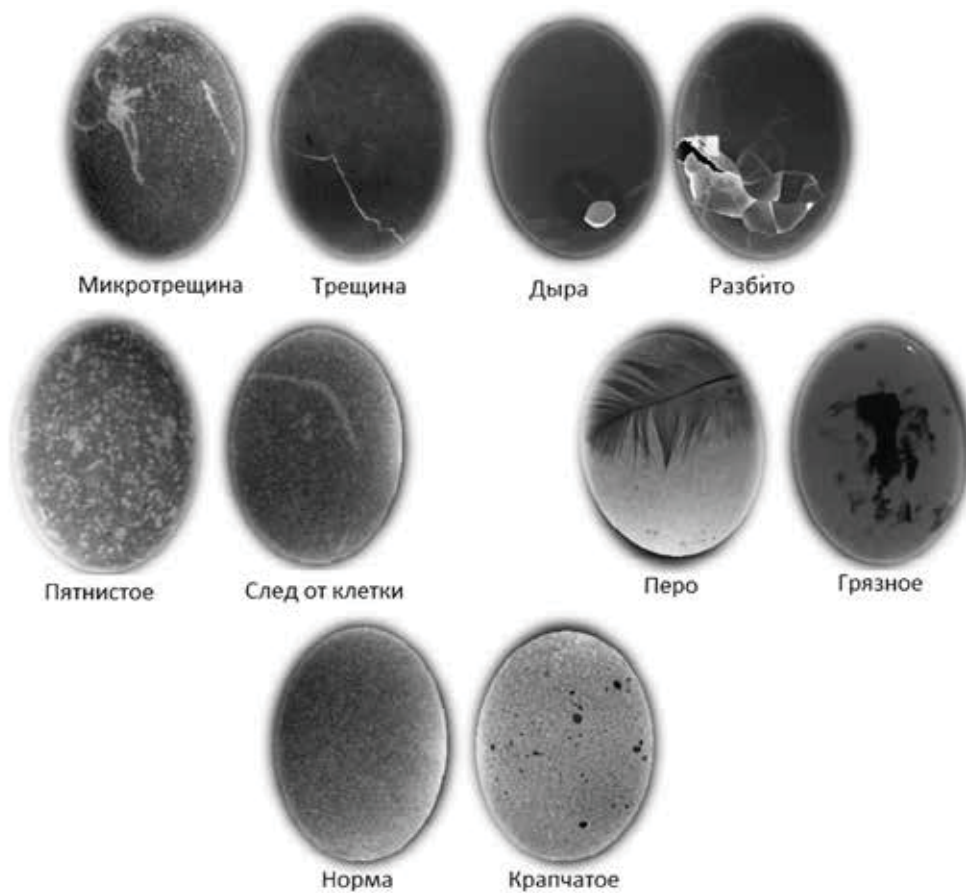


Рис. 7. Образцы нормальных яиц и яиц с отклонениями в обучающей выборке нейросети.
Фото из отчета Исследовательского института Капгемини

и в дальнейшую обработку попадают только качественные полуфабрикаты и компоненты.

Машинное зрение помогает выявлять брак на производстве штампованных деталей Audi. Несколько камер, установленных непосредственно в прессах, снимают изображения прессованного листового металла. Затем изображения анализируются системой искусственного интеллекта для выявления даже мельчайших трещин на металлических листах. Система была обучена с использованием нескольких миллионов тестовых изображений, полученных с прессов на заводе компании Audi в г. Ингольштадте и нескольких заводах компании Volkswagen.

Фабрика по производству пищевых яиц разработала алгоритм искусственного интеллекта на основе нейронной сети с глубоким обучением. В режиме реального времени изображение каждого яйца анализируется системой для выявления дефектных яиц. Если обнаруживается наличие одного из классифицированных де-

Нейросеть можно определить как очень сложную формулу с большим количеством параметров. Для того чтобы нейросеть выдавала нужное решение, ее обучают. В процессе обучения в программу нейросети загружают размеченные данные, на которых отмечены дефекты или отклонения, к примеру картинки, на которых виден брак, и картинки качественных изделий.

фектов, яйцо снимается с конвейера и отправляется на переработку. Система работает на скорости до 40 миллисекунд на одно сканирование.

Часто промышленные предприятия используют старое оборудование, которое не оснащено промышленными контроллерами. Автоматически получать параметры работы такого оборудования невозможно, и требуется работник, который контролирует параметры визуально. Такого сотруд-

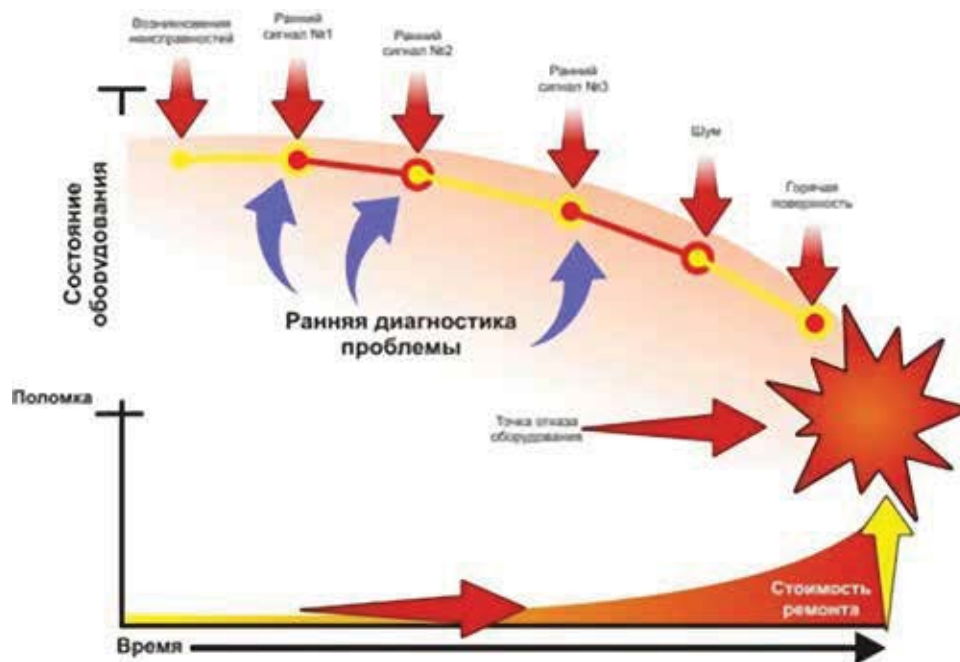


Рис. 8. Соотношение уровня поломки и стоимости ремонта.

Рисунок из открытых источников

ника можно заменить на систему машинного зрения. Она способна различать показания приборов, датчиков, параметров на экране управления и передавать сведения об отклонениях на пульт наблюдения.

Проектирование

В области проектирования новых продуктов ИИ позволяет предприятиям ускорить разработку продукта и НИОКР за счет сокращения времени тестирования и получения более конкретной информации о будущих характеристиках образца.

Технологии минимизации рисков

Поиск отклонений, классификация и кластеризация событий — это как раз те задачи, для решения которых создавались нейронные сети. Множество компаний уже применяют и развивают направления автоматизированного контроля и минимизации рисков.

Цифровое здоровье

производственного оборудования

Кратного снижения количества простоев по причине внезапного выхода из строя оборудования можно добиться применяя предиктивную аналитику. Аналитический комплекс представляет собой программно-аппаратное решение, подключенное к различным датчикам и контроллерам, расположенном на оборудовании. Нейронная сеть, лежащая в основе комплекса, анализирует данные по температуре, вибрации, потреблению тока и прогнозирует выход из строя отдельных узлов оборудования. К примеру, проблемный подшипник сначала начинает «петь» на ультразвуке, а уже позже «внезапно» выходит из строя, блокируя производственный процесс.

Автоматизированный контроль периметра поможет компании сократить затраты на физическую охрану и снизить риск хищений за счет авто-



Рис. 9. Скриншоты системы видеонаблюдения. Фото из открытых источников



Рис. 10. Скриншот отчета системы определения нарушений в области использования СИЗ. Фото из открытых источников

матризованного распознавания объектов на охраняемой территории.

Огромное значение для снижения рисков на опасном производстве имеют системы машинного зрения, предназначенные для определения нарушений в области охраны труда. Сейчас на рынке представлено множество готовых решений, которые развиваются, предоставляя пользователям новые возможности, такие как блокирование сотрудников без СИЗ уже на входе в помещение.

Также стоит обратить внимание на автоматические системы распознавания документов. Современный уровень развития таких инструментов достаточен для распознавания документов, удостоверяющих личность, бухгалтерских документов и договоров. Технически возможно научить нейросети искать подделки, завышенные цены, некорректно оформленные документы и опасные пункты в договорах.

Нельзя обойти вниманием и все более широкое распространение средств машинного зрения в систе-

мах контроля и управления доступом. Распознаванием лиц, радужной оболочки глаза или рисунка вен ладони также занимаются нейронные сети, качество работы которых уже достигло уровня, достаточного для повседневного применения.

Заключение

В заключение хочу отметить, что на производственных предприятиях зачастую больше верят в новые площади и станки, чем в инструменты искусственного интеллекта. Однако для каждого предприятия наступает момент, когда не внедрять новые технологии означает уйти с рынка. В этот момент начинается применение новых технологий в повседневной деятельности компании.

Второй важной точкой является осознание реальной выгоды от искусственного интеллекта, выраженной суммой на расчетном счете. После осознания прибыльности вложений в ИИ компания прочно встает на долгосрочный путь развития и повышения эффективности производства.