От цифрового помощника до предиктивной аналитики в ТОиР



Ольга ВАГНЕР, директор по интеллектуальным решениям, компания Datana (группа компаний ЛАНИТ)

Цифровая трансформация промышленности

Принято считать, что цифровая трансформация промышленности и проникновение технологий Индустрии 4.0 в промышленность идут со скрипом. В качестве причин приводят консерватизм и технологическую неготовность промышленных предприятий к внедрению искусственного интеллекта (ИИ).

Это не так. Скорость внедрения новых технологий в промышленность ниже, чем, скажем, в е-соттесе, но это не связано с консерватизмом промышленности. Одно дело внедрять новые технологии в изначально цифровые компании, которые создавались, используя цифру, другое — использовать новые технологии на предприятиях, которым десятки лет. На Магнитогорском металлургическом комбинате (ММК)



работают два стана-ветерана: стан 4500 и стан 2350. Оба были эвакуированы в начале войны из Запорожья и Мариуполя, перевезены в Магнитогорск и до сих пор прекрасно катают сталь, невзирая на любые промышленные революции. Интеграция таких «ветеранов» в цифровой мир занимает время.

В целом цифровая трансформация промышленного предприятия — не быстрая история, поскольку происходит трансформация всех слоев предприятия: и физического, и инфраструктурного, и ИТ,

и бизнес-процессов, и культуры производства.

Еще один фактор, влияющий на скорость внедрения новых технологий, — это цена ошибки и стоимость ее исправления. Цена может измеряться не только финансовыми потерями, но и человеческими жизнями. Любая инновация проходит серьезные и длительные испытания.

Вот почему трансформация промышленности идет не так быстро, как в высокотехнологичных сферах. Но задач тут не меньше.





Puc. 3.

Подходы к цифровой трансформации

Глобально существует два подхода:

- операционная цифровизация.
 Внедрение технологий «4.0» для повышения эффективности предприятия в рамках имеющейся бизнес-модели;
- цифровизация бизнес-модели. Переход от традиционных продаж к модели «умного» продукта и новой бизнес-модели.

В зависимости от зрелости предприятие выбирает один из двух подходов или их комбинацию.

Операционная цифровизация — это тактика. Такой подход обеспечивает преимущество на короткой дистанции, но в долгосрочной перспективе ведет к проигрышу. Пока предприятие учится делать лучше то, что привыкло делать, на рынке возникают новые бизнес-модели, новые требования к продукции, к сервисам. Занимаясь только операционной цифровизацией, предприятие рискует остаться за бортом.

Цифровизация бизнес-мо- дели — это стратегия. Победит тот, кто сможет придумать новую бизнес-модель или будет готов быстро под нее трансформироваться.

Применение ИИ в промышленности

Сегодня человечество генерирует столько данных, сколько

никогда прежде, и их количество постоянно растет. Большую долю трафика в этот поток привносят данные с видеокамер и IoT-устройств. По прогнозам специалистов, к 2025 г. их количество превысит 40 млрд.

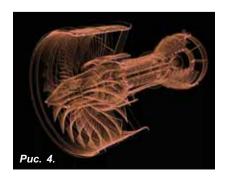
Анализ такого количества данных и извлечения из них смысла давно за пределами границ человеческих возможностей. Искусственный интеллект позволяет расширить эти границы.

Промышленность – не исключение. ИИ тут имеет обширную область применения и спектр решаемых задач. Вот лишь некоторые из них.

Разработка новых продуктов

Цель: сокращение затрат на производство нового продукта и времени вывода его на рынок.

С помощью цифровых двойников и технологии имитационного моделирования создаются и проходят испытания новые продукты. ИИ позволяет увидеть продукт и испытать его до того, как он будет произведен.



Производство не тратит деньги на сырье для создания новой продукции и на неудачные испытания. Все испытания проходят в цифровой среде. Занимать производственные мощности больше не нужно. Испытаний можно проводить гораздо больше и тратить на это меньше времени и денег. Результат — новый продукт выходит на рынок быстрее и с наименьшими затратами.

Безопасность и охрана труда

Цель: снизить или исключить количество несчастных случаев и аварий.

ИИ контролирует соблюдение техники безопасности. Использует ли персонал средства индивидуальной защиты (каски, респираторы, защитные очки)? Передвигаются ли сотрудники по безопасному маршруту? Находятся ли они в опасной зоне? И есть ли v них на это допуск? В отличие от человека ИИ не устает и осушествляет непрерывный контроль в режиме 24×7×365. Фиксирует все нарушения онлайн и о факте нарушения сообщает ответственным лицам для оперативного реагирования. Автоматически формирует акты о нарушении техники безопасности и охраны труда: минус еще одна головная боль у предприятия.

ИИ заменяет человека в опасной зоне. Часто персоналу нужно провести оценку технологического процесса и на ее основании принять решение. Для этого приходится заходить в опасные зоны. Такую оценку можно и нужно поручать ИИ. Технология подбирается в зависимости от решаемой задачи. Это может быть и анализ изображения, и анализ вибросигнала или любых других диагностических признаков, анализ которых позволит получить ответ на нужный вопрос.

ИИ помогает предотвращать аварии и несчастные случаи. ИИ контролирует состояние оборудования и заранее сообщает о проблемах. Останавливает линии производства, если чтото представляет угрозу жизни человека.

Снижение себестоимости продукции

Цель: делать лучший продукт с наименьшими затратами.

Себестоимость продукции складывается из различных статей затрат. Это стоимость сырья, топлива, энергии, расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, зарплата персонала и т. д. Задач, направленных на сокращение себестоимости продукции, много, и они пользуются наибольшей популярностью. Во-первых, на любом предприятии всегда есть то, что можно делать эффективнее. Во-вторых, любое такое улучшение достаточно просто перевести в деньги. Легко рассчитать экономический эффект и согласовать инициативу. В-третьих, как правило, размер такого эффекта весьма существенный. Например, оптимизация расхода ферросплавов с помощью ИИ приносит «Северстали» около 110 млн в год, а ММК - около 300 млн в год. Оптимизация режимов дуговой сталеплавильной печи в НЛМК – порядка 150 млн в год.

ИИ помогает вести технологический процесс оптимальным образом с точки зрения расхода материалов, длительности процессов, топливно-энергетических затрат, затрат на материалы и сырье.

ИИ позволяет сократить количество незапланированных выходов оборудования из строя, перейти в режим обслуживания оборудования по факту, а не по регламенту.

Предотвращение брака

Цель: выпускать качественный продукт.

Причин возникновения брака может быть масса: некачественное сырье, несоблюдение технологии, неправильно принятые решения в отсутствии объективных данных, невозможность соблюсти технологию, проблемы с оборудованием. Как правило, брак случается не в одном месте. На его появление влияет множество факторов и их комбинаций на разных производственных участках. Не всегда очевидно, что именно

привело к тому или иному производственному браку. ИИ позволяет, во-первых, найти ответ на этот вопрос, во-вторых, устранить причину, забрав часть операций на себя или предоставляя персоналу объективные данные, помогая принимать решения.

Оптимизация производства

Цель: использовать оптимально имеющиеся мощности и ресурсы здесь и сейчас.

Оптимальный план производства на сутки – это план, который учитывает множество факторов: что нужно произвести, наличие необходимого сырья, имеющиеся мощности, серийность производства, плановые ремонты и много чего еще. Сделать оптимальный план сложно, но можно. Существующие производственные системы с этим справляются. Но, как гласит закон Мерфи, который никто не отменял: «Если что-то может пойти не так, оно пойдет не так».

Когда план встречается с реальностью, тут же проявляются неактуальные моменты. Нужно оперативно реагировать на изменения, учитывать множество факторов и перестраивать план в зависимости от ситуации на площадке. Это задача для ИИ. В режиме онлайн, собирая данные с оборудования, кранового хозяйства, производственных систем, камер наблюдения, ИИ помогает перестроить план производства так, чтобы выполнить все то, что было запланировано, с учетом вновь появившихся обстоятельств.

А еще сокращение остатков, управление складскими запасами, логистика, экология, персонализация продукта, кибербезопасность — список можно продолжить, но лучше приведем пару примеров из металлургии.

Примеры реальных кейсов

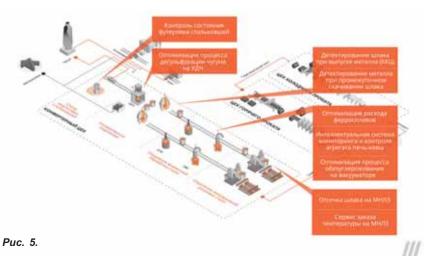
Представьте, что вы оказались в самом центре сталеплавильного цеха. Прямо над вашей головой краны перемещают ковши с раскаленным металлом, мимо проезжают сталевозы. Все это вибрирует, клокочет.

На каждые сутки формируется производственный план, который нужно выполнить оптимально, с минимальной стоимостью и гарантированным качеством.

Как ИИ помогает снизить себестоимость

Выше был приведен пример: независимо друг от друга про- изводственные площадки ММК и «Северстали» с помощью ИИ смогли оптимизировать расход ферросплавов и достигли впечатляющего экономического эффекта. В нашей продуктовой линейке Datana есть аналогичное решение, и вот как оно работает.

Каждая марка имеет свой химический состав, который влияет на ее прочность, пластичность, жаропрочность и другие характеристики. Например, для изготовления железнодорожных рельсов применяется сталь с повышенной износостойкостью, а для





производства швейных и медицинских игл с высокими технологическими требованиями — высокоуглеродистая коррозионно-стойкая сталь с малой вязкостью.

Чтобы получить сталь нужных свойств, необходимо в расплав металла добавить ферросплавы материалы, содержащие набор химических элементов в различном пропорциональном отношении. Каждый химический элемент отвечает за то или иное свойство металла. Хром повышает твердость и прочность, ниобий способствует уменьшению коррозии в сварных конструкциях, алюминий повышает жаростойкость, медь увеличивает антикоррозионные свойства и вводится главным образом в строительную сталь и т. д.

Для каждой марки стали определен свой набор химических элементов и требований к процентному содержанию химических элементов. Например, марка стали Ст3сп должна содержать Si 0,15–0,3%, Mn 0,4–0,65, Сг до 0,3, Р до 0,04.

Задача сталевара – попасть в «ворота» целевого химического состава. Вот к нему приехал ковш с металлом. Он берет пробу текущего расплава на химический анализ, получает результаты, а дальше ему нужно быстро, за пару минут рассчитать в ручном режиме, сколько и каких ферросплавов надо отдать в ковш, чтобы «попасть в химию». Что есть в арсенале сталевара? Опыт, формула и калькулятор. Чтобы не ошибиться, сталевар метит в середину этих «ворот» и, конечно же, не может учесть все факторы, влияющие на усвоение материалов.

Здесь на помощь приходит ИИ (цифровой советчик). Для него не проблема за секунды проанализировать множество параметров. Каждая плавка, кстати, уникальна. И для каждой ИИ подбирает такую смесь ферросплавов, которая не только обеспечивает попадание химических элементов стали по нижней границе «ворот», но и находит минимальные по стоимости ферросплавы.



Как ИИ помогает предотвратить аварии

Еще одно решение из нашей линейки контролирует целостность футеровки сталь-ковшей и помогает сохранить их жизни.

Сталь от агрегата до агрегата перевозят в стальных сталь-ковшах. Внутри сталь-ковш выложен огнеупорной футеровкой, которая защищает его от раскаленного металла. Одна футеровка выдерживает примерно 80–100 плавок. Затем ее нужно менять. Если в футеровке появится трещина, то расплавленный металл просочится сквозь нее, расплавит стальные стенки сталь-ковша и тонны стали выльются на пол.

После каждой плавки ковшевой оценивает визуально целостность футеровки. Ковш наклоняют на бок. У ковшевого есть несколько секунд, чтобы определить состояние футеровки. Для этого он через прорезь защитного стенда заглядывает в раскаленный ковш. Человеческому глазу сложно что-то увидеть, а уж тем более микротрещины.

Но это отличная задача для ИИ. Тепловизионные камеры сканируют тепловой профиль внутренней поверхности сталь-ковша, а лазер — внутреннюю поверхность. Создается 3D-модель ковша, и за секунды ИИ определяет толщину футеровки, наличие трещин, оценивает, сколько еще плавок можно сделать, не меняя футеровку.

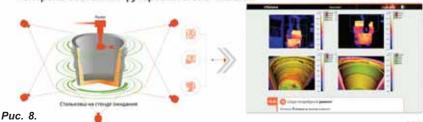
Как ИИ помогает сталевару вести технологический процесс оптимально

А вот как ИИ может помочь сталевару.

Продувка металла аргоном – один из важных этапов в процессе производства стали. С помощью аргона металл перемешивают, доводят до нужного химического состава, пузырьки аргона выносят на поверхность все неметаллические включения – причину брака. Проще говоря, без продувки аргоном сделать высококачественную сталь невозможно.

Итак, ковш приходит на позицию. В днище ковша вмонтированы продувочные блоки. К ним подключаются патрубки, через которые в ковш вдувается аргон. Одновременно с этим металл подогревают посредством электрической дуги. Все это происходит

Контроль состояния футеровки сталь-ковшей



www.connect-wit.ru



под крышкой. Что внутри, сталевар не видит. Он опирается только на данные, которые выводятся ему на экран, и на то, что передает по рации подручный сталевар. У подручного сталевара есть возможность заглянуть в технологическое окно (опасная зона) и посмотреть, как идет продувка. Ну как тут не ошибиться и принять верное решение?

ИИ помогает и здесь. Решая такую задачу, мы оборудовали крышку ковша видеокамерой, которая непрерывно ведет видеосъемку продувки металла аргоном, передает изображение в модель. Теперь «немигающими глазами» ИИ в режиме реального времени мы помогаем вести плавку сталевару. Оцениваем качество продувки, рекомендуем смену режимов, следим, чтобы не было оголения металла, чтобы шлак не потерял жидкоподвижность, оцениваем его толщину, измеряем расстояние свободного борта, наблюдаем за тем, чтобы не протекала система охлаждения и электроды были заглублены именно так, как нужно.

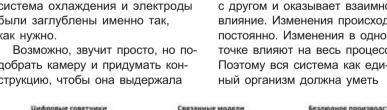
добрать камеру и придумать конструкцию, чтобы она выдержала

температуру до 1500 °C, была защищена от всплесков раскаленного металла и не сгорела в первую же секунду под крышкой, - это история, заслуживающая отдельной статьи. Это как раз про сложность решаемых задач, которые стоят перед производственными площадками.

От цифровых советчиков к цифровому предприятию и платформенным решениям

Цифровые советчики и интеллектуальные системы обслуживания оборудования - это проверка возможностей искусственного интеллекта. И эта проверка прошла успешно. Сегодня цифровые советчики начинают эволюционировать в более сложные структуры.

Разработка продуктов, закупка, планирование, производство, технология, логистика, обслуживание - все это тесно связано друг с другом и оказывает взаимное влияние. Изменения происходят постоянно. Изменения в одной точке влияют на весь процесс. Поэтому вся система как еди-



оперативно реагировать на внутренние и внешние изменения, перестраиваться, принимать оптимальное для себя положение исходя из всех известных внешних факторов.

Что это значит для промышленных предприятий на практике?

Цифровое предприятие - это в первую очередь цифровизация и интеграция процессов по вертикали и горизонтали. Цифровые советчики, решающие отдельные задачи, нужно объединять в единую сеть, связывать с друг другом, учить общаться между собой, поддерживать их работу и непрерывно совершенствовать.

Необходимо обеспечивать циклы обратной связи, где физические объекты и процессы влияют на вычисления, а вычисления - на физические процессы. Иными словами, изменения процесса рождают новые данные, данные анализируются, вносятся коррективы в процесс, изменения процесса рождают новые данные и т. д. Система корректирует сама себя.

Чтобы поддерживать такую систему, следует от зоопарка систем переходить на платформенные решения, которые интегрируют в едином цифровом пространстве человека, «умные» устройства, искусственный интеллект, аналитические платформы, ИТ-инфраструктуру и содержат цифровой двойник как самого предприятия, так и выпускаемой продукции. Такая платформа позволит не только самому предприятию стать цифровым, но и создать экосистему вокруг предприятия, интегрирующую поставщиков, потребителей, сервисные службы.

Учитывая задачи, которые стоят перед нашими заказчиками сегодня и завтра, мы развиваем и нашу платформу. Она позволяет интегрировать модели предприятия между собой. Причем это могут быть и наши модели, и те, которые уже внедрены на предприятии, и те, которые разрабатываются другим поставщиком.

