

Дополненная реальность для умного производства

М.А. Пирогова, канд. техн. наук; И.Е. Лешихина, канд. техн. наук
ФГБОУ ВО НИУ «Московский Энергетический Институт», Москва, Российская
Федерация,

В.А. Краюшкин, канд. техн. наук ООО «Продуктивные Технологические Системы»,
Москва, Российская Федерация

Аннотация

В статье рассматриваются основные области эффективного промышленного применения технологии дополненной реальности

Ключевые слова: дополненная реальность, визуальный контент, руководства, процессы производства, цифровая трансформация

Введение

По результатам исследований рынка информационных технологий, проведённых консалтинговой компанией McKinsey, к 2024 году промышленные компании планируют инвестировать в технологии дополненной реальности более 7 млрд. \$, однако многие из них уже сейчас получают инвестиционный доход от использования AR в производственной сфере, а также в сфере предоставления профессиональных сервисных услуг, при обучении производственного персонала, а также и в сфере продаж и маркетинга [1].

Дополненная реальность (AR) изменяет характер выполнения производственных процессов на промышленных предприятиях, так как применение этой технологии нацелено на получение конкретных бизнес-выгод путем повышения эффективности работников.

Компании, использующие AR для повышения квалификации своих сотрудников, уже сейчас наблюдают повышение производительности их труда, снижение количества производственного брака и доработок, рост показателей безопасности производственного процесса и повышения степени соответствия исполнения рабочих операций нормативам и стандартам.

Дополненная реальность – это будущее эффективной и удобной передачи знаний и производственной информации среди персонала заводских цехов и сотрудников вспомогательных и сервисных подразделений. Значительное число рабочих, обладающих серьезными техническими навыками и незаменимым опытом, неизбежно покидает цеха в силу возрастных ограничений. Им на смену приходят новые поколения рабочих, контрактники и сотрудники других подразделений, не имеющие должного опыта. В связи

с этим появляется необходимость в быстром и эффективном обучении, полноценной передаче накопленного опыта.

Промышленные компании больше не могут надеяться на традиционные бумажные инструкции и базовые методы обучения персонала. Для подготовки квалифицированных кадров этого уже недостаточно. Также в условиях постоянного усложнения изделий и производственных процессов нельзя рассчитывать и на продолжительный по времени процесс обучения.

Чтобы привнести новую динамику в традиционный процесс подготовки рабочей силы, промышленным компаниям необходимо внедрять современные методы обучения и применять актуальные стратегии рабочего процесса.

Дополненная реальность в промышленности

Технологии дополненной реальности в промышленности – это технологии, использующие наложение виртуального цифрового контента на визуализацию реального пространства предприятия [2,3] при сканировании специальных физических ориентиров реального мира («меток»). В то время как методы работы с дополненной реальностью в промышленности могут существенно различаться, практика применения AR обычно включает следующие компоненты:

1. Физический ориентир («метка»).

Физический ориентир служит для топологической привязки виртуального цифрового контента к реальному просматриваемому пространству. Физические ориентиры могут быть универсальными (например, горизонтальная плоскость), но это может быть и конкретное изображение, распознаваемое по уникальной форме («метка»),

или по индивидуальному тегу ссылки (например, QR-коду), размещаемым в нужной точке реального пространства. Физическим ориентиром могут также быть реальные 3D-объекты, силуэт которых, рассматриваемый под нужным углом, будет служить для точной топологической привязки.

2. Соответствующий цифровой контент, транслирующийся пользователю после того, как цель распознана. Цифровой контент AR может включать инструкции в режиме реального времени, информацию о статусе или дополнительные данные, включая 3D-контент, улучшающие пользовательский опыт.

3. Среда разработки ПО, позволяющего соотносить цифровой контент с физической целью. Варьируется от ресурсоемких платформ разработки до стандартных коробочных решений, не требующих кодирования.

4. Пользовательское программное обеспечение, которое распознает физические ориентиры и накладывает соответствующий цифровой контент в виде объектов дополненной реальности.

5. Пользовательское аппаратное обеспечение для взаимодействия с AR контентом. Аппаратным обеспечением AR могут быть смартфон, планшет или очки дополненной реальности.

Эффективные приложения AR для промышленности

Приложения дополненной реальности выгодны как для всего промышленного предприятия в целом, так и для отдельных этапов жизненного цикла изделия [2].

Рабочие 3D-инструкции в дополненной реальности

Сложность изделия и недостаток навыков у рабочих усугубляют негативное влияние человеческого фактора и сказываются на безопасности труда.

Технология AR, создающая эффект присутствия, решает эти задачи посредством создания AR-пошаговых инструкций, повышающих безопасность, оперативность действий и производительность труда (рис.1).

- AR позволяет работникам видеть скрытые компоненты и сложные данные.
- AR сокращает время выполнения проверок и улучшает качество.
- AR помогает сократить количество ошибок при сборке.
- Применение технологий AR позволяет ускорить производственный цикл и снизить тарифы на первичное сопровождение и обслуживание.



Рис.1. Применение очков дополненной реальности для доведения пошаговых инструкций при проведении сложных работ. (по материалам GE и Upskill)

Обучение и демонстрации в дополненной реальности

Поскольку разрыв в навыках рабочих в ведущих отраслях современного производства, например, в оборонной и аэрокосмической индустрии, продолжает увеличиваться, традиционные методы обучения при быстром наборе новых сотрудников перестают работать эффективно. AR ускоряет процесс превращения новых сотрудников в компетентных, эффективных работников (рис.2).

- AR обеспечивает преемственность опыта и знаний и предлагает принципиально новое качество обучения.
- Учебная программа в дополненной реальности легко может имитировать работу в затрудненных и опасных условиях.
- Обучающие материалы могут легко обновляться и локализоваться.

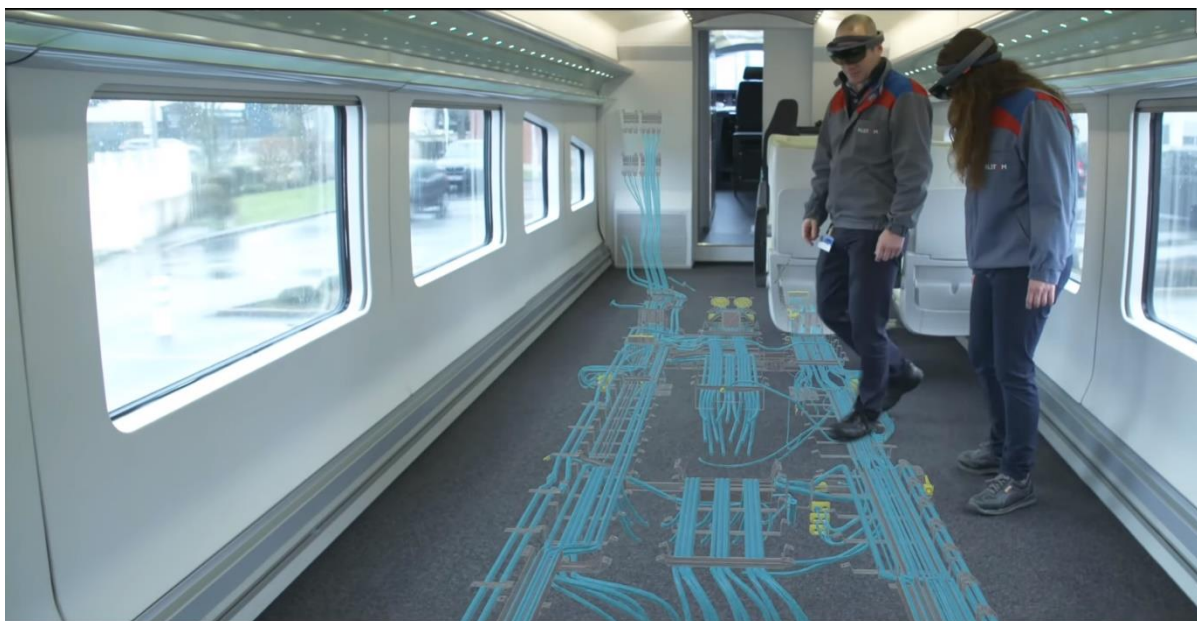


Рис.2. Обучение нового специалиста по системам электрораспределения в компании Alstom. Применение очков дополненной реальности Microsoft HoloLens (по материалам компании [Immersion3D](#))

Расширенное экспертное руководство

Опытные эксперты, вероятно, наиболее ценный человеческий ресурс для любой организации. Такие специалисты обычно в дефиците, их опыт и экспертиза стоят недешево. AR может заместить ценность этих экспертов и расширить охват распространения их навыков.

Лучшее в своем классе AR-решение PTC Vuforia Expert Capture дает возможность 3D-фиксации «по месту» передовых приемов и методов, знаний и умений эффективного выполнения операций, многократного повторного использования знаний, получаемых у экспертов на рабочем месте от первого лица. В результате получается полноценный

информационный актив для обучения новых сотрудников. Знания, переведенные в дополненную реальность, легко распространяются в рамках целого предприятия, что в свою очередь является обязательной предпосылкой к успеху цифровой трансформации предприятия – переходу к «умному» предприятию [4].

- Новые работники быстрее становятся компетентными, обучаясь прямо на рабочем месте.
- Стандартные рабочие процедуры могут быть документированы «на лету» без необходимости отвлекать ценных сотрудников.

Решения для удаленного руководства позволяют экспертам совместно решать проблемы и взаимодействовать с менее опытными коллегами посредством обмена видео, дополняемого AR.

В условиях постоянного усложнения изделий и всевозрастающей конкуренции оборонная и аэрокосмическая отрасли нуждаются во все большей гибкости, и эти решения оптимизируют использование ресурса экспертов.

- Старшие эксперты могут ассистировать менее опытным специалистам на местах (рис.3), это обеспечивает принципиально новый гибридный подход к обслуживанию, дающий положительные результаты при рациональном использовании человеческих ресурсов.
- Удаленное ассистирование позволяет специалисту на месте быстро получать ответы на вопросы и компетентно решать задачи, обмениваясь информацией со старшим специалистом посредством AR.

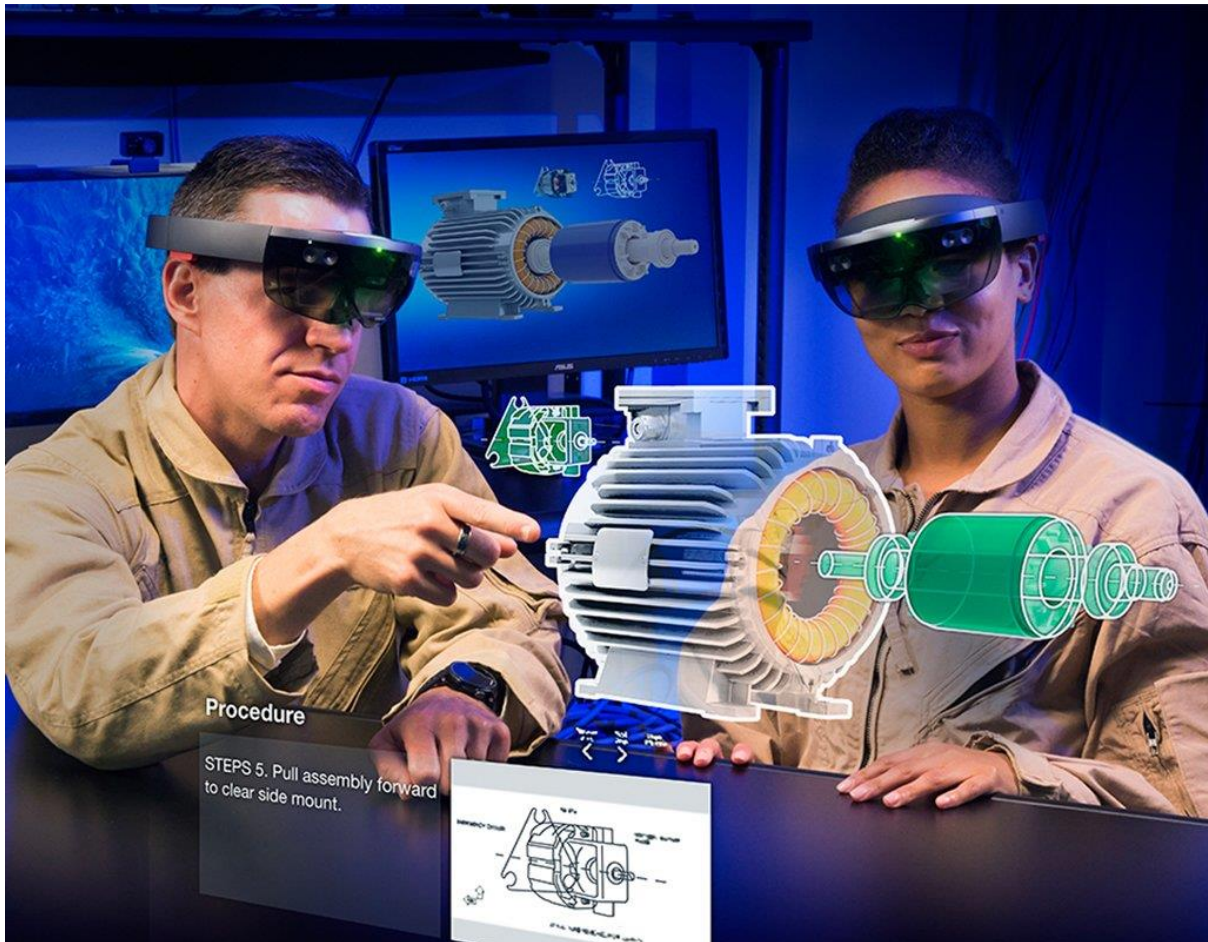


Рис.3. Совместное обсуждение процессов разборки-сборки трёхфазных асинхронных электродвигателей с использованием технологии дополненной реальности (mixed reality и очков Microsoft HoloLens)

Визуализация

Визуализация изделия - краеугольный камень технологии AR. Возможность получать полномасштабное цифровое представление физического изделия может решить несколько важных проблем.

- Полномасштабная виртуальная демонстрация дорогого и громоздкого оборудования может быть спроецирована в реальном мире.
- Интерактивные превью (предпросмотры без выполнения физического прототипирования) имеют почти безграничный потенциал для кастомизации.
- Изделия могут быть быстро, «на лету» переконфигурированы для удовлетворения конкретных требований заказчика, без необходимости трудоемкого перепроектирования.

Оптимизация эффективности, безопасности и соответствия стандартам

Технология дополненной реальности крайне полезна для машиностроительных отраслей промышленности. Пока предприятия в этой области разрабатывают все более сложные изделия, достигающий пенсионного возраста высококвалифицированный персонал

становится все труднее заменить. Промышленный AR – это бесценное новое решение по сохранению и распространению накопленного предприятием опыта для обеспечения роста квалификации рабочего персонала.

Внедрение технологий AR повышает эффективность и качество выполнения операций рабочим персоналом, положительно влияет на соблюдении регулятивных норм и повышении безопасности при общем снижении затрат.

AR-приложения предлагают поддержку на производстве рабочих с любым уровнем опыта. Обучение и повышение квалификации на основе технологий дополненной реальности позволяют наращивать компетенции производственного персонала. Выполненные в технологии AR руководства и рабочие инструкции могут помочь как новым, так и опытным работникам. Удаленное ассистирование и применение AR-технологии при совместной работе в непредвиденных ситуациях позволяют менее компетентным коллегам использовать знания и опыт более компетентных специалистов вне зависимости от степени физической удаленности друг от друга.

Влияние AR на производство

- Уменьшение времени простоя оборудования
- Снижение затрат на брак и доработки
- Оптимизированные процессы настройки, наладки и обслуживания станков
- Сокращение количества ошибок операторов и ошибок при сборке
- Упрощение проверок
- Улучшение процессов нормативного соответствия
- Повышение безопасности труда
- Сокращение временных и финансовых затрат на адаптацию персонала

Дополненная реальность для обслуживания: улучшение качества, увеличение доходности

В настоящее время все большее значение приобретает удовлетворенность заказчика в области послепродажного техобслуживания, сопровождения и ремонта, а сама эта область – послепродажный сервис - становится потенциальным источником дополнительного дохода. Для качественного выполнения сервисных работ и операций по обслуживанию техники необходимы опытные квалифицированные кадры, так как отсутствие необходимой квалификации работников напрямую сказывается на степени удовлетворенности клиентов. Промышленная дополненная реальность становится незаменимым инструментом для повышения квалификации персонала, занятого на операциях технического обслуживания, сопровождения и ремонта.



Рис.4. Применение дополненной реальности при выполнении работ по обслуживанию и ремонту вертолётного двигателя (по данным компании Atheer)

AR поддерживает квалификацию работников сектора обслуживания аналогично тому, как это происходит и на производстве. Система адаптации и обучения сервисного персонала, передача ему накопленных знаний от производственных рабочих мест, выстроенные на базе AR, существенно сокращает время подготовки технических специалистов с гарантией того, что, оказавшись лицом к лицу с конкретной задачей, они смогут ее выполнить. Руководства и инструкции, усовершенствованные AR, гарантируют, что даже работник с низкой квалификацией в «полевых условиях» сможет справиться с поставленной задачей, и время обслуживания не только не увеличится, но и существенно сократится.

Легкий доступ к интерактивной помощи в технологиях дополненной реальности от более опытных коллег станет неоценимым инструментом для быстрого решения сложных или неожиданных проблем и позволит компаниям более эффективно использовать ценных экспертов, предоставляя дистанционную помощь более молодым специалистам в режиме реального времени.

За счёт применения AR при выполнении сервисных операций достигается:

- Повышение общего уровня качества и рентабельности
- Оптимизация тарифов на обслуживание
- Снижение командировочных затрат
- Ускорение процесса ремонта
- Решение проблем по запросу
- Усиление безопасности труда

- Повышение уровня удовлетворенности клиентов

Дополненная реальность для эффективного обучения и подготовки производственных кадров

Недостаток в достаточном количестве квалифицированной рабочей силы вызывает потребность компаний в ускорении процессов обучения и адаптации новых сотрудников. Для этого необходимо в ускоренном темпе передать необученному персоналу навыки и знания ключевых технических экспертов, однако зачастую предприятия сталкиваются с устаревшими методиками обучения, сложностью оборудования и рабочих процессов, и быстрая адаптация новых кадров становится серьезной проблемой.

Технология AR обладает уникальным потенциалом для учебных кейсов, предполагающих наглядные демонстрации и вовлеченность в реальный рабочий процесс [5]. Применение AR-технологий в обучении улучшает понимание и усвоение материала, повышает безопасность и снижает временные затраты на выполнение производственных задач за счет снижения количества ошибок. Интерактивные 3D-инструкции, которые даются в соответствующем контексте, и процедуры, выполняемые в AR-технологиях под руководством экспертов обеспечивают промышленных рабочих необходимыми знаниями в их области.

За счёт применения AR в обучении достигается:

- Быстрый ввод в курс дела новых и проектных рабочих
- Сокращение времени на обучение и адаптацию новых навыков
- Повышение безопасности и соответствия нормативам
- Снижение общих затрат на обучение
- Более гибкий и оперативный штат работников
- Увеличение удовлетворенности от работы
- Более эффективный рекрутинг «цифрового поколения»

Дифференцированная демонстрация изделий: применение AR для эффективных продаж и маркетинга

С учетом высокой конкуренции в индустрии в целом, возможность дифференцировать изделия и приобретаемый опыт может принести серьезные дивиденды.

Ожидания растут, - сегодняшних покупателей больше не устраивают полиграфические буклеты, громоздкие демонстрации и до боли медленный процесс продаж. Промышленный AR позволяет производителям уйти сразу на несколько шагов вперед в конкурентной гонке, вместе с тем сократив затраты на продажи и маркетинг.

Полномасштабные цифровые визуализации деталей и оборудования, демонстрации в дополненной реальности всего изделия, его агрегатов и способов их взаимодействия, помогают быстрее и легче понимать уникальные особенности изделий.

Демонстрации в дополненной реальности обходятся намного дешевле привычных, потому что могут проходить где угодно, в том числе на выставках, на заводах или в переговорных залах без затрат на доставку и транспортировку.

Креативный подход к использованию технологии AR также дает производителям инструмент для разработки и демонстрации привлекательных динамичных предложений, что несомненно укрепит позиции бренда и укрепит лояльность пользователя.

За счёт применения AR в области продаж и маркетинга достигается:

- Рост доходности бизнеса
- Ускорение цикла продаж
- Уменьшение необходимости в рекламной полиграфии и физических маркетинговых материалах
- Снижение затрат на доставку и транспортировку
- Укрепление репутации бренда

Усовершенствование существующих активов технологиями AR

Вне зависимости от того, где применяются AR решения, в инженерном процессе, в производстве или на этапе послепродажного сопровождения, с их помощью можно многократно повысить ценность уже существующих активов.

Традиционные печатные руководства и инструкции переводятся в 3D формат, так как больше не могут служить эффективным инструментом передачи информации для работников на местах (рис.4).

- Быстрота развертывания и эффективность затрат
- В момент публикации контент немедленно становится доступен работникам на местах
- Пошаговые инструкции, проецируемые на соответствующий контекст (например, станок или рабочую среду) гораздо проще интерпретировать
- Использование анимации и интуитивно понятной иконографии снижает необходимость перевода
- Такие руководства легко поддерживать и изменять «на лету»
- Очки дополненной реальности дают техническим специалистам доступ к hands-free инструкциям, что повышает эффективность и безопасность

Полномасштабная визуализация проектных данных САПР и цифровых разработок

САПР и другие активы разработчиков – ключевая часть процесса разработки любого современного изделия. Однако, обычно, после того как этап разработки завершен, в дальнейшем их не используют.

- 3D модели также могут быть использованы для получения опыта в дополненной реальности
- Они захватывающие и визуально привлекательны
- Они – виртуальны, и, следовательно, минимально зависят от локации
- Они интуитивно понятны
- Они могут использоваться совместно с пошаговыми инструкциями для более эффективного процесса обучения
- Они могут быть переориентированы в статические или анимированные визуальные объекты

Наложение данных Промышленного Интернета вещей на физические объекты

Данные, получаемые из Интернета вещей (IoT), уже доказали свою значимость как настраиваемые представления о работе оборудования предприятия [3].

Инструменты промышленного IoT также можно использовать для сбора и представления данных операторам и техническим специалистам сервисной службы о состоянии оборудования и производительности в режиме реального времени.

Наложение данных Промышленного Интернета вещей на физические объекты:

- позволяет пользователю видеть «внутри» оборудования без необходимости разбирать его физически
- помогает визуально идентифицировать необходимость ремонта или обслуживания оборудования на расстоянии
- дополнительно повышает эффективность работников
- экономит время и снижает риск человеческого фактора
- в случае, если оборудование нестабильно или небезопасно, повышает уровень безопасности труда, вовремя предупреждая несчастный случай

Заключение

Грамотное внедрение промышленных технологий дополненной реальности способно значительно трансформировать предприятия дискретного производства, оборонной и аэрокосмической отраслей. Технологии AR показали себя с отличной стороны в части усовершенствования процессов и достижения высоких результатов благодаря более эффективной и технически грамотной рабочей силе. Движущие инициативы цифровой

трансформации, в том числе и AR, повышают производительность предприятий, снижают брак, положительно влияют на безопасность труда и соответствие нормативам. Применение технологии дополненной реальности способствует продвижению по пути цифровой трансформации промышленного производства.

Литература

1. Porter, M.E.; Heppelmann, J.E. How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*. 2015, 93, 96–114
2. Пирогова М.А., Лешихина И.Е., Краюшкин В.А. На пороге индустриального интернета вещей // *Открытые системы*. СУБД. 2016. №3 С. 32
3. Пирогова М.А., Лешихина И.Е., Краюшкин В.А. Дополненная Реальность: возможности применения для поддержки полного жизненного цикла изделия // *Информационные технологии в проектировании и производстве*. 2017. №1(165) С. 16 - 25.
4. Пирогова М.А., Лешихина И.Е., Краюшкин В.А. Платформа разработки промышленного интернета вещей // *Информационные технологии в проектировании и производстве*. 2016. №3(163) С. 18 - 25.
5. T. Martin // *Augmented Reality for Learning*, // *Elearning* //, 2011. [Online] URL: <http://www.2elearning.com/top-stories/item/3460-Augmented-Reality-for-Learning> (дата обращения 31.05.2019).

Augmented Reality for Smart Manufacturing

M.A.Pirogova, I.E.Leshikhina

National Research University “Moscow Power Engineering Institute”, Moscow, Russian Federation

V.A.Krayushkin

LLC PTS, Moscow, Russian Federation

Abstract

The article considers the main productive area of augmented reality implementation in the modern industry

Keywords: Augmented Reality, Visual Content, Technical Manual, Production and Manufacturing Processes, Digital Transformation.