

УДК 621.71

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СМЕШАННОЙ РЕАЛЬНОСТИ  
В СБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССАХ НА ПРИМЕРЕ ОЧКОВ HoloLens 2

Лим А.А., Кутин А.А.

МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Российская Федерация, [lim@mirea.ru](mailto:lim@mirea.ru)

**Аннотация:** В данной работе рассматриваются перспективы применения технологий смешанной реальности в сборочных процессах на примере очков HoloLens 2. Исследуется использование смешанной реальности для повышения эффективности и точности сборки экструдера FDM 3D-принтера. Основное внимание уделено разработке программы смешанной реальности, которая предоставляет интерактивные инструкции и визуализации, помогающие операторам в процессе сборки. Также анализируются технические и организационные аспекты внедрения технологий смешанной реальности в производственные процессы. Результаты работы показывают значительный потенциал для улучшения качества и скорости сборки с помощью этих технологий.

**Ключевые слова:** Смешанная реальность, сборочные процессы, HoloLens 2, экструдер FDM, визуализация, эффективность.

#### ВВЕДЕНИЕ

Сборка машиностроительных изделий является критически важным процессом, от которого зависит функциональность и надежность конечных продуктов. Современные технологии смешанной реальности (MR) предлагают уникальные возможности для улучшения этих процессов. В данной работе исследуется применение технологий MR для повышения эффективности и точности сборки экструдера FDM 3D-принтера. Сборка сложных изделий, таких как экструдер FDM 3D-принтера, требует высокой точности и внимательности от оператора. Традиционные методы обучения, такие как бумажные инструкции и видеоматериалы, могут быть недостаточными для обеспечения точного выполнения всех шагов сборки. MR предоставляет интерактивные и наглядные методы обучения, которые помогают операторам лучше понять процесс сборки и снизить вероятность ошибок [1].

Очки HoloLens 2 представляют собой одно из самых передовых устройств для смешанной реальности на сегодняшний день. Они позволяют операторам видеть виртуальные инструкции и компоненты прямо на реальном оборудовании, что значительно улучшает восприятие и понимание процесса сборки. Возможность взаимодействия с виртуальными объектами через жесты и голосовые команды делает процесс более интуитивным и удобным для оператора.

В данной работе мы исследуем потенциал использования технологий MR для улучшения сборочных процессов в машиностроении на примере сборки экструдера FDM 3D-принтера. Мы разработали программу смешанной реальности, которая предоставляет интерактивные инструкции и визуализации, помогающие операторам в процессе сборки. Результаты нашего исследования показывают значительный потенциал для улучшения качества и скорости сборки с помощью этих технологий.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

Для повышения эффективности и точности сборки машиностроительных изделий был разработан инструмент смешанной реальности (MR). Этот инструмент предоставляет уникальную возможность для сборщиков работать в виртуальной среде, где они могут взаимодействовать с различными деталями и комбинировать их в реальном времени. Это существенно улучшает процесс обучения и подготовку сборщиков к реальной сборке. Проведенные эксперименты показали значительное улучшение эффективности сборки на начальных этапах. Анализ данных показал, что использование инструмента MR привело к увеличению эффективности сборки в 1,6 раза по сравнению с традиционными методами (рис. 1). Это достигается за счет более эффективного взаимодействия с деталями и возможности получения наглядной обратной связи о правильности сборки [2, 3].

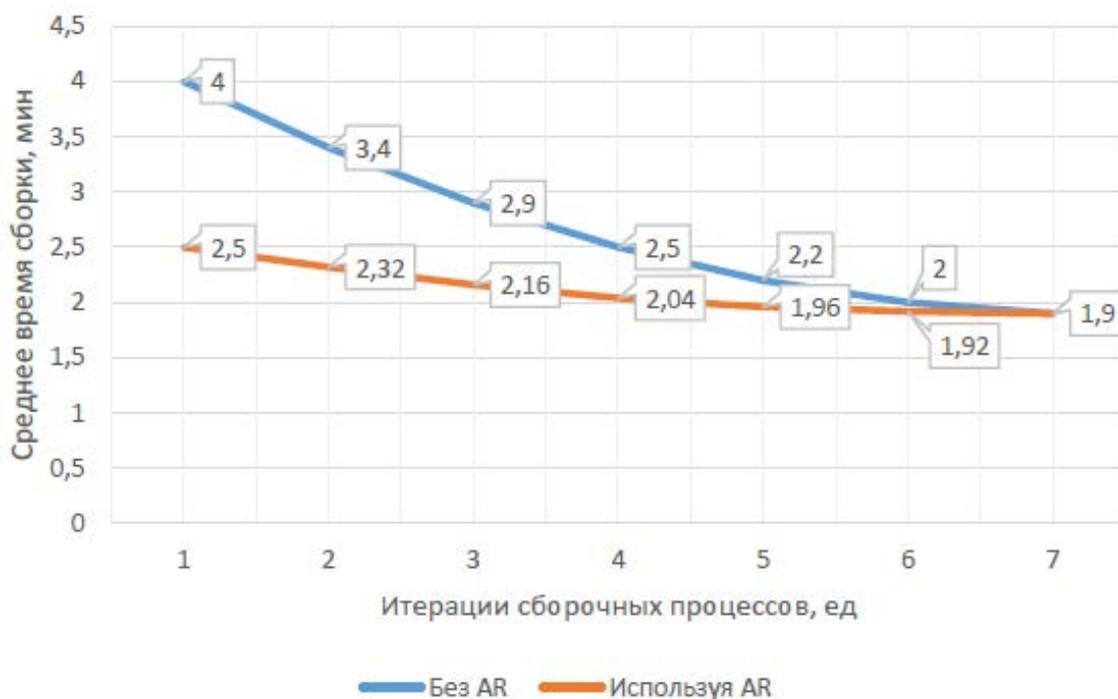


Рисунок 1. График времени сборки при различных подходах

Кроме того, проведенный опрос показал положительные отзывы от сборщиков о применении инструмента MR. Из 22 опрошенных сборщиков 18 человек отметили удобство использования инструмента (рис. 2). Это подтверждает эффективность инструмента и его применимость в реальных производственных условиях [4].

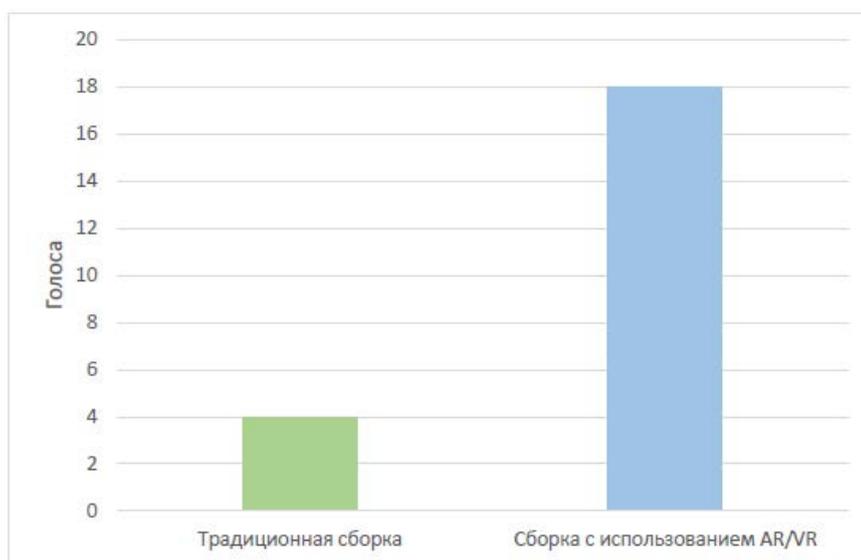


Рисунок 2. Гистограмма опроса участников эксперимента

Результаты исследований и экспериментов показывают значительный потенциал применения инструментов смешанной реальности (MR) в сборке машиностроительных изделий. Они позволяют сократить время и усилия, необходимые для обучения сборщиков и подготовки к сборке, а также повысить эффективность сборки на начальных этапах. Отзывы сборщиков подтверждают удобство использования инструмента и его положительное влияние на их работу.

Таким образом, инструменты MR представляют собой перспективное решение для повышения эффективности сборки машиностроительных изделий. Разработка демонстрирует значительные улучшения в сборке на начальных этапах и получила положительные отзывы от сборщиков. Дальнейшее развитие и применение инструментов MR в машиностроительном производстве обещает дополнительные преимущества и улучшение процесса сборки в целом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лим, А. А. Инновационные подходы в технологии сборки / А. А. Лим, И. В. Кудрявцев, А. А. Кутин // Оптические технологии, материалы и системы (Оптотех - 2023) : Сборник докладов Международной научно-технической конференции, Москва, 11–15 декабря 2023 года. – Москва: МИРЭА - Российский технологический университет, 2023. – С. 330-334.
- [2] Лим, А. А. Повышение эффективности сборки машиностроительных изделий с применением инструментов MR / А. А. Лим, А. А. Кутин // Перспективные материалы и технологии (ПМТ-2024) : Сборник докладов Международной научно-технической конференции ИПТИП РТУ МИРЭА, Москва, 12–16 апреля 2024 года. – Москва: МИРЭА - Российский технологический университет, 2024. – С. 216-219.
- [3] Лим, А. А. Разработка инструмента смешанной реальности для реализации процесса сопряжения поверхностей деталей при сборке / А. А. Лим, И. В. Кудрявцев, А. А. Кутин // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2024. – № 7. – С. 294-298.
- [4] Лим, А. А. Разработка инструмента дополненной реальности для визуальной поддержки сборочных процессов в машиностроении / А. А. Лим, А. А. Кутин, В. В. Пирогов // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2023. – № 10. – С. 435-440.

PERSPECTIVES OF MIXED REALITY TECHNOLOGIES IN ASSEMBLY PROCESSES: A CASE STUDY  
USING HoloLens 2

A.A. Lim, A.A. Kutin

MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russian Federation, [lim@mirea.ru](mailto:lim@mirea.ru)

Abstract: This work explores the potential of mixed reality technologies in assembly processes, using HoloLens 2 as an example. The focus is on the development of a mixed reality program that provides interactive instructions and visualizations to help operators assemble an FDM 3D printer extruder. The technical and organizational aspects of implementing mixed reality technologies in production processes are analyzed. The results show significant potential for improving the quality and speed of assembly using these technologies.

Keywords: Mixed reality, assembly processes, HoloLens 2, FDM extruder, visualization, efficiency.