

УДК 004.94:631

Разработка интерактивных сервисных приложений с использованием технологии дополненной реальности для технического обслуживания сельскохозяйственной техники

Гончаров Роман Дмитриевич^(*)

professor6666@gmail.com

SPIN-код: 9448-7941

ФГБОУ ВО Вавиловский университет, Саратов, Россия

Аннотация. Рассмотрено применение технологий дополненной реальности (AR) для создания интерактивных сервисных приложений, предназначенных для технического обслуживания сельскохозяйственной техники. Представлены основные этапы разработки и интеграции AR-приложения, позволяющего проводить диагностику и ремонтные работы с визуализацией элементов техники в реальном времени. Показаны преимущества использования AR в обучении техническому обслуживанию и повышении эффективности сервисных операций. Сделан вывод о перспективности использования AR в агротехнической сфере для снижения времени простоя оборудования и повышения квалификации персонала.

Ключевые слова: дополненная реальность, сельскохозяйственная техника, техническое обслуживание, интерактивные технологии, AR-приложение, цифровизация

Development of interactive service applications using augmented reality technology for agricultural machinery maintenance

Goncharov Roman Dmitrievich^(*)

professor6666@gmail.com

SPIN-code: 9448-7941

Vavilov University, Saratov, Russia

Abstract. The application of augmented reality (AR) technologies for creating interactive service applications intended for agricultural machinery maintenance is considered. The main stages of the development and integration of an AR application allowing diagnostics and repair works with real-time visualization of machinery components are presented. The advantages of using AR in maintenance training and improving the efficiency of service operations are demonstrated. A conclusion is drawn on the prospects of AR usage in agriculture for reducing equipment downtime and enhancing staff qualifications.

Keywords: augmented reality, agricultural machinery, maintenance, interactive technologies, AR-application, digitalization

Введение. Современное сельское хозяйство активно интегрирует цифровые технологии для повышения эффективности производственных процессов. Техническое обслуживание (ТО) сельскохозяйственной техники является од-

ним из ключевых направлений, где применение дополненной реальности (AR) открывает новые возможности. В условиях высокой сезонной загруженности и дефицита квалифицированного персонала, внедрение AR-приложений позволяет существенно сократить время диагностики, упростить проведение ремонта и обучения операторов.

В таблице перечислены как решения от производителей техники, так и примеры использования технологий AR в смежных задачах (производство, обучение). В агросекторе также доступны универсальные платформы удаленной помощи (например, PTC Chalk, Microsoft Remote Assist и др.), которые могут применяться сервисными службами для общения с механизаторами через AR-видео.

Существующие AR-решения для обслуживания сельскохозяйственной техники

Решение (приложение)	Разработчик	Функциональность	Устройства	Статус внедрения
Tractor Interactive Guide	CLAAS	AR-идентификация органов управления в кабине трактора с пояснениями и инструкциями по функциям	Смартфоны, планшеты (iOS, Android)	Коммерческое приложение, запущено с 2017 г.
AR-сервисные руководства (прототип)	John Deere	Интерактивные 3D-инструкции по ремонту и ТО сельхозтехники; Наложение схем и подсказок на реальную машину	AR-очки (HoloLens и аналоги), планшеты	Пилотный проект, внутреннее тестирование
AR-помощник для комбайна	CNH Industrial + UGent	Навигация оператора по узлам комбайна для технического обслуживания и устранения неисправностей с помощью наложенных AR-подсказок	Смартфон (камера + 3D-модель)	Прототип (НИОКР), испытания в 2023–2024 гг.
Smart Glasses Assembly (завод)	AGCO (Jackson, USA)	Использование очков дополненной реальности в сборочном цеху для обучения и контроля сборки (аналогично применимо для сервисных работ)	Носимые AR-очки (Google Glass)	Масштабное внедрение на заводе (с 2016 г.), подтверждена эффективность

Большинство коммерческих AR-приложений для сельского хозяйства разрабатывается под смартфоны и планшеты. Это обусловлено широкой доступностью мобильных устройств у фермеров. Благодаря этому становятся востребованными такие технологии, как Apple ARKit (для iOS) и Google ARCore (для Android), которые обеспечивают отслеживание окружения, распознавание плоскостей и объектов с использованием камеры. Например, приложение CLAAS использует камеру планшета для определения положения элементов управления в кабине [1]. Для профессионального технического обслуживания востребованы носимые устройства дополненной реальности. На предприятиях AGCO внедрили Google Glass, чтобы рабочие голосом вызывали нужные инструкции и делали фотоотчеты, избавившись от необходимости отвлекаться на бумажные схемы [2]. Анализ существующих AR-решений для обслуживания сельскохозяйственной техники представлен в таблице.

В свете указанных тенденций и успешных реализаций становится очевидной необходимость разработки специализированных решений в данной области. Целью данной работы является разработка и практическая реализация AR-приложения, предназначенного для интерактивного сопровождения процедур технического обслуживания тракторов. Основной задачей является оценка потенциала дополненной реальности для проведения визуализированного инструктажа, диагностики и процедур ремонта.

Материалы и методы. В ходе разработки в качестве основной платформы использовался игровой движок Unity [3], обеспечивающий высокую гибкость при создании продукта. В качестве инструментов интеграции технологий дополненной реальности применялись Vuforia [4] и AR Foundation, что обеспечило кроссплатформенную совместимость приложения. На рис. 1 показан интерфейс среды разработки Unity, используемой для создания AR-приложения, предназначенного для смарт-очков RealWear. В центральной части окна представлен экран пользовательского интерфейса приложения, отображающий цифровую инструкцию с иллюстрациями, таблицами и формами ввода данных. Это позволяет специалисту последовательно выполнять задачи в соответствии с техническими нормативами. Также в сцене видно размещение объектов и элементов управления, а справа — компоненты логики управления сценой и взаимодействием пользователя, написанные на C# (скрипты GlobalCommands, RecordingScr, InspectorCommentController и т. д.). Внизу размещены ресурсы проекта, демонстрирующие структуру используемых ассетов. Данная сцена иллюстрирует этап создания и тестирования функциональных элементов, которые впоследствии будут отображаться в смарт-очках RealWear, предоставляя пользователю голосоуправляемый и визуально ориентированный интерфейс.

Разработанное решение обеспечивает визуализацию элементов сельскохозяйственной техники (тракторов) и интерактивные инструкции по их техническому обслуживанию. Использовались технологии распознавания объектов, голосовые подсказки и чек-листы, позволяющие оператору после-

довательно выполнять диагностические и ремонтные процедуры [5]. Приложение разрабатывалось для работы на мобильных устройствах (смартфоны) и очках дополненной реальности RealWear и Epson Moverio, что позволяло специалистам по ТО выполнять работы без необходимости обращения к бумажной документации (рис. 2).

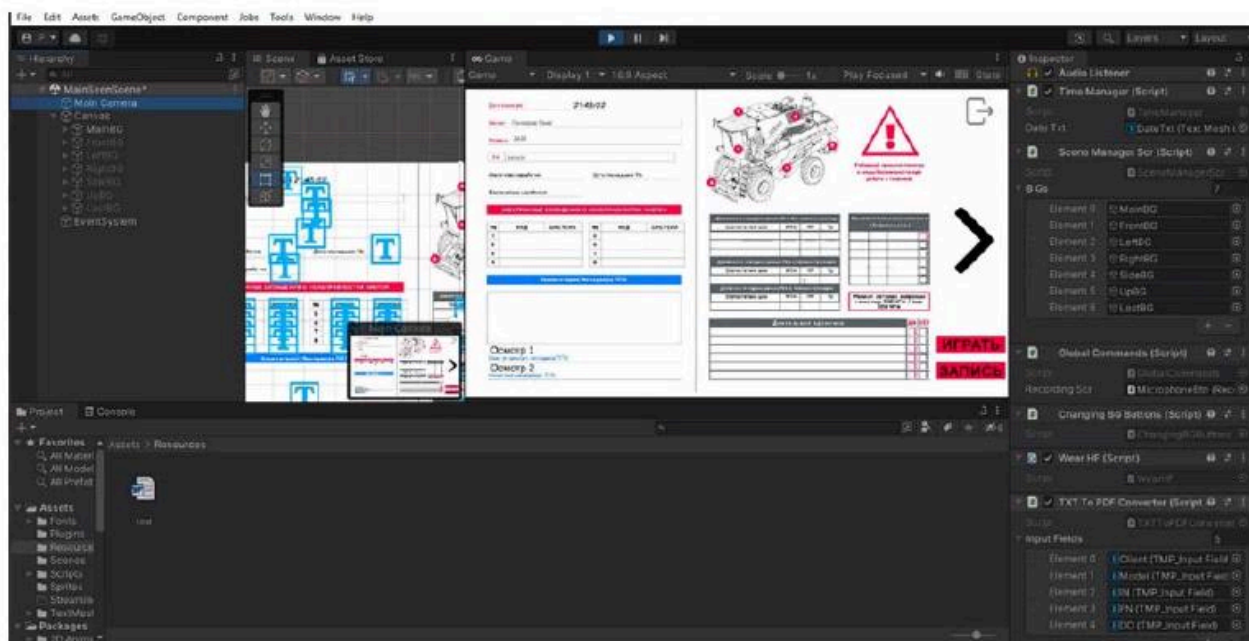


Рис. 1. Разработка приложения в игровом движке Unity

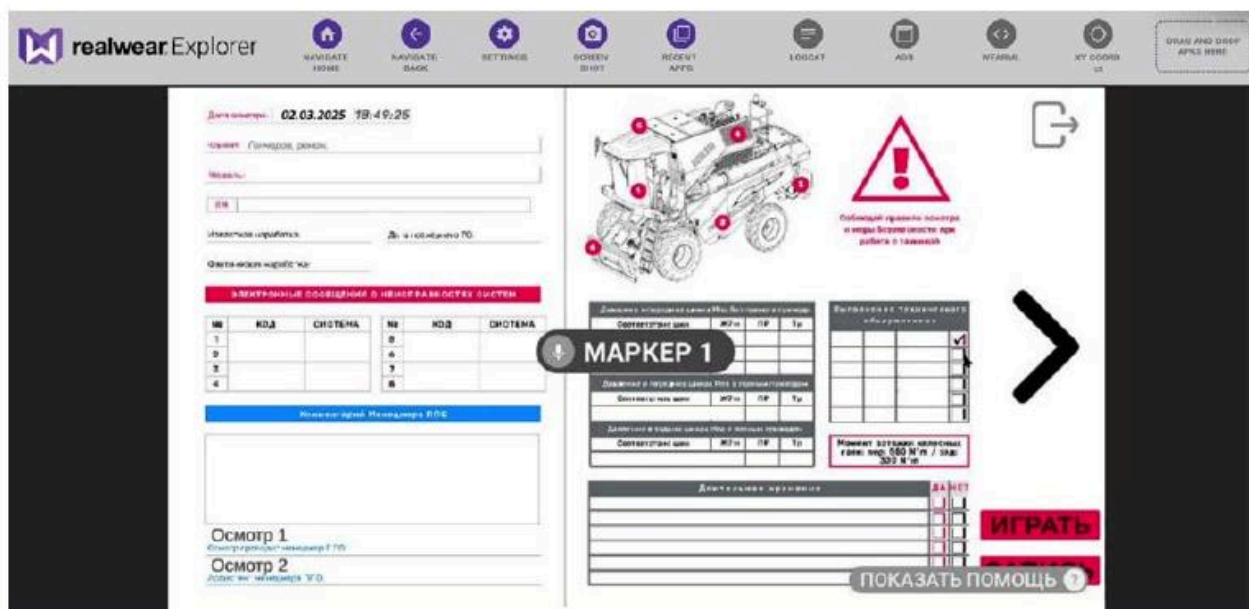


Рис. 2. Приложение для проведения обслуживания сельскохозяйственной техники

Результаты. Созданное приложение показало стабильную работу и высокую точность распознавания элементов техники на всех используемых устройствах. Внедрение AR-приложения привело к сокращению времени вы-

полнения технического обслуживания на 35–40 %. На рис. 3 представлен процесс технического обслуживания комбайна с использованием технологии дополненной реальности. Специалист выполняет проверку аккумуляторного отсека машины. Он использует смарт-очки RealWear HMT-1, позволяющие работать в режиме hands-free. На экране смарт-очков отображается цифровой интерфейс с пошаговой инструкцией, содержащей список операций, нормы и иллюстрации. Пользователь получает визуальные и текстовые подсказки, не отрываясь от рабочего процесса [6]. Такое решение обеспечивает оперативный доступ к необходимой информации, повышает точность выполнения операций и минимизирует риск ошибок.

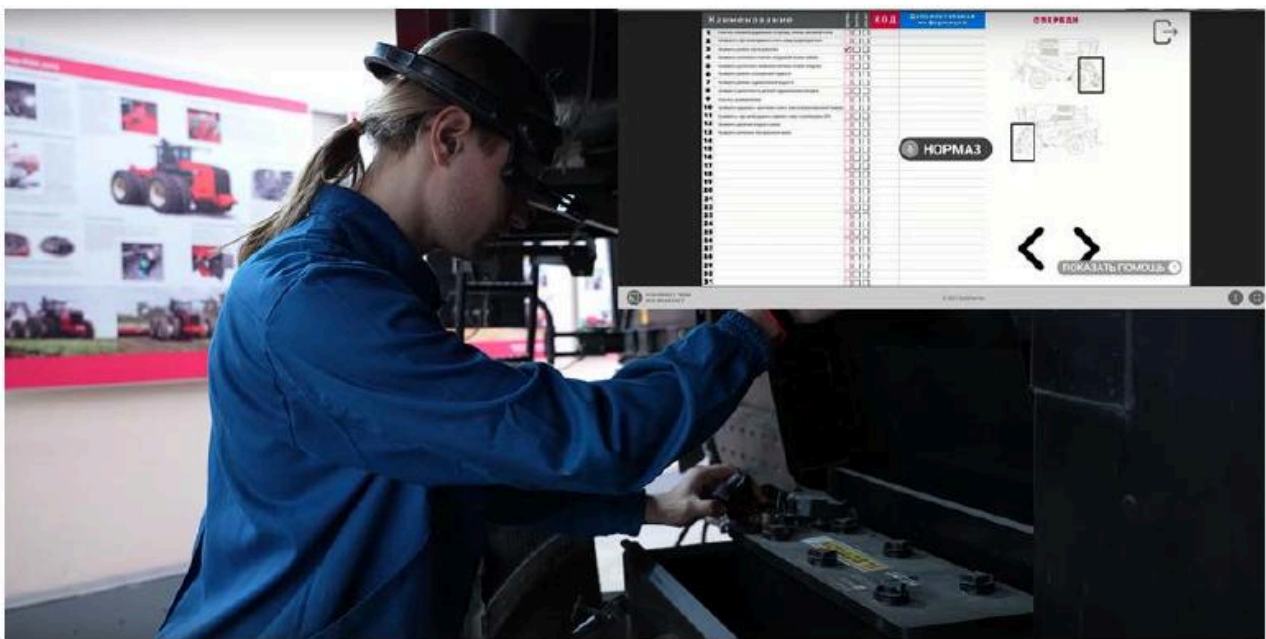


Рис. 3. Проведение обслуживания с использованием очков дополненной реальности

Согласно опросам, пользователи высоко оценили эффективность интерактивных голосовых подсказок и визуализацию узлов техники в формате 3D-инструкций. Кроме того, отмечено снижение количества ошибок при выполнении ремонтных процедур на 27 %.

Обсуждение полученных результатов. Анализ результатов подтвердил перспективность внедрения дополненной реальности в процессы технического обслуживания сельскохозяйственной техники. AR-технологии позволяют не только повысить эффективность работ, но и улучшить процесс обучения технических специалистов. Вместе с тем, необходимы дальнейшие исследования для повышения точности AR-трекинга и стабильности работы приложения в условиях недостаточного освещения и нестабильного интернет-соединения.

Заключение. Разработанное AR-приложение продемонстрировало успешное выполнение поставленных задач и подтвердило эффективность использования технологий дополненной реальности в агротехнической сфере.

Методика, основанная на создании цифровой базы данных, автоматизации выбора операций, интеграции визуальных подсказок и обучающих сценариев, позволяет повысить производительность и сократить издержки на обслуживание техники. Полученные результаты могут быть полезны для дальнейших разработок и широкомасштабного внедрения подобных решений в практику сельского хозяйства, а также для подготовки технических специалистов нового поколения.

Список источников

- [1] Tractor cab goes virtual. URL: <https://il.claas.com/news-testimonials/current/claas-news/tractor-cab-goes-virtual/1147024#:~:text=CLAAS%20is%20presenting%20an%20interactive,clear%20benefits%20for%20the%20customer> (дата обращения 02.04.2025).
- [2] AGCO Manufacturing Using Google Glass. URL: <https://thearea.org/ar-news/agco-manufacturing-using-google-glass/#:~:text=Gulick%20began%20to%20look%20into%20C2%A0using,page%20on%20their%20work%20orders> (дата обращения 04.04.2025).
- [3] Unity Official Documentation. URL: <https://docs.unity3d.com> (дата обращения 10.04.2024).
- [4] Vuforia Engine Developer Portal. URL: <https://developer.vuforia.com> (дата обращения 12.04.2024).
- [5] Шишурин С.А., Гончаров Р.Д., Исаев А.Д. Разработка универсальных карт возможных неисправностей сельскохозяйственной техники с применением дополненной реальности. *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*, 2023, № 4 (40), с. 49–54.
- [6] Рыбалкин Д.А., Гончаров Р.Д., Кабанов О.В. Приложение дополненной реальности (Ar) к тренажерному комплексу управления тракторной техникой и сельскохозяйственными агрегатами. *Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях. VIII Международ. науч.-практ. конф.: матер.* Саратов, ООО «Амирит», 2021, с. 463–467.