

Научная статья

УДК 631.173

EDN XWVFQB

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0480-0-395-401>

**Технологии дополненной реальности
в техническом сервисе сельскохозяйственных машин**

Иван Анатольевич Уско¹, соискатель

Алексей Александрович Долгушин², доктор технических наук, доцент

^{1, 2} Новосибирский государственный аграрный университет

Новосибирская область, Новосибирск, Россия, xxxandryukha36@gmail.com

Аннотация. В статье представлен анализ использования технологий дополненной реальности (AR) в техническом обслуживании сельскохозяйственной техники. Проведен обзор отечественного и зарубежного опыта внедрения AR-технологий. Определены перспективные направления дальнейших исследований в цифровой трансформации агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: цифровая трансформация, дополненная реальность, AR-технологии, техническое обслуживание, сельскохозяйственные машины

Для цитирования: Уско И. А., Долгушин А. А. Технологии дополненной реальности в техническом сервисе сельскохозяйственных машин // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 16–17 апреля 2025 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 395–401.

Original article

**Augmented reality technologies
in the technical service of agricultural machinery**

Ivan A. Usko¹, Degree Seeker

Alexey A. Dolgushin², Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

^{1, 2} Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk region, Novosibirsk, Russia

xxxandryukha36@gmail.com

Abstract. The article presents an analysis of the use of augmented reality (AR) technologies in the maintenance of agricultural machinery. A review of domestic and foreign experience in the implementation of AR technologies is conducted. Promising areas of further research in the digital transformation of the agro-industrial complex have been identified.

Keywords: digital transformation, augmented reality, AR technology, maintenance, agricultural machinery

For citation: Usko I. A., Dolgushin A. A. Augmented reality technologies in the technical service of agricultural machinery. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 395–401), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

В условиях стремительного развития агропромышленного комплекса и активного внедрения цифровых технологий актуальность повышения эффективности технического обслуживания сельскохозяйственной техники приобретает стратегическое значение. В России наблюдается значительное разнообразие сельскохозяйственных машин, представленных широким ассортиментом, что обусловлено различными конструктивными особенностями и спецификой применения оборудования. Одновременно с каждым годом технология производства сельскохозяйственной техники усложняется, что требует от специалистов глубоких знаний и высокой квалификации для обеспечения качественного технического обслуживания.

Так, обоснованием выбора темы данного исследования служат два ключевых тезиса: во-первых, наличие на предприятиях АПК преимущественно обширного и разномарочного парка техники, требующего адаптивного подхода к ее обслуживанию; во-вторых, тенденция к возрастающей сложности оборудования, что диктует необходимость внедрения современных цифровых решений в процессы технического сервиса. В этой связи технологии дополненной реальности представляют собой перспективное направление, позволяющее интегрировать цифровые инструменты в систему обслуживания и ремонта, автоматизировать обработку технической документации, отчетности и обеспечить оперативное взаимодействие между специалистами.

Согласно модели смешанной реальности, предложенной в 1991 г., AR представляет собой интеграцию виртуальных объектов в поле зрения человека [1]. В работе Т. Коделла и Д. Мизелла впервые был обозначен сам термин Augmented

Reality (дополненная реальность), разработаны промышленные очки дополненной реальности, а также программное обеспечение, которое значительно повысило интенсивность проведения работ на заводах Boeing [2]. Разработка современного программного обеспечения для устройств дополненной реальности стала логичным продолжением этих исследований и легла в основу последующих решений, обозреваемых в данной работе.

В диссертационном исследовании, проведенном в Саратовском государственном аграрном университете имени Н. И. Вавилова, рассматривается разработка и применение технологии дополненной реальности для обслуживания тракторов [3]. Использование этой технологии показало возможность сокращения времени, затрачиваемого на обслуживание тракторного парка. Было разработано программное обеспечение «AgroSGAU», которое по результатам эмпирического исследования позволило сократить до 12 % времени, затрачиваемого на проведение ежесменного технического обслуживания, и 14,9 % – на проведение ТО-1 машинно-тракторного парка [3]. Таким образом, выявлено, что применение технологий дополненной реальности на производстве ведет к увеличению интенсивности проведения операций по техническому сервису сельскохозяйственных машин.

В настоящее время в России представлена компания ITorumMR, которая разработала одноименную платформу, предназначенную для повышения эффективности технического обслуживания за счет интеграции AR-технологий в процессы технического обслуживания, ремонта и диагностики [4]. Основным функционалом платформы является организация двусторонней видеосвязи между оператором, использующим AR-устройство, и удаленным экспертом, что обеспечивает оперативную диагностику неисправностей и передачу технических данных в режиме реального времени. Дополнительно система поддерживает передачу графических материалов, обучающих видео и

чертежей непосредственно на устройство оператора. Применение данного решения способствует сокращению времени ремонта и повышению точности выполнения сервисных операций за счет мгновенной обратной связи и возможности удаленного контроля качества работ [4].

Помимо прочего, в 2025 г. компания представила платформу Edwise, направленную на обучение персонала. Такая разработка позволяет создавать интерактивные обучающие материалы, проводить аттестацию сотрудников на стационарных и мобильных устройствах (в том числе промышленных AR-очках) и, помимо прочего, она использует языковую модель искусственного интеллекта как ассистента по обучающему материалу для тестируемого [5].

Стоит отметить, что за рубежом технология дополненной реальности представлена гораздо более широким предложением на рынке, а также количеством проводимых исследований. Так, платформа Vuforia Engine, разработанная компанией PTC, представляет собой комплексное AR-решение, используемое в промышленности для создания интегрированных систем дополненной реальности [6]. Основанная на современных алгоритмах компьютерного зрения, она обеспечивает распознавание изображений, объектов и поверхностей в реальном времени, что позволяет регистрировать виртуальные элементы в динамическом рабочем пространстве.

Основные функциональные возможности платформы включают поддержку как маркерного, так и немаркерного методов распознавания, расширенное отслеживание (Extended Tracking) и стабильную регистрацию виртуального контента даже при перемещении объекта или изменении условий освещения. Программное обеспечение позволяет автоматически импортировать данные из CAD-систем. Разработчики также добавили возможность интеграции с IoT-решениями (например, ThingWorx), что обеспечивает обмен данными между физическими устройствами и виртуальными моделями. Это позволяет реализовывать системы предиктивного обслуживания и удаленной

диагностики в реальном времени. В составе экосистемы Vuforia также присутствует Vuforia Studio – среда разработки AR-приложений, что значительно влияет на развитие технологии.

По аналогии с российской Edwise, американская платформа XRMentor, разработанная компанией Design Interactive, представляет собой решение, ориентированное на повышение квалификации специалистов посредством дистанционного обучения и практического моделирования [7]. Платформа включает несколько модулей:

ClassroomXR, обеспечивающий проведение трансляций с демонстрацией практических навыков в реальном времени и организацию интерактивного обучения;

LessonsXR, способствующий самостоятельному освоению профессиональных навыков посредством выполнения заданий с возможностью записи и последующего анализа;

Web Platform, предоставляющий инструментарий для создания, распространения и контроля обучающего контента для AR-устройств.

Эффективность XRMentor подтверждается ее успешным применением в аэрокосмической, оборонной, автомобильной, строительной и энергетической отраслях, где AR-технологии способствуют ускорению обучения и повышению точности выполнения технологических операций.

Среди прочих, компания Bosch одна из первых разработала интегрированное AR-решение для технического обслуживания автомобилей, предусматривающее использование очков дополненной реальности для отображения цифровых данных непосредственно в рабочем поле зрения специалиста [8]. Система обеспечивает синхронное взаимодействие между диагностическими модулями и AR-устройствами, что позволяет в реальном времени идентифицировать неисправности и корректировать процесс ремонта и диагностики.

Экспериментальные исследования компании демонстрируют, что применение данной технологии позволяет сократить время проведения работ до 35 % по сравнению с традиционными методами, основанными на использовании технических схем, операционных карт, чек-листов и других документов на бумажных носителях [8]. Такое решение подтверждает высокую эффективность AR-технологий в оптимизации процесса технического сервиса машин; служит аргументом в пользу их дальнейшего внедрения в условиях стремительного усложнения разномарочного парка сельскохозяйственных машин.

Заключение. AR-технологии демонстрируют существенный потенциал для сокращения времени диагностики и ремонта, что подтверждается данными исследований и повышенным интересом производителей к данной технологии. Внедрение таких систем на производстве позволит повысить интенсивность и качество технического обслуживания, снизить трудозатраты и увеличить эффективность эксплуатации техники в условиях растущей сложности оборудования. При этом, несмотря на положительный зарубежный опыт, применение подобных решений в российском агропромышленном комплексе остается на начальной стадии развития.

Интеграция AR-технологий в процессы технического обслуживания сельскохозяйственной техники представляет собой важный шаг в цифровой трансформации агропромышленного комплекса, требующий дальнейших исследований и разработки отечественного программного обеспечения.

Список источников

1. Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays // IEICE Transactions on Information and Systems. 1994. Vol. 77. No. 12. P. 1321–1329.
2. Thomas P. C., David W. M. Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes // Hawaii International Conference on System Sciences. ACM SIGCHI Bulletin, 1992.
3. Гончаров Р. Д. Совершенствование технического сервиса мобильных энергетических средств в АПК на основе цифровых решений : дисс. ... канд. техн. наук. Саратов, 2023. 145 с.

4. Itorum MR – платформа совместной работы с техническим оборудованием // Itorum MR. URL: <https://itorummr.ru/> (дата обращения: 13.02.2025).
5. Edwise – платформа создания и прохождения обучающих курсов // Itorum MR. URL: <https://create.itorummr.com/> (дата обращения: 13.02.2025).
6. PTC Vuforia : [сайт]. URL: <https://www.ptc.com> (дата обращения: 13.02.2025).
7. XR Mentor : [сайт]. URL: <https://xrmentor.net> (дата обращения: 14.02.2025).
8. Oliveira J. R. Insight about the use of AR and VR for trainees: The case of Bosch Company // Managerial challenges and social impacts of virtual and augmented reality. IGI Global, 2020. P. 178–192.

References

1. Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE Transactions on Information and Systems, 1994;77;12:1321–1329.
2. Thomas P. C., David W. M. Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. Proceedings from Hawaii International Conference on System Sciences. ACM SIGCHI Bulletin, 1992.
3. Goncharov R. D. Improving the technical service of mobile energy facilities in agriculture based on digital solutions. *Candidate's thesis*. Saratov, 2023, 145 p. (in Russ.).
4. Itorum MR – a platform for collaboration with technical equipment. *Itorummr.ru* Retrieved from <https://itorummr.ru/> (Accessed 13 February 2025) (in Russ.).
5. Edwise – a platform for creating and completing training courses. *Itorummr.ru* Retrieved from <https://create.itorummr.com> (Accessed 13 February 2025) (in Russ.).
6. PTC Vuforia. *Ptc.com* Retrieved from <https://www.ptc.com> (Accessed 13 February 2025).
7. XR Mentor. *Xrmentor.net* Retrieved from <https://xrmentor.net> (Accessed 14 February 2025).
8. Oliveira J. R. Insight about the use of AR and VR for trainees: The case of Bosch Company. In.: Managerial challenges and social impacts of virtual and augmented reality, IGI Global, 2020, P. 178–192.

© Уско И. А., Долгушин А. А., 2025

Статья поступила в редакцию 03.04.2025; одобрена после рецензирования 12.05.2025; принята к публикации 22.07.2025.

The article was submitted 03.04.2025; approved after reviewing 12.05.2025; accepted for publication 22.07.2025.