

*Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития
Материалы всероссийской научно-практической конференции*

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 значительным образом 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.

Механизация, электрификация и транспортные технологии в АПК: ресурсосбережение, инновации, практика

Экспериментальные исследования компаний 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. XRMentor : [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. XRMentor. *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.