



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА

УДК 338.364

DOI: 10.52190/2073-2597_2021_1_3

ОБЗОР ПРИМЕНИМОСТИ ПОПУЛЯРНЫХ ПЛАТФОРМ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ЗАДАЧ СОВРЕМЕННОГО ДИСКРЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

М. А. Пирогова, канд. техн. наук; И. Е. Лешихина, канд. техн. наук
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет
«Московский энергетический институт», Москва, Россия

В. А. Краюшкин, канд. техн. наук
ООО «Продуктивные технологические системы», Москва, Россия

Рассмотрены возможности применения технологии дополненной реальности для промышленного производства. Дан сравнительный анализ индустриальной применимости платформ AR-разработки.

Ключевые слова: дополненная реальность, платформа разработки приложений дополненной реальности, промышленный Интернет вещей.

Внедрение технологий цифровой трансформации для современного дискретного производства и распространение цифровых информационных потоков для сопровождения, технического обслуживания результатов такого производства — один из самых важных аспектов эффективной модернизации экономики. Когда речь заходит о цифровой трансформации по отношению к дискретному производству, производству современных высокотехнологичных сложных подключаемых к сетевому обмену данными изделий (smart things, "интеллектуальных подключаемых изделий"), обычно принято говорить о выстраивании бизнес-процессов во всей цепочке проектирование—производство—передача заказчику—эксплуатационное сопровождение—сервисное обслуживание в технологиях промышленного Интернета вещей (IIoT) и/или в технологиях Индустрии-4.0. Принципиальное отличие информационного сопровождения в технологиях IIoT по сравнению с классическими системами документооборота и информационного сопровождения бизнес-процессов состоит в том, что в терминах Индустрии-4.0 информационные потоки, обеспечивающие эффективное выполнение всех бизнес-процессов на протяжении всех этапов жизненного цикла изделия, рассматриваются как еди-

ное информационное целое (так называемые цифровые нити жизненного цикла изделия). Одна из важных составляющих цифровых нитей в IIoT — техника представления визуальной дополнительной информации в виде дополненной реальности. Таким образом, при выполнении цифровой трансформации всех бизнес-процессов для современного дискретного производства одной из важных задач является правильный выбор инструментальных средств разработки таких приложений дополненной реальности для различных этапов жизненного цикла изделий, которые наилучшим образом интегрируют в общую структуру IIoT-проекта, обладают универсальностью по отношению к различным информационным задачам на разных этапах жизненного цикла изделия.

Задача авторов данной работы — дать краткий, но полноценный обзор актуальных программных систем и платформ дополненной реальности, которые можно считать приемлемыми для цифровой трансформации производства, позиционируемых именно как ПО для разработки приложений дополненной реальности под задачи IIoT, для которых можно предложить набор критериев для объективного сравнения.

Рынок AR-систем для промышленного применения

В [1] авторы данной работы пытались дать краткий обзор рынка платформ разработки приложений дополненной реальности для промышленного применения. Однако рынок ПО для IIoT меняется довольно активно и динамика этого процесса не снижается. В результате выводы, сделанные в [1], устарели и необходим новый обзор.

Рассмотрим рынок ПО по созданию контента дополненной реальности для Индустрии-4.0/IIoT 2019—2020 гг. К наиболее часто применяемым в промышленности (в машиностроении и сопровождении изделий машиностроения) платформам и программным средам дополненной реальности относятся следующие (перечислены в алфавитном порядке): Daqri, Diota, RE’FLEKT, Ubimax; Upskill, Unity, Vuforia Studio, Waking App, Wikitude.

Набор применимых в индустриальных AR-проектах систем и платформ приведенным списком не ограничивается, но подавляющее большинство успешных AR-проектов выполняли и выполняют именно в этих системах.

Частота появления отзывов об успешных реальных AR-проектах того или иного "имени" из приведенного списка зависит от тех начальных условий, которые устанавливались отраслевым заказчиком приложения дополненной реальности. Если попытаться классифицировать условия применения AR-проектов для задач Индустрии 4.0, то четко определились четыре направления, специфицирующие разработку приложений дополненной реальности:

- общецелевые приложения дополненной реальности со слабой структурой и специализацией, отображающей специфику конкретных бизнес-процессов или структуру рабочих мест предприятий заказчика, но с богатыми возможностями по разработке объектной составляющей дополненной реальности и широким набором инструментальных средств объектно-ориентированного программирования. Назовем это направление универсальным;
- приложения в технике 3D Mixed reality, в которых активно используют дополненную реальность с привязкой к конкретным бизнес-процессам и с возможностью отображения приложений на инфраструктуру рабочего места, сводящие к минимуму дополнительные работы по низкоуровневому объектно-ориентированному программированию;
- приложения в технике 2D Assisted Reality, в которых дополненная реальность представлена в виде 2D информационных объектов с возможной привязкой к пошаговому выполнению бизнес-процессов;
- приложения дополненной реальности, которые разрабатывают с максимальным использованием особенностей конкретных устройств конечного пользователя — "проприетарные"

приложения дополненной реальности по отношению к аппаратной части AR-приложения промышленного применения.

Эти четыре группы не являются строго определяемыми, границы между ними достаточно размыты, однако в том, что касается выбора той или иной системы/платформы разработки AR-приложений, такая классификация оказывается полезной и показывает, какие из представленных на рынке систем выходят на лидерские позиции в той или иной группе и почему.

Группа "универсальные" платформы AR. В этой группе однозначно лидируют Unity, Waking App и Wikitude. Кроме того, сюда же ранее относили системы разработки приложений Amazon Sumerian и Unreal. Однако за последние три-пять кварталов активность именно индустриального применения первых трех систем, особенно Unity в связке с Vuforia Engine, снизила востребованность Amazon Sumerian и Unreal для применения их в качестве универсальных.

Группа 3D Mixed Reality. В этой группе — группе уже платформ, а не программных сред дополненной реальности — лидеры RE’FLEKT и Vuforia Studio. В популярной технической периодике по AR в качестве успешных конкурентов ранее рассматривались также Scope AR, CN2, JoinPad и VISCOPIK, однако получение и выполнение крупных промышленных AR-контрактов под управлением RE’FLEKT и Vuforia Studio способствовало укреплению однозначного лидерства последних в этой группе.

Группа "2D Assisted Reality". В этой группе лидерство определяется уже не так однозначно, однако можно выделить компании, предлагающие наиболее законченные методики создания проектов промышленного применения. К лидерам в группе 2D Assisted Reality относятся Ubimax, Upskill и Vuforia Studio, а также Dozuki, ProCeedIx, ATHEER, VKS, но первые три системы в отличие от второй четверки обеспечивают, кроме применения на широком ассортименте AR-устройств, еще и возможность интеграции с корпоративными системами класса FSM и ERP.

Группа "проприетарная AR". В этой группе лидерство систем программного обеспечения существенно зависит от востребованности промышленностью того или иного аппаратного обеспечения (как правило, носимых устройств дополненной реальности, "очков AR"). ПО в этой группе — это просто встроенное ПО для применяемых очков. Здесь успех использования тем выше, чем точнее подогнано ПО, чем "глубже" оно встроено в ПО соответствующего аппаратного обеспечения. В последнее время в качестве эталонов промышленных программируемых очков дополненной реальности фигурирует носимое устройство DAQRI, а в качестве проектора дополненной реальности на рабочую операционную зону — DIOTA. Присутствие на рынке других известных проприетарных

AR-решений, таких, как Light Guide Systems, TULIP или от Projection Worx, существенно снизилось.

Для уточнения сравнений выявленных лидеров платформ дополненной реальности по сопоставимым характеристикам AR-приложений обратимся к табличному представлению, в котором параметры сравнения разделены по типовым группам:

- наличие средств разработки AR-приложений;
- наличие средств распознавания и отслеживания;
- средства для интеграции AR-приложений и третьесторонних программных систем;

- совместимость разработки с оконечными устройствами пользователей.

Исходные данные получены авторами:

- путем активного участия в программах AR for Enterprise Alliance (AREA) [2];
- в результате обзора публикаций в проблемно-ориентированных сетевых изданиях;
- за счет непосредственного изучения некоторых из представленных платформ и примеров их промышленного использования;
- в результате участия в форумах и дискуссионных площадках по промышленному применению технологий AR [3, 4].

Результаты сравнительного анализа платформ AR приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты сравнительного анализа платформ AR

Показатель	Платформа	Vuforia Studio	RE'FLEKT	Upskill	Ubimax	Diota	Daqri	WakingApp	Wikitude	Unity
	Тип	3D Mixed	3D Mixed	2D Assisted	2D Assisted	Проприетарная	Проприетарная	Универсальная	Универсальная	Универсальная
Разработка	Поддержка 3D САПР	" + "	" + "	" - "	" - "	" ° "	" - "	" - "	" - "	" ° "
	Поддержка Multi-Media	" + "	" + "	" + "	" + "	" + "	" + "	" + "	" + "	" + "
	2D Пользовательский интерфейс	" + "	" - "	" + "	" + "	" - "	" + "	" - "	" - "	" + "
	3D Редактор AR сцены	" + "	" + "	" - "	" - "	" + "	" - "	" + "	" + "	" + "
	3D Анимация	" + "	" + "	" - "	" - "	" + "	" ° "	" ° "	" - "	" ° "
Таргетинг и треккинг	По метке	" + "	" - "	" - "	" - "	" - "	" - "	" - "	" + "	" + "
	По изображению	" + "	" + "	" - "	" - "	" ° "	" ° "	" + "	" + "	" + "
	С привязкой к горизонтальной поверхности	" + "	" - "	" - "	" - "		" - "	" - "	" + "	" + "
	С распознаванием по 3D-модели	" + "	" + "	" - "	" - "		" - "	" - "	" - "	" + "
	С распознаванием самого объекта	" - "	" - "	" - "	" - "	" - "	" ° "	" - "	" + "	" + "
Интеграция	Back End Integration	" + "	" ° "	" + "	" + "	" + "	" + "	" - "	" - "	" - "
	Интеграция с IoT/IIoT	" + "	" ° "	" ° "	" ° "	" + "	" + "	" - "	" - "	" - "
	Связь с удаленным экспертом	" ° "	" + "	" + "	" + "	" - "	" + "	" - "	" - "	" - "
Совместимость	Смартфоны/планшеты	" + "	" + "	" + "	" + "	" ° "	" - "	" + "	" + "	" + "
	Монокуляры (Assisted)	" + "	" - "	" + "	" + "	" - "	" - "	" - "	" + "	" + "
	Наголовные носимые устройства HMD (3D Mixed)	" + "	" + "	" ° "	" ° "	" + "	" ° "	" - "	" - "	" + "
	Расширения	" + "	" - "	" + "	" - "	" - "	" - "	" + "	" + "	" + "

Примечание. "+" — есть; "°" — частично; "-" — нет сведений о промышленном применении.

Если судить о применимости рассматриваемых платформ-лидеров, то ко второй половине 2020 г. у авторов накопилось множество сведений о той или иной степени успешности применения разработок на рассматриваемых платформах в тех или

иных отраслях промышленности. Сводные данные, отражающие присутствие разработанных на рассматриваемых платформах AR-решений и качество охвата этими решениями бизнес-процессов производства, сведены в единую таблицу (табл. 2).

Таблица 2

Присутствие разработанных на рассматриваемых платформах AR-решений и качество охвата или бизнес-процессов

Платформы / Отрасли	REFLEKT*	Yuforia	Upskill	Ubimax	Diota	WakingApp	Wikitude	Unity
Машиностроение	Trumpl, Leybold Seepex, Siemens	Caterpillar, Howden	Honeywell, GE, Schneider Electric, Trumpl	John Deere, Saint-Gobain, Siemens	ABB, Alr Liqueur	Siemens, Erudito		General Purpose
Автомобилестроение	Daimler, Jaguar, Audi, BMW, Hyundai, Land Rover, Mercedes, Porsche, VW	Toyota, VW, KTM, Cannondale, E-GO, BAE Systems	Toyota	Audi, BMW, Daimler, Opel, VW	Renault Trucks, Daimler, PSA Group, VW, Opel		Porsche	
Авиастроение и оборонная промышленность		Boeing, Airbus, Cirrus	Boeing, GE, Lockheed Martin, Rolls Royce	Embraer	Airbus, Safran, Dassault Aviation, Sonaca, AirFrance			
Электроника		Epson, Phillips	Dell	Intel, Samsung				
ТНП		Unilever, Hoegarden	Coca Cola	Unilever				
Логистика		DPD	Ryder	DHL, Syncreon, BLG Logisffcs				
Энергетика и нефтепереработка	Trinasolar		Baker-Hughes, GE Energy	BD, Cleanergy	SAFRAN, Total			
Продажи			Unnamed	Penny Market			Roomle, Zalando	
Телекоммуникация и связь			Telstra	Vodafone				
Медицинское оборудование	Getinge			IQMedworks				
Фармацевтика	BASF			BASF				
Транспорт	Hyperloop				Axis 3D			

	— активное использование
	— частичное использование
	— фрагментарное использование

В приводимых материалах совершенно не отражена роль отечественных IT-компаний в разработке AR-приложений для промышленности. Дело в том, что задача эффективной и современной разработки AR-приложений для российской экономики сильно диспергирована: с одной стороны, стратегическое внедрение промышленных AR-решений по силам только крупным компаниям, которые ориентируются на мировой опыт использования AR, а с другой — для такой постановки задачи слаб отечественный рынок AR-разработчиков, особенно использующих отечественный же софт (для оборонных отраслей машиностроения задача импортозамещения не просто актуальна, а обязательна). Технология дополненной реальности и технология виртуальной реальности признаны в рамках программы "Цифровая экономика Российской Федерации" сквозными технологиями, что означает, что они оказывают наиболее существенное влияние на развитие рынков наряду с искусственным интеллектом и робототехникой, которые получили такой же статус. Это, в свою очередь, означает, что в отечественных условиях внедрения цифровой трансформации экономики технологии AR пока не обрели статус самостоятельных, не рассматриваются вне связки AR—VR, практически пуст рынок отечественных вендоров AR-платформ. Если обратиться к самым свежим материалам Ассоциации дополненной и виртуальной реальности России и СНГ (AVRA) — площадки, на которой отмечены как самые перспективные заказчики современных технологий из промышленности, так и передовые отечественные вендоры AR—VR-решений [3], то карта ARVR (не отдельно, а все еще "вместе") российского рынка еще только будет составлена. Сбор анкет от компаний, желающих войти в эту карту, закончился (16 октября

2020 г.), и готовности более-менее достоверного индустриального ландшафта AR/VR отечественных вендоров вряд ли стоит ожидать до 2021 г., хотя прототип, как обещано, должен был быть представлен 23 ноября 2020 г. на открытии AVRA Days 2020 (в онлайн формате) [4]. Видимо, на этом форуме будет, наконец, сформировано отечественное представление об AR-технологиях как отдельном технологическом направлении, более относящемся к IoT, чем к VR.

Заключение

Представлен обзор передовых AR-платформ и систем разработки актуальных приложений дополненной реальности, предъявленных на IT-рынке. Состоятельность обзора подтверждается соответствующими примерами применения разработанных на указанных платформах решений в реальных отраслевых секторах экономики.

Литература

1. Краюшкин В. А., Лешихина И. Е., Пирогова М. А. Дополненная реальность: возможности применения для поддержки полного жизненного цикла изделия // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2017. № 1. С. 16—25.
2. AUGMENTED REALITY FOR ENTERPRISE ALLIANCE — AR Reviews [Электронный ресурс]. URL: <https://thearea.org/area-resources/ar-reviews/> (дата обращения: 24.10.2020).
3. Почему AR для промышленности перспективнее, чем VR? Ключевые выводы исследования с участием 50 компаний [Электронный ресурс]. URL: <https://4industry.ru/ar-vr-for-industry-2019> (дата обращения: 24.10.2020).
4. Карта AR/VR-рынка: свод и классификация компаний-разработчиков, создающих продукты с AR/VR/MR/360-технологиями и технологические решения [Электронный ресурс]. URL: <https://avradays.com/map> (дата обращения: 24.10.2020).

AN OVERVIEW OF THE APPLICABILITY OF POPULAR AUGMENTED REALITY PLATFORMS FOR THE TASKS OF MODERN DISCRETE MANUFACTURING

M. A. Pirogova, I. E. Leshikhina

National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Moscow, Russia

V. A. Krayushkin

LLC PTS, Moscow, Russia

The article discusses the possibilities of using augmented reality technology for industrial production, provides a comparative analysis of the industrial applicability of AR development platforms.

Keywords: augmented reality, AR-development platforms, industrial internet of things.

Пирогова Марина Аркадьевна, доцент.

E-mail: PirogovaMA@mpei.ru

Лешихина Ирина Евгеньевна, доцент.

E-mail: liy56@mail.ru

Краюшкин Владимир Анатольевич, руководитель проектов.

E-mail: vkray@pts-russia.com

Статья поступила в редакцию 26 октября 2020 г.