

*Девярых В.К., Лозинская А.М.*

## АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ

### **Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы применения технологий дополненной реальности в современном образовательном процессе средней школы. Обсуждаются перспективные возможности использования элементов дополненной реальности для повышения учебной мотивации, мультимедийности, интерактивности и продуктивности процесса обучения школьников. Приводится сравнительный анализ программного обеспечения для создания приложений дополненной реальности.

**Ключевые слова:** дополненная реальность, виртуальные объекты, реальные объекты, мобильные приложения, школьники, учебная мотивация, общеобразовательные учебные заведения, технологии обучения.

*Devyatikh V.K., Lozinskaya A.M.*

## ANALYSIS OF AUGMENTED REALITY SOFTWARE AIMED AT THE DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL APPLICATIONS

### **Abstract**

This paper aims to analyze the existing frameworks that may allow the development of educational solutions using mobile augmented reality resources. Examples of augmented reality for professional education, self-education, training of children are given. As a result of this research, several software development kit for mobile devices were discovered and discussed, three were selected to be using in future research.

**Keywords:** augmented reality, virtual objects, real objects, mobile applications, schoolchildren, educational motivation, general educational institutions, learning technologies.

Технологии дополненной реальности (Augmented Reality, AR-технологии) основываются на механизме наложения виртуального объекта (графики, текста, аудио, видео и др.) на реальный объект окружающего мира в реальном времени. Дополненная реальность вносит в восприятие человеком существующего физического мира отдельные искусственные элементы, взаимодействие с которыми основывается на природных законах (гравитации, механики и др.).

В 70-х годах XX века профессор Гарвардского университета А. Сазерленд со своими студентами впервые показал возможность дополнения одной реальности (естественной) другой (виртуальной). В настоящее время IT-эксперты выделяют концепцию расширенной реальности (XR), включающей дополненную реальность (AR) и виртуальную реальность (VR), ключевым трендом развития, предоставляющим возможность коренного изменения подходов к организации рабочих и учебных процессов, социального и досугового сопровождения, систематизации научной информации.

Дополненная реальность, как мощный инструмент визуализации контекстной информации и эргономичного способа ее «доставки» человеку, была

по достоинству оценена в сферах бизнеса и развлечений: рекламные стенды, анимированные презентации, 3D-модели, сопровождение сложных инженерных и ремесленных работ, тренажеры и др. [8; 14 и др.].

На современном этапе своего развития компьютерные технологии дополненной реальности начинают влиять на технологии обучения, обогащая их средства и методы, расширяя дидактические и когнитивные возможности. Размещение виртуальных объектов в конкретной среде, в которой они изначально отсутствуют, позволяет смоделировать необычные образовательные практики.

Современному человеку необходимо уметь быстро находить достоверную информацию, анализировать, обобщать и использовать для прогнозирования. Требования стандартов к результатам образования также отражают важность приобретения компетенций в области современных компьютерных устройств и технологий. Вместе с тем, технологии дополненной реальности пока являются «экзотическим» инструментом представления учебно-методическом обеспечения дисциплины. Во многом это связано с ограничениями, накладываемыми особенностями организации человеко-компьютерного взаимодействия посредством экрана, обеспечивающего представление графического пользовательского интерфейса для вывода информации.

Популяризации AR-технологии способствует повышение общего уровня компьютерной грамотности, распространение информационных технологий на все сферы человеческой деятельности, стремительное развитие мобильных компьютерных устройств и игровой индустрии. Так, настоящий прорыв технологии произошел после выхода игры «Pokemon Go»: наложение 3D-объектов и специальных меток на окружающую местность вызвало большой интерес пользователей, резонанс в теле- и социальных сетях. Отметим, что первыми мобильные устройства для дополненной реальности адаптировали немецкие исследователи Д. Шмальстиг и Д. Вагнер (в начале XXI века!).

Большинство молодых людей в настоящее время имеют смартфоны и активно ими пользуются для доступа к социальным сетям, игр и общения, поиска информации, взаимодействия с организациями. Значительно меньшее количество из них используют телефоны для обучения – выполнения домашних заданий, сбора информации о предмете и т. д. Между тем, интеграция мобильных и AR-технологий имеет большой потенциал развития в образовании, возможности интерфейсов взаимодействия человека и компьютера неуклонно улучшаются, технологии развиваются в направлении безэкранный представления информации (Displair) – от стационарных компьютеров и мобильных устройств к козырькам и тонким прозрачным очкам, средствам и способам моделирования сенсорных ощущений запахов и вкусов [14 и др.].

Обучение всегда эффективнее тогда, когда к предмету и процессу познания возникает интерес – этим и обусловлено, в первую очередь, стремление преподавателей использовать элементы дополненной реальности в организации учебной деятельности. Можно привести примеры опыта успешного использования дополненной реальности в обучении [4; 10; 12; 16 и др.]:

- добавление к учебному контенту дополнительной информации – крат-

кой биографии человека, исторических фактов, фотографий с мест событий, визуальных 2D и 3D-моделей, что делает анимированное содержание интересным, технологически современным, способствует более широкому и глубокому пониманию предмета;

- сопровождение заданий и учебного текста методическими рекомендациями преподавателя – учащиеся могут сканировать определенные элементы книги и получать текстовые, аудио / видео советы от учителя или получить полезную информацию о графике изучения темы, контрольных испытаниях, способах связи с другими учениками для обсуждения учебных вопросов;

- визуализация сложных объектов в 3D-модели с возможностью взаимодействия (установить прозрачность, цветовую схему, стили), что облегчает восприятие абстрактной информации и понимание текста (математика, физика, химия, черчение, технические науки и др.);

- дополнение учебного контента «teaser» (головоломкой), проблемным или игровым заданием, способствующими активизации внимания, развитию интеллектуальных способностей, стимулированию положительных эмоций и интереса к учебной деятельности.

Образовательные ресурсы с Augmented Reality:

- среднее и профессиональное образование – *Elements 4D* (позволяет исследовать химические элементы и их взаимодействие, разработаны планы уроков для старшей, средней и начальной школы), *Anatomy 4D* (энциклопедия со встроенной библиотекой изображений, показывает 3D-модель и позволяет взаимодействовать с ней), *Aug That* (обеспечивает 3D-модели, 360-градусные виртуальные среды, динамическую адаптацию виртуального объекта к естественной среде путем отображения текста, изображений, видео, воспроизведения звука (музыки / речи) [7]);

- самообразование – *Google Translate* (позволяет изучать иностранные языки без словаря, в режиме AR можно проверить неизвестные слова); *Amazing Space Journey*, *SkyORB 3D*, *Sky Map AR* (позволяют изучать звезды и созвездия, планеты Солнечной системы [5]);

- начальное образование и обучение детей – *Math alive* и *Animal Alphabet AR Flashcards* (приложения для детей до 3 класса – для обучения счету и изучению букв), *ZooKazam* и *iBugs* (представляют животных и насекомых, образовательную информацию о них, квесты и вопросы).

Упомянем совершенно необычное комплексное решение использования Augmented и Virtual Reality для образования – аппаратное (ноутбук, стилус, очки zSpace) и программное обеспечение с библиотекой образовательных ресурсов и обучающих приложений от zSpace [19].

Даже краткое описание приложений позволяет выделить основные дидактические возможности образовательных средств с элементами дополненной реальности: текст (в том числе печатный) может сопровождаться 3D-моделями, аудио / видео записью, дополнительной текстовой информацией, гиперссылками на сетевые ресурсы; изображения могут преобразовываться в 3D-модели, допускающие взаимодействие с пользователем и модификацию; дополненный

контент (виртуальный объект) может адаптироваться к реальным объектам при наложении; технологии дополненной реальности позволяют моделировать процессы – физические, химические, электромагнитные взаимодействия.

Выше нами были приведены примеры готовых AR-приложений для обучения и развития. Однако, для решения конкретных образовательных задач, зачастую требуются средства с определенными техническими, функциональными, содержательными или методическими характеристиками. Использование «коробочных» продуктов в таком случае становится нецелесообразным, малопродуктивным, что обуславливает поиск возможностей самостоятельного создания учебного AR-контента.

Для разработки приложений с использованием технологий дополненной реальности существуют следующие наиболее доступные подходы: а) использовать готовые библиотеки (фреймворки) Augmented Reality, включающие различные алгоритмы трекинга объектов, захвата, распознавания и обработки изображений и поддерживающие различные устройства и платформы [2; 6; 11; 17; 18 и др.]; б) использовать браузеры (платные / бесплатные), позволяющие получить доступ к программному обеспечению для сканирования пространства и оптического распознавания объектов, определения местоположения пользователя, хранения массивов данных (например, маркеров) [1; 9; 13; 15 и др.].

По принципам реализации оптического трекинга, AR-технологии можно разделить на маркерные, безмаркерные и пространственные.

Маркерная технология (самая простая и популярная) обобщенно может быть описана следующими процессами: захват камерой объекта реального мира и передача видеопотока в компьютер; анализ программным обеспечением компьютера кадров видеоизображений и поиск наличия специальных меток (маркеров, триггеров); вычисление позиции камеры относительно маркеров; отрисовка виртуального объекта в видеокадре; отображение на месте маркера виртуального объекта [3].

Безмаркерная AR-технология основывается на алгоритмах распознавания изображений реальных объектов и наложении на них виртуальной сетки для определения ключевых точек и привязки к ним виртуальной модели (SLAM-технологии). Приложения могут запоминать положение реальных объектов в некоторой среде и размещать виртуальные объекты в соответствии с их положением и движениями пользователей, работают и в закрытых помещениях.

Пространственная технология базируется на определении в окружающем пространстве реперных точек и вычисления по ним относительного положения пользователя с помощью систем геолокации GPS/ГЛОНАСС. Координаты в открытом пространстве определяют и место виртуального объекта.

Распознавание и отслеживание изображений – основная функция AR-приложений. Программное обеспечение мобильных устройств включает алгоритмы машинного зрения для камеры и искусственного интеллекта для отслеживания изображений. Большинство фреймворков также ориентированы на платформы iOS или Android (выбор инструментов, совместимых, напри-

мер, с Windows очень ограничен). Современные смартфоны оснащены как модулями геолокации, так и камерами высокой разрешающей способности, поэтому разрабатывать приложения дополненной реальности проще для мобильных устройств.

Создание виртуальных изображений и графических эффектов требует использования многофункциональных инструментов, например, игрового движка Unity или OpenSceneGraph. Выбор зависит от того, насколько сложным в графическом отношении должен быть моделируемый контент.

В таблице 1 приведены сравнительные характеристики некоторых существующих SDK (*software development kit*) – наборов средств разработки AR-приложений.

Таблица 1

Сравнительные характеристики SDK

AR-фреймворк	Поддерживаемые платформы	Функции	Условия использования
<b>WikiTude</b>	Android, iOS, Unity, смарт-очки	распознавание и отслеживание 2D и 3D-изображений (текста, видео), технология трёхмерного слежения на базе SLAM, рендеринг и анимация 3D-моделей, GEO Data (улучшенная работа с данными с географической привязкой), облачное распознавание, возможность HTML аугментации	бесплатно с водяным знаком, платно (от €1990)
<b>Vuforia</b>	Android, iOS, Unity, UWP	полноценная SDK: распознавание нескольких целей одновременно (различных типов 2D и 3D визуальных объектов, текста, объектов окружающей среды), отслеживание целей, VuMark (комбинация изображения и QR-кода), возможность реконструировать окружающий ландшафт в 3D-карту	бесплатно с водяным знаком Vuforia, платно (от \$99)
<b>EasyAR</b>	Android, iOS, Unity, Windows, UWP, Mac OS X	распознавание 3D-объектов, восприятие окружающей среды, облачное распознавание (позволяет сохранять базы данных изображений в облаке) и развёртывание приложений, работа на смарт-очках	пробная версия предоставляется бесплатно
<b>ARToolKit</b>	Android, iOS, Linux, Windows, Mac OS X, смарт-очки	набор программных библиотек с открытым исходным кодом: отслеживание позиции устройства и 2D-изображения, калибровка камеры, поддержка оптических шлемов и очков, отображение дополнений через OpenGL	бесплатно

В таблице 2 приведены сравнительные характеристики некоторых средств разработки AR-контента в браузерах.

*Сравнительные характеристики средств разработки  
AR-контента в браузерах*

<b>AR-браузер</b>	<b>Поддерживаемые платформы</b>	<b>Функции</b>	<b>Условия использования</b>
<b>HP Reveal (Aurasma)</b>	Android, iOS	перенос изображения, объектов в виртуальный мир простым наведением устройства, выбор анимационных 3D-персонажей из библиотеки приложения	бесплатно
<b>BlippAR (LayAr)</b>	Android, iOS BlackBerry	распознавание изображений, отображение дополнений на основе положения пользователя и распознанных изображений, не требуется программирование или настройка приложения, отслеживание данных в реальном времени, интеграция дополненной реальности в печать	пробная версия предоставляется бесплатно
<b>Metaverse</b>	Android, iOS	простота использования, возможность добавлять собственные и встроенные 3D-объекты, большое количество методических материалов, большое количество слоев, фонов, 3D-объектов, интуитивно понятный интерфейс	бесплатно

В процессе анализа исходных условий (отсутствие профессионального опыта программирования AR-приложений), задач проектирования AR-контента и средств разработки, нами были определены ключевые аспекты характеристик для отбора: бесплатность программного обеспечения; простота использования, мобильная платформа Android / iOS; маркерная технология; распознавание изображений; воспроизведение 2D и 3D изображений, текста, аудио.

Для апробации создания образовательных объектов дополненной реальности выбраны ресурсы WikiTude, Metaverse, BlippAR (LayAr). Результаты проектирования виртуальных моделей для обучения школьников информатике будут нами представлены в дальнейших работах.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Виштак М. Н., Дорожкин В. А. Средства разработки мобильных приложений дополненной реальности // Инновации в науке. 2015. № 46. С. 15-19. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23730336&> (дата обращения: 11.04.2019).
2. Голографика: 8 лучших SDK дополненной реальности для iOS и Android в 2017 году. URL: <https://holographica.space/articles/8-best-ar-sdk-2017-9287> (дата обращения: 11.04.2019).
3. Лозинская А. М., Лозинский А. Г. Дополненная реальность в процессе обучения // Реализация национальной образовательной инициативы «Наша новая школа» в процессе обучения физике, информатике и математи-

ке: материалы межд. науч.-практ. конференции. Екатеринбург, 2011. Ч. 2.

4. Яковлев Б. С., Пустов С. И. Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2013. № 3. С. 484-492. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19112505> (дата обращения: 11.04.2019).

5. Amazing Space Journey. 3D Augmented Reality. URL: <http://amazingspacejourney.com/> (дата обращения 11.04.2019).

6. ARToolkit URL: <https://github.com/artoolkit> (дата обращения: 11.04.2019).

7. Aug That: Classroom Engagement through Augmented Reality. URL: <https://itunes.apple.com/ru/> (дата обращения 16.04.2019).

8. Azuma R. T. A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1997, August. № 6 (4). P. 355-385. URL: <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf> (дата обращения: 11.04.2019).

9. Blippbuilder. URL: <https://www.blippar.com/build-ar> (дата обращения: 11.04.2019).

10. Coimbra M. T., Mateus A. Augmented Reality: an Enhancer for Higher Education Students in Math's learning? Procedia Computer Science 2018. Volume 136. P. 5-15. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918315370> (дата обращения: 15.04.2019).

11. EasyAR: Build your APP connecting the real world. URL: <https://www.easyar.com/view/download.html> (дата обращения: 15.04.2019).

12. Herpich F., Guarese R., Tarouco L. A Comparative Analysis of Augmented Reality Frameworks Aimed at the Development of Educational Applications. Creative Education, 2017. № 8. P. 1433-1451. URL: [https://file.scirp.org/pdf/CE\\_2017072618041869.pdf](https://file.scirp.org/pdf/CE_2017072618041869.pdf) (дата обращения 11.04.2019).

13. HP Reveal: A new Extended Reality Platform. URL: <https://www.hpreveal.com/> (дата обращения: 15.04.2019).

14. International Society for Presence Research. URL: <https://ispr.info/2016/08/02/a-new-age-of-vr-involving-all-five-senses/> (дата обращения: 15.04.2019).

15. Metaverse. The #1 Augmented Reality Platform. URL: <https://studio.gometa.io/landing> (дата обращения: 11.04.2019).

16. Shirazi A., Behzadan A. Design and Assessment of a Mobile Augmented Reality-Based Information Delivery Tool for Construction and Civil Engineering Curriculum // Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice. 2014. № 141 (3). URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/100a/b895378f9c6279502fa91755a3f7be34386d.pdf> (дата обращения: 11.04.2019).

17. Vuforia Engine: developer portal. URL: <https://developer.vuforia.com/> (дата обращения: 11.04.2019).

18. Wikitude SDK: Endless AR Possibilities. URL: <https://www.wikitude.com/> (дата обращения: 15.04.2019).

19. ZSpace: Learning Through AR / VR Experiences. URL: <https://zspace.com/> (дата обращения: 11.04.2019).