

Н.Н. Зильберман, В.А. Сербин
Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАНИИ

Описывается зарубежный опыт использования технологии дополненной реальности в образовании. Рассматриваются различные стратегии и сценарии применения приложений дополненной реальности в начальном и высшем образовании. Описываются возможности некоторых сервисов и приложений для создания слоев дополненной реальности. Приводится классификация приложений дополненной реальности. Ставится проблема формирования методологии применения описываемой технологии в образовании. Работа выполнена в рамках программы повышения конкурентоспособности ТГУ.

Ключевые слова: дополненная реальность, образование, информационно-коммуникационные технологии.

Дидактические возможности современных информационных и коммуникационных технологий и их применение в образовании являются одним из актуальных направлений педагогики. Сегодня видится перспективным использование технологии дополненной реальности в образовательных практиках [1]. Дополненная реальность (далее – ДР) – технология, позволяющая создать и ассоциировать виртуальный слой информации с каким-либо маркером, объектом в физической реальности при помощи компьютерных технологий. Она широко используется в коммерции, рекламе, туризме и военных разработках. На данный момент ДР успешно применяется и в рамках образовательных экспериментов в некоторых школах и университетах. А проведенные исследования доказывают высокую результативность применения инструментов в образовательном процессе [2].

Приведем некоторые примеры зарубежного опыта применения приложений ДР. В 2006 г. студент Массачусетского технологического института (MIT) разработал игру «Оживляя революцию» (Reliving the Revolution) [3], демонстрирующую знаменитую историческую битву при Лексингтоне – одно из первых вооруженных столкновений между войсками Великобритании и колонистами в Америке. Преследуемой целью была популяризация истории США среди школьников и студентов. В ходе игры участники должны были выяснить, кто сделал первый выстрел в Лексингтоне. Для этого игроки исследуют историческую местность Лексингтонской общины, на которой все еще находятся некоторые постройки и сооружения XVIII в. Для поиска информации и виртуальных объектов используются карты, открытые на мобильных компьютерах, при помо-

щи которых можно найти интерактивные точки на местности. В этих точках появляются виртуальные объекты, например мушкетеры, справки о постройках или исторические персоналии. Благодаря этим точкам участники узнают что-то о ходе событий Американской революции. В другом игровом проекте Массачусетского технического института реальное положение на местности объединяется с виртуальным сценарием. Например, игра Environmental Detectives (2007) (экологические детективы) предлагает игрокам найти источник утечки токсичных материалов, ориентируясь по карте в мобильном приложении [4]. В приложении хранится информация о типах загрязнений и угрозах, которые они несут человеку и природе. Важно отметить, что игра позволила связать школы и университеты: студенты были разработчиками приложения, а школьники – игроками. Два вышеописанных игровых приложения работают при помощи получения GPS координат, а слой ДР воспроизводится преимущественно в текстовом формате или же в формате изображений. Подобный способ ассоциирования ДР с физическим окружением не требует больших затрат ресурсов, но в то же время не может предложить качественной визуализации. Данная особенность ранних приложений ДР объясняется низким уровнем производительности мобильных компьютеров (Handheld PC).

С развитием вычислительной мощности мобильных процессоров и матриц миниатюрных камер смартфонов стало возможным использование графических маркеров для работы с дополненной реальностью. Очень часто в качестве таких маркеров выступают матричные коды или просто высококонтрастные изображения. Например, ресурсный центр LearnAR [5], основанный в

2010 г., предоставляет пакет из десяти маркеров для обучения биологии, физике, английскому языку, математике и химии. Авторы предлагают организовывать обучение школьников, используя черно-белые маркеры, напечатанные на листах бумаги. К каждому маркеру привязывается трехмерный объект, это может быть кость, орган, объемная геометрическая фигура и другие модели. Также была предложена схема тестирования при помощи ДР. Преподаватель задает вопрос, а ученик выбирает маркер, соответствующий одному из вариантов ответа.

Другой способ внедрения ДР в образование связан с книгопечатной продукцией. Компания Popar Toys (США) предлагает интерактивные книги, которые можно читать, используя специальное приложение для смартфона. На страницах таких книг размещается дополнительный медиа-контент. Ресурс Zooburst (<http://zooburst.com>) позволяет создавать свои собственные книги с 3D-элементами ДР. Приложение SkyView [6] позволяет исследовать Вселенную на устройствах под управлением iOS. Когда пользователь наводит прибор на небо, приложение показывает звезды, созвездия, планеты и спутники.

С появлением Google Glass компания Google создала отдельную площадку для приложений ДР, совместимых с новым устройством. Одним из приложений, которые можно применить для образования, является Wordlens [7]. Wordlens в режиме реального времени осуществляет перевод слов и фраз, оказавшихся в фокусе камеры смартфона или Google Glass.

Отдельно стоит упомянуть об использовании ДР в медицинском образовании [8]. Приложение для изучения анатомии, разработанное в Техническом университете Мюнхена [9], способно демонстрировать кости и органы брюшной полости, а именно печень, легкие, поджелудочную железу, желудок и тонкую кишку. Для интуитивной визуализации органов использована концепция зеркала: изображение с камеры перевернуто по горизонтали и показано на экране, создавая впечатление, что пользователь стоит перед зеркалом и видит внутренние органы своего тела. Приложения по изучению анатомии стали довольно популярны, и некоторые разработчики предлагают бесплатные продукты с ограниченной функциональностью. Американская компания DAQRI, специализирующаяся на ДР, разработа-

ла приложение Anatomy 4D, которое позволяет ознакомиться с моделью сердца или тела человека [10]. Чешская компания Corinth начала с разработки нескольких приложений ДР для платформы Windows 8, но позже отказалась от них в пользу классических настольных приложений с качественными 3d-моделями. Corinth Classroom (<http://www.ecorinth.com/>) предлагает специализированные приложения по геологии, биологии и анатомии. Отказ от ДР в данном случае интересен в аспекте альтернативности технологий. Новизна и относительная доступность ДР могут вуалировать некоторые неудобства и негативные стороны этой технологии, которые преодолеваются использованием уже привычных 3D-технологий.

Использование 3D-моделей костей, органов, микроорганизмов открывает новые возможности для создания медицинской иллюстрации. Главной проблемой в этом направлении остается высокая трудоемкость создания точной биологической модели.

Технологии ДР стали применяться в преподавании других дисциплин: химии, астрономии [11], математики, музыки [12]. При этом приложения используются как в высшем, так и в среднем и дошкольном образовании [13].

Например, в Университете Йёвика (Норвегия) в 2013 г. была разработана игра «Загадочная таблица» («Mystery Table») [14], главная цель которой – заинтересовать школьника химией в общем и помочь изучить элементы периодической таблицы Менделеева в частности. В основе сценария игры – детективная история о человеке, потерявшем память. Он находится в госпитале и нуждается в помощи трех команд школьников для восстановления воспоминаний, которые связаны с химическими элементами. Участники игры получают зашифрованные послания в виде трехмерных объектов, привязанных к конкретным элементам. В ходе игры дети узнают об особенностях различных химических элементов и восстанавливают память герою.

Приложение ДР для изучения математики было разработано в Технологическом институте Монтеррея (Мексика) [15]. Авторы предлагают визуализировать математические абстракции при помощи ДР. Приложение позволяет отображать на экране планшета или смартфона сгенерированный объект: кривую или плоскость. Особенность приложения заключается в том, что простые

графики, создаваемые функциями, могут трансформироваться в интерактивные 3D-объекты. Взаимодействие виртуальных объектов друг с другом дает возможность провести операцию, невозможную или трудновыполнимую на листе бумаги. Например, разрезать объемную фигуру плоскостью. Разработчики приложения провели исследование, направленное на выявление эффектов от его применения в образовании. Участвовавшие в исследовании студенты преимущественно положительно отзывались о дизайне приложения и отметили простоту его использования. Обучающий эффект приложения также был выявлен: участвовавшие в тестировании студенты отметили, что использование 3D-моделей помогло им понять особенности построения графиков функций и математических графов [15. Р. 67–69].

Помимо специализированных приложений ДР, разработанных под конкретные задачи, существуют платные и бесплатные онлайн-сервисы для создания слоев ДР. Например, сервисы LayaR (<http://layar.com>), Junaio (<http://junaio.com>), BuildAR, Augmented (<http://buildar.com>) позволяют создавать простые объекты ДР и привязывать их к графическим меткам. Преподаватели и студенты могут получить опыт в проектировании и управлении собственной дополненной реальностью. Безусловный плюс использования таких инструментов – относительная гибкость в выполнении различных задач. Используя LayAR или аналогичное приложение, можно создавать интерактивные учебники, буклеты, стенды или привязать ДР к какому-либо объемному объекту. Минусом является ограниченность технологических возможностей подобных сервисов. Например, создание интерактивных 3D-моделей станет сложной задачей, так как как минимум потребуются овладеть технологией создания таких объектов.

Отдельно следует сказать о матричных кодах и QR-кодах как их подвиде. В большинстве случаев они используются для кодирования текстовой информации. Разработчики мобильного приложения LayAR предложили иной сценарий использования QR-кода: если закодировать ссылку на медиа-файл, то приложение постарается его воспроизвести прямо на экране смартфона или планшета. Таким образом, можно показать видео и 3D-объект в формате 13d на экране мобильного компьютера.

Что касается отечественного опыта использования подобных технологий, то следует отметить,

что он практически не представлен в научном и образовательном дискурсе. Не были найдены образовательные приложения, их описание или примеры применения.

Следует отметить, что помимо научных статей опыт применения ДР описывается в блогах энтузиастов. Эти источники объединяет некоторая фрагментарность – в работах описывается конкретный опыт использования технологии и практически отсутствует его систематизация. В отечественных статьях есть некоторые предложения по классификации [16, 17], хотя они касаются общих направлений применений ДР. Классификации же относительно применения ДР именно в образовательной сфере приведены в зарубежных источниках [18]. Авторы называют следующие типы обучающих приложений ДР:

- книги с технологией дополненной реальностью, образующие своеобразный мост между физическим и цифровым миром;
- игры;
- обучающие приложения;
- моделирование объектов;
- приложения для тренировки навыков.

В качестве преимуществ использования технологий ДР отмечают [19]:

- интерактивность;
- простоту использования;
- возможность включения в большой информационный контекст;
- использование эффекта удивления ученика.

Тем не менее существуют и некоторые ограничения использования данной технологии, которые связаны, прежде всего, с техническими моментами.

- ДР ограничена экраном устройства пользователя. Успех распознавания маркера зависит от многих факторов: освещения, угла, под которым пользователь направляет камеру, и от качества самой камеры.
- Существующее разнообразие приложений ДР затрудняет формирование универсального инструмента для считывания информации с разных маркеров.
- Приложения ДР могут интерпретировать только двухмерное изображение.

Большинство современных разработок в области ДР построено на технологиях оптического распознавания символов. Первые приложения ДР

могли использовать координаты, получаемые с GPS модуля, и высококонтрастные изображения: матричные коды, QR-коды, штрих-коды и т.п. Следующим этапом стало распознавание более сложных графических форм. Данное поколение технологий оптического распознавания позволяет взаимодействовать с двухмерным пространством, во многих случаях его оказывается достаточно для построения обучающих приложений ДР.

Сегодня разрабатываются технологии, позволяющие разворачивать слой ДР в пространстве. В этом направлении активно работают участники проекта «Tango», курируемого корпорацией Google [20], и разработчики систем и приложений ДР DAQRI [10]. Перспективы выхода ДР за пределы графических маркеров открывают новые возможности развития образовательных технологий в ближайшем будущем.

Появление новых технологий распознавания пространства и рост производства носимых компьютеров (wearable devices), безусловно, будут являться стимулирующими факторами развития ДР. Многие зарубежные исследователи называют технологии ДР одним из главных трендов образования в ближайшее десятилетие, видится необходимым разработка собственных программных продуктов в этой сфере. Если зарубежные аналоги естественнонаучного цикла дисциплин вполне могут быть применены в образовательном процессе, то гуманитарное направление требует своей специфики в реализации подобных приложений.

Второй значимой проблемой уже в рамках международного дискурса видится отсутствие единой методологии. Технологии ДР развиваются настолько стремительно, что исследования в области образования и педагогики просто не успевают представить теоретическое осмысление или представить разработать системную методологию [21]. Необходимо подробно изучить методы наиболее эффективного использования данной технологии для когнитивного развития. Важно определить, как сетевой характер ДР может быть использован для поддержки совместного обучения.

Следующий вопрос, который также необходимо будет решить, – это интеграция подобных приложений в образовательный процесс. Также при всей интерактивности приложения ДР не имеют очень важного элемента – обратной связи с учеником, необходимой для промежуточного и итогового контроля усвоения его знаний и на-

выков. Конечно, также нельзя не сказать, что массовое использование технологии ДР требует значительных ресурсов и специальной подготовки педагогов.

В целом можно говорить о том, что сегодня технологии ДР в образовании находятся на этапе своего становления, и, учитывая перспективы их развития, необходимо проводить как аналитику зарубежного опыта, так и ставить образовательные эксперименты с дополненной реальностью в отечественных школах и вузах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wu H.K. et al. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education // *Computers & Education*. – 2013. – Vol. 62. – P. 41–49.
2. Kamarainen A.M. et al. EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips // *Computers & Education*. – 2013. – Vol. 68. – P. 545–556.
3. Schrier K. Student Postmortem: Reliving the Revolution [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gamecareerguide.com/features/263/student_postmortem_reliving_the_.php (дата обращения: 08.09.2014).
4. MITAR Games [Электронный ресурс]. – URL: <http://education.mit.edu/projects/mitar-games> (дата обращения: 05.10.2014).
5. Learnar.org [Электронный ресурс]. URL: <http://www.learnar.org> (дата обращения: 05.10.2014).
6. Terminaleleven [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.terminaleleven.com/skyview> (дата обращения: 05.10.2014).
7. Questvisual [Электронный ресурс]. – URL: <http://questvisual.com> (дата обращения: 05.10.2014).
8. Zhu E. et al. Augmented reality in healthcare education: an integrative review // *PeerJ PrePrints*. – 2014. – № e335v2 [Электронный ресурс]. URL: <https://peerj.com/preprints/335v2.pdf> (дата обращения: 05.10.2014).
9. Blum T. et al. Mirracle: An augmented reality magic mirror system for anatomy education // *Virtual Reality Short Papers and Posters (VRW)*, 2012 IEEE. – IEEE. – 2012. – P. 115–116.
10. Daqri [Электронный ресурс]. – URL: <http://daqri.com/project/anatomy-4d/> (дата обращения: 05.10.2014).
11. Yen J.C., Tsai C.H., Wu M. Augmented Reality in the Higher Education: Students' Science Concept Learning and Academic Achievement in Astronomy // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. – 2013. – Vol. 103. – P. 165–173.
12. Chow J. et al. Music education using augmented reality with a head mounted display // *Proceedings of the Fourteenth Australasian User Interface Conference-Volume 139*. – Australian Computer Society, Inc., 2013. – P. 73–79.
13. Cascales A. et al. An experience on natural sciences augmented reality contents for preschoolers // *Virtual, Augmented and Mixed Reality. Systems and Applications*. – Springer Berlin Heidelberg, 2013. – P. 103–112.
14. Boletsis C., McCallum S. The Table Mystery: An Augmented Reality Collaborative Game for Chemistry Education // *Serious Games Development and Applications*. – Springer Berlin Heidelberg, 2013. – P. 86–95.
15. Salinas P. et al. The Development of a Didactic Prototype for the Learning of Mathematics Through Augmented Reality // *Procedia Computer Science*. – 2013. – Vol. 25. – P. 62–70.

16. Яковлев Б.С., Пустов С.И. История, особенности и перспективы технологии дополненной реальности // Изв. ТулГУ. Технические науки. – 2013. – №3. – С. 479–484.

17. Яковлев Б.С., Пустов С.И. Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности // Изв. ТулГУ. Технические науки. – 2013. – №3 (Научная библиотека КиберЛенинка) [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-perspektivnye-napravleniya-ispolzovaniya-tehnologii-dopolnnoy-realnosti> (дата обращения: 08.09.2014).

18. Yuen S., Yaojuneyong G., Johnson E. Augmented reality: An overview and five directions for AR in education // Journal of Educational Technology Development and Exchange. – 2011. – Vol. 4, № 1. – P. 119–140.

19. Lee K. Augmented reality in education and training // TechTrends. – 2012. – Vol. 56, № 2. – P. 13–21.

20. Project Tango [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.google.com/atap/projecttango/#project> (дата обращения: 05.10.2014).

21. Bower M. et al. Augmented Reality in education—cases, places and potentials // Educational Media International. – 2014. – Vol. 51, № 1. – P. 1–15.

N.N. Zilberman, V.A. Serbin

Tomsk State University, Tomsk, Russia

AUGMENTED REALITY APPLICATIONS POSSIBILITIES IN EDUCATION

Key words: augmented reality, education, information and communication technologies.

The article describes the international experience of using augmented reality technology in education. Different strategies and use cases augmented reality applications are considered in primary and higher education. One of the using augmented reality scenarios in education is the development of educational games. Early examples of such games were developed at MIT (Massachusetts Institute of Technology). Gaming applications 2006-2008 used user's geographical location data to associate the physical and augmented reality. Because of the performance increasing of mobile devices and the digital cameras matrices recognition of matrix and color images codes became possible. Modern educational applications of augmented reality uses a contrast black-and-white image as a trigger, or a more complex graphical trigger. Playback of three-dimensional content features on the mobile device provides creation of complex 3d models. Anatomical organs and human's body models are often used in similar applications. Another example is an application that displays celestial bodies, satellites and space stations on the screen of a smartphone or tablet. Augmented reality technology used in the teaching of other disciplines:

chemistry, astronomy, mathematics, music, etc. Application is used as in the highest as in the middle and pre-school education.

Besides augmented reality applications designed for specific tasks, there are free and paid online services that can help to create augmented reality objects. Services as Layar (<http://layar.com>), Junaio (<http://junaio.com>), BuildAR, Augmented (<http://buildar.com>) allow you to create simple augmented reality objects and tie them to the graphic triggers. Teachers and students can gain experience in the design and management of their own augmented reality.

Some authors mention the following types of educational applications of augmented reality: books, games, learning applications, object modeling, applications for training skills.

Today AR technology in education is at the development stage, and, given the prospects for their improvement, it is necessary to establish a methodology for their application. Analysis of foreign experience and testing of augmented reality technology in the domestic education is seen as a promising task.

Work is performed under the program of TSU competitiveness improvement program.

REFERENCES

1. Wu H.K. et al. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education // Computers & Education. – 2013. – Vol. 62. – P. 41–49.

2. Kamarainen A.M. et al. EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips // Computers & Education. – 2013. – Vol. 68. – P. 545–556.

3. Schrier K. Student Postmortem: Reliving the Revolution [Jelektronnyj resurs]. URL: http://www.gamecareerguide.com/features/263/student_postmortem_reliving_the_.php (data obrashhenija: 08.09.2014).

4. MITAR Games [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://education.mit.edu/projects/mitar-games> (data obrashhenija: 05.10.2014).

5. Learnar.org [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://www.learnar.org> (data obrashhenija: 05.10.2014).

6. Terminaleleven [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://www.terminaleleven.com/skyview> (data obrashhenija: 05.10.2014).

7. Questvisual [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://questvisual.com> (data obrashhenija: 05.10.2014).

8. Zhu E. et al. Augmented reality in healthcare education: an integrative review // PeerJ PrePrints. – 2014. – № e335v2 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://peerj.com/preprints/335v2.pdf> (data obrashhenija: 05.10.2014).

9. Blum T. et al. Mirracle: An augmented reality magic mirror system for anatomy education // Virtual Reality Short Papers and Posters (VRW), 2012 IEEE. – IEEE. – 2012. – P. 115–116.

10. Daqri [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://daqri.com/project/anatomy-4d/> (data obrashhenija: 05.10.2014).
11. Yen J.C., Tsai C.H., Wu M. Augmented Reality in the Higher Education: Students' Science Concept Learning and Academic Achievement in Astronomy // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. – 2013. – Vol. 103. – P. 165–173.
12. Chow J. et al. Music education using augmented reality with a head mounted display // *Proceedings of the Fourteenth Australasian User Interface Conference-Volume 139*. – Australian Computer Society, Inc., 2013. – P. 73–79.
13. Cascales A. et al. An experience on natural sciences augmented reality contents for preschoolers // *Virtual, Augmented and Mixed Reality. Systems and Applications*. – Springer Berlin Heidelberg, 2013. – P. 103–112.
14. Boletsis C., McCallum S. The Table Mystery: An Augmented Reality Collaborative Game for Chemistry Education // *Serious Games Development and Applications*. – Springer Berlin Heidelberg, 2013. – P. 86–95.
15. Salinas P. et al. The Development of a Didactic Prototype for the Learning of Mathematics Through Augmented Reality // *Procedia Computer Science*. – 2013. – Vol. 25. – P. 62–70.
16. Jakovlev B.S., Pustov S.I. Istorija, osobennosti i perspektivy tehnologii dopolnennoj real'nosti // *Izvestija TulGU. Tehnicheskie nauki*. – 2013. – №3. – S. 479–484.
17. Jakovlev B.S., Pustov S.I. Klassifikacija i perspektivnye napravlenija ispol'zovanija tehnologii dopolnennoj real'nosti // *Izv. TulGU. Tehnicheskie nauki*. – 2013. – №3 (Nauchnaja biblioteka KiberLeninka) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-perspektivnye-napravleniya-ispolzovaniya-tehnologii-dopolnennoj-realnosti> (data obrashhenija: 08.09.2014).
18. Yuen S., Yaoyuneyong G., Johnson E. Augmented reality: An overview and five directions for AR in education // *Journal of Educational Technology Development and Exchange*. – 2011. – Vol. 4, № 1. – P. 119–140.
19. Lee K. Augmented reality in education and training // *TechTrends*. – 2012. – Vol. 56, № 2. – P. 13–21.
20. Project Tango [Jelektronnyj resurs]. URL: <https://www.google.com/atap/projecttango/#project> (data obrashhenija: 05.10.2014).
21. Bower M. et al. Augmented Reality in education—cases, places and potentials // *Educational Media International*. – 2014. – Vol. 51, № 1. – P. 1–15.