

УДК 371.3:53
DOI: 10.26140/anip-2021-1002-0039



ТЕХНОЛОГИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

© Автор(ы) 2021
SPIN: 8592-2464
AuthorID: 1086639

КАШТАНОВА Екатерина Николаевна, соискатель ученой степени кандидата педагогических наук
Института физики, технологии и информационных систем
Московский педагогический государственный университет

(119435, Россия, Москва, улица Малая Пироговская, 29/7, e-mail: katuwka.86@mail.ru)

Аннотация. В статье рассматривается использование технологии дополненной реальности в процессе изучения физики в школе. Современный мультимедийный источник информации содержит текст, изображение, анимацию, аудио и цифровое видео как единое целое. Использование мультимедийных технологий создает новый вид наглядности – интерактивную наглядность. Наиболее доступными являются мобильные устройства дополненной реальности, которые обеспечивают интерактивность в реальном времени путем комбинации реальных и виртуальных объектов. Установлено, что возможности применения виртуальной реальности в обучении основаны на конструктивистской теории обучения. Выполнен краткий обзор современного состояния внедрения AR в процесс изучения физики. Охарактеризовано программное обеспечение для разработки дополненной реальности в образовательных целях и требования к нему. Наиболее эффективными инструментами являются облачный сервис Vuforia и платформа разработки Unity. В качестве маркеров для приложения дополненной реальности целесообразно использовать рисунки из учебника. Интерактивность 3D-модели, форм и способов осуществления взаимодействия с ней, играют важную роль в построении эффективного учебного процесса. Результаты показывают, что учебная среда, объединяющая реальность с виртуальностью значительно стимулирует учебные интересы учеников и повышает их уровень активности, подтверждая значительный потенциал данной технологии в практике обучения физике.

Ключевые слова: образование, дополненная реальность, 3D-модель, анимация, визуализация, учебник, наглядность, образ, маркер, физика.

AUGMENTED REALITY IN THE PROCESS OF TEACHING PHYSICS

© The Author(s) 2021

KASHTANOVA Ekaterina Nikolaevna, post-graduate, Institute of Physics,
Technology and Information Systems
Moscow State Pedagogical University

(119435, Russia, Moscow, street Malaya Pirogovskaya, 29/7, e-mail: katuwka.86@mail.ru)

Abstract. The article describes the use of the augmented reality technology in the process of studying physics at school. A modern multimedia source of information contains text, image, animation, audio and digital video. Using multimedia creates interactive visibility. AR is an extension for mobile devices of augmented reality, an interactive and in real time combination, of real and virtual objects overlaid in the real environment. This article elaborates on how the technical capabilities of virtual reality support the constructivist learning principles. Constructionism is based on constructivism and promotes that learning takes place when pupils can construct things. This paper briefly introduces the present research status of implementing AR in physics education. The software for the design of augmented reality tools for educational purposes is characterized and the technological requirements for the physics training. The most effective tools are the Vuforia cloud service and the Unity development platform. Drawings from textbooks are best used for augmented reality markers. The educational process will be effective if the 3D model is interactive. The forms and ways of interacting with the model are very important in the educational process. The results show that this learning environment that blends reality with virtuality will greatly stimulate the learning interests of pupils and promote their level of activity, suggesting significant potential for this technology in the practice of teaching physics.

Keywords: education, augmented reality, 3D-model, animation, visualization, textbook, clarity, image, marker, physics.

ВВЕДЕНИЕ

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами. Возможность визуализации информации, имеющей сложную абстрактную природу, делает компьютерные технологии эффективным и мощным средством при изучении многих понятий физики путем создания и построения динамических образов и моделей дополненной реальности. Это облегчает усвоение понятий, вызывает у учащихся стремление формулировать оригинальные гипотезы, способствует развитию когнитивных компонентов мышления.

Образы физических явлений нередко формируются с использованием сложных и не всегда доступных средств. Средства дополненной реальности делают эти проблемы всё более решаемыми. С помощью современных технических средств могут быть визуализированы невидимые объекты и явления, частицы, звук, а также осуществляться формирование абстрактных теоретических понятий, то есть создание определённого дидактического образа-модели, которой всегда присущи три функции: изоморфно-отражательная, чувственно-визуальная и интегративно-абстрактная. Признаки качественной учебной наглядности – это доступность восприятия, достоверность формируемых образов, ви-

зуализация основных физических понятий, явлений, процессов. Дополненная реальность обладает указанными признаками, поэтому разработка и использование в учебном процессе по физике приложений дополненной реальности, отвечающих психолого-педагогическим и методическим требованиям, является важной практической задачей.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор; выделение неразрешенных ранее частей общей проблемы. Следует отметить, что достаточно много работ посвящено проблеме использования приложений дополненной реальности в учебном процессе. Секерин В.Д., Горохова А.Е., Щербаков А.А., Юркевич Е.В. доказали, что применение технологии дополненной реальности поможет повысить эффективность образовательных процессов уже в начальной школе [1]. Отмечено, что ключевой задачей использования технологии дополненной реальности является расширение взаимодействия пользователя с окружением [2-10], а новизна технологии дополненной реальности вызывает большую вовлеченность и интерес ученической аудитории [11]. Указывается на широкие возможности дополненной реальности для проведения демонстраций сложных и труднообъяснимых

тем по астрономии [12], информатике [13], географии [14] и физике – тепловых и электрических явлений, ядерных реакций, волновой оптики [15, 16]. Корниенко Т.В., Потапов А.А. используют приложения дополненной реальности (QR Coder, Augasma, Quiver) в школьном печатном издании с целью повышения наглядности и увеличения объема изучаемого материала [17]. Кравченко Ю.А., Лежебоков А.А. полагают, что технология дополненной реальности раскрывает новые горизонты в сфере образования, создавая возможности дополнения реальных объектов контекстной информацией и эффективной визуализацией учебного материала [18]. По мнению Шелевер Л.В. применение дополненной реальности в образовании позволяет развивать у учащихся образное мышление и пространственное воображение [19]. Жигалова О.П., Толстомятов А.В. справедливо указывают на проблему исследования опыта использования технологии дополненной реальности: процесс проектирования и внедрения технологии не соизмерим по времени с процессом организации научно-педагогического исследования. Это означает, что анализ опыта использования технологии, в большинстве случаев, не целесообразен и не актуален [20]. Возможности и методика использования дополненной реальности особенно интересны в аспекте игрофикации учебного процесса [21]. Приложения дополненной реальности эффективно используются в высшем образовании [22, 23, 24] и выступают как инструмент интеграции образовательного контента [25].

Наиболее доступной является технология мобильной дополненной реальности – Mobile Augmented Reality (mAR). Ее главные особенности заключаются в использовании смартфона или планшета, человеко-машинном интерфейсе, широком спектре встроенных датчиков (гироскоп, акселерометр, GPS, датчик давления, влажности, температуры), вводе и обратной связи в режиме реального времени в интерактивном режиме с помощью сенсорного экрана, дополнительной возможности реагирования на условия окружающей среды, низкой стоимости. В то же время, мобильная дополненная реальность имеет ограниченную вычислительную мощность для распознавания изображений.

МЕТОДОЛОГИЯ

Формирование целей статьи, постановка задания.

В данной статье представлены частичные результаты исследования возможностей приложения дополненной реальности для изучения физики, перспективность ее применения и отношение учеников к этому средству обучения. На основании вышеизложенного поставлена задача оценки возможностей приложения дополненной реальности и разработанных нами 3D-моделей физических объектов, изучаемых в курсе физики 9-го класса.

Используемые в исследовании методы, методики и технологии. В качестве основного метода исследования был выбран анализ существующего опыта использования приложения дополненной реальности в процессе изучения физики в 9-м классе. В исследовании использовались также методы синтеза, сравнения, анкетирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов.

Образовательные преимущества сделали дополненную реальность (англ. augmented reality, AR) одной из ключевых новых технологий для образования на ближайшие годы. Наши результаты показывают, что учебная среда, которая сочетает реальность с виртуальностью, в значительной степени стимулирует учебные интересы учеников и развивает образное мышление, демонстрируя значительный потенциал этого метода обучения на практике. Развитие современных технологий требует расширения понятия «дополненная реальность». Мы рассматриваем использование в образовательных проектах дополненной реальности как результат введения в поле восприятия любых сенсорных данных с целью до-

полнения сведений об окружающем мире и улучшения восприятия учебной информации. Технология мобильной дополненной реальности доказывает свою эффективность в учебном процессе по физике. Простота и доступность mAR очевидна по сравнению с компьютерными моделями, требующими использования настольного компьютера и веб-браузера.

Дидактической основой обучения в виртуальной среде является конструктивистская теория В. Винна (William Winn), основанная на идее, что успешное обучение возможно только тогда, когда учащиеся могут непосредственно создавать, конструировать, строить, разрабатывать. Процесс обучения не будет эффективным в результате простого исследования виртуальной среды. Обучение должно поддерживать создание концептуальных моделей, которые являются последовательным связующим звеном между имеющимися знаниями и новыми знаниями. Для успешной адаптации старых знаний к новому опыту, необходимо обеспечить гибкость среды обучения [26].

Учебная среда с дополненной реальностью стимулирует учебные интересы учеников и повышает их уровень активности, что свидетельствует о значительном потенциале этого вида обучения на практике. Наблюдение 3D-объектов в учебниках и взаимодействие с ними помогает ученикам улучшить свои пространственные способности и образное мышление.

Для разработки приложения дополненной реальности необходимо AR SDK (Augmented reality SDK). Наиболее популярными являются AR SDK: Vuforia, EasyAR, Wikitude, ARToolKit, Kudan, Maxst, Xzimg и NyARToolKit. Существуют и более «дружелюбные» способы разработки дополненной реальности. Например, в нашей работе мы используем приложение Augment для операционной системы Android, позволяющее автоматически создавать объекты дополненной реальности на основе предварительно созданных 3D-моделей. Программы, с помощью которых можно создавать 3D-модели: Blender, Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya, SketchUp. В нашей стране наиболее известны программные образовательные продукты дополненной реальности компании «Увлекательная реальность» по физике для 7 и 8 класса. Для 9-го класса мы разработали приложение самостоятельно с использованием оригинальных 3-D моделей и приложения Augment.

В качестве маркеров для приложения дополненной реальности мы используем рисунки из учебника. В процессе создания 3D-модели необходимо, прежде всего, ознакомиться с рисунком и объяснением в тексте учебника, уяснить понимание замысла иллюстратора и авторов учебника. Модель должна способствовать реализации дидактической цели. Модель или анимация должны соответствовать физически «правильному» поведению. Максимальная реалистичность и детализация при этом не являются обязательными – как и учебный рисунок, модель должна акцентировать внимание ученика на наиболее важных, существенных характеристиках объекта. При этом 3D-модель должна сохранять возможность детализации путем масштабирования отдельных элементов. Необходимо учитывать, что интерактивность компьютерной модели, форм и способов осуществления диалога в ней, играют важную роль в построении эффективного учебного процесса.

С целью анализа состояния предмета исследования на начальном этапе констатирующего педагогического эксперимента мы попытались выяснить перспективность применения дополненной реальности в обучении физике и отношение учеников к этому средству обучения. Были проведены уроки с применением приложения Augment и разработанных нами 3D-моделей физических объектов, изучаемых в курсе физики 9-го класса.

При работе в классе ученики не использовали смартфоны по соображениям соблюдения дисциплины на уроке, поэтому модель дополненной реальности про-

ектировалась на экран или на мультимедийную панель. При выполнении домашних заданий и самостоятельной работе с учебником учащиеся использовали смартфоны для изучения рисунков в учебнике с дополненной реальностью. Элементы дополненной реальности были созданы и для задач по физике в учебнике. В начале экспериментального обучения ученикам была дана детальная инструкция по работе с приложением, при необходимости была оказана помощь по установке и настройке приложения.

Установлено, что дети легко могут обнаружить взаимосвязь между действиями и эффектами в AR-пространстве и причинно-следственные связи, которые они могут создать и использовать для понимания учебного материала, размещенного в учебнике.

После пробных уроков ученики отвечали на вопросы анкеты, которая содержала два основных раздела: 1) изучение физики; 2) инструмент дополненной реальности в изучении физики. Объем группы - 26 девятиклассников. В анкете необходимо было оценить степень своего согласия или несогласия с каждым утверждением. Результаты каждого раздела представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты исследования отношения учеников к обучению с дополненной реальностью (N=24)

Фактор	Утверждения	Среднее значение	Стандартное отклонение
Изучение физики	Боюсь ходить на уроки физики.	4,43	0,94
	С нетерпением жду окончания урока физики.	4,37	0,93
	Меня интересуют некоторые физические явления нашей повседневной жизни.	4,50	0,86
	Мне нравится проводить физические эксперименты.	4,63	0,72
	Решать задачи по физике несложно.	3,87	0,97
Учебное приложение AR для изучения физики	Приложение дополненной реальности очень сложное и им трудно пользоваться.	3,83	0,95
	Я лучше концентрируюсь на материале, когда использую дополненную реальность.	4,20	1,06
	Я могу полностью понять материал по физике с помощью дополненной реальности.	4,00	0,98
	Изучать физику с помощью дополненной реальности намного интереснее.	4,27	0,87
	В дальнейшем мне хотелось бы изучать физику с помощью дополненной реальности.	4,40	0,86

В анкете использовалась шкала суммарных оценок Р. Ликерта. При работе со шкалой испытуемый оценивал степень своего согласия или несогласия с каждым утверждением, от «полностью согласен» до «полностью не согласен». Сумма оценок каждого отдельного утверждения позволила выявить установку испытуемых к указанным в таблице 1 утверждениям.

Среди утверждений фактора «Изучение физики» только индекс пятого утверждения («Решать задачи по физике несложно») ($M = 3,87$) ниже среднего. Это означает, что большинство учеников думают, что задачи по физике трудно решать. Результаты показывают, что дети интересуются некоторыми физическими явлениями из повседневной жизни. Основываясь на этих результатах, исследователи пришли к выводу, что учителя должны пробовать применять инновационные методы обучения и использовать вопросы по физике, отражающие повседневные ситуации, чтобы повысить мотивацию учеников.

Согласно результатам опроса об учебном приложении инструмента AR, большинство учеников продемонстрировали положительное отношение к использованию AR при изучении физики. Индекс оценки утверждений находится в среднем диапазоне ($M = 4,26$) от 3,83 до 4,47.

Сравнение полученных результатов с результатами в других исследованиях. Результаты исследования подтверждают широкие возможности дополненной реальности для проведения демонстраций по физике, целесообразность использования рисунков в учебнике как маркеров приложения дополненной реальности с целью повышения наглядности и увеличения объема изучаемого материала, повышения мотивации учеников. Новым фактом в нашем исследовании можно считать то, что приложение дополненной реальности наиболее эффективно при выполнении домашних заданий и в самостоятельной работе учащихся с учебником.

ВЫВОДЫ

Выводы исследования. Таким образом, можно утверждать, что ученики не только предпочитают изучать физику с помощью инструментов дополненной реальности, но также были впечатлены возможностью изучения физики с использованием AR. Учебное приложения AR привлекало их внимание, помогало им лучше понимать учебный материал и повышало мотивацию к обучению.

Перспективы дальнейших изысканий в данном направлении. Дальнейшее развитие технологии дополненной реальности в обучении физике связано с исследованием возможностей развития у учащихся образного мышления и пространственного воображения с применением AR. Планируется дальнейшее внедрение элементов дополненной реальности в процесс изучения физики в школе, совершенствование эргономических и методических условий использования AR технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Секерин В.Д., Горохова А.Е., Щербаков А.А., Юркевич Е.В. Интерактивная азбука с дополненной реальностью как форма вовлечения детей в образовательный процесс // Открытое образование. 2017. №5. С. 57-62
2. Дрокина К.В., Григорьева Н.В. Анализ возможностей применения технологии дополненной реальности в современных условиях // Инновационная наука. 2016. №2-1 (14). С. 114-116.
3. Крылова А.С. Использование дополненной реальности в образовательных целях // European Science. 2016. № 6 (16). С. 87-88.
4. Черкасов К.В., Чистякова Н.С., Чернов В.В. Применение дополненной реальности в образовании // Проблемы педагогики. 2017. №1 (24). С. 40-41.
5. Казаков К.В. Технология дополненной реальности как инструмент повышения качества процессов обучения // Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование. Сборник статей XXVIII международной научно-практической конференции. 2020. С. 87-88.
6. Беспалов Н.Е., Розозин С.А. Возможности виртуальной и дополненной реальности в образовательной сфере // Актуальные проблемы развития среднего и высшего образования. Сборник научных трудов. Челябинск, 2020. С. 133-137.
7. Григорьев А.С., Шефер О.Р. Дополненная реальность // Актуальные проблемы развития среднего и высшего образования. Сборник научных трудов. Челябинск, 2020. С. 127-133.
8. Сулимов Ю.В., Капачина В.М., Коваленко Д.А. Применение дополненной реальности в образовательной среде // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. 2020. № 28. С. 52-55.
9. Ануфриенко Е.К., Бортновский С.В. Использование технологии дополненной реальности в образовании // Молодежь и наука XXI века. Учитель технологии для современной (цифровой) школы. Сборник трудов научно-методической конференции. Красноярск, 2020. С. 8-10.
10. Саева А.Р. Использование технологий виртуальной и дополненной реальности как инструмент обучения // Моя профессиональная карьера. 2020. № 11. С. 103-106.
11. Агеев Н.В., Дорофеева Д.Д. Инновационные технологии в образовательном процессе: тенденции, перспективы развития // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Серия: Психолого-педагогические науки. 2017. №2 (34). С. 6-15.
12. Варламова К.С., Глечик Д.А., Рыбаков А.В. Использование мультимедиа технологий, программно-аппаратных средств виртуальной реальности и дополненной реальности в преподавании астрономии // Перспективы и возможности использования информационных технологий в науке, образовании и управлении. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Общая редакция М. В. Коломиной. 2019. С. 50-53.
13. Кочеткова О.А., Гришанина Ю.О. Технологии дополненной реальности при обучении школьников информатике // Современное образование: научные подходы, опыт, проблемы, перспективы. Сборник статей по материалам Национальной научно-практической конференции. Под общ. ред. М. А. Родионова. 2020. С. 183-186.
14. Бобелюк М.Б., Губенко Н.Е. Разработка системы «Увлекательная география» с использованием моделей дополненной реальности в межплатформенной среде Unity // Сборник статей по материалам X Международной научно-технической конференции. Донецк, 2019. С. 319-323.
15. Санников С.А. Разработка программного комплекса для проведения виртуальных уроков по физике с использованием дополненной реальности и 3D-стереоскопии // Инновации. 2014. № 10 (192). С. 26-29.
16. Wozniak P. et al. Perform light and optic experiments in augmented reality // Education and Training in Optics and Photonics. 2015. № 6. P. 55-61.
17. Корниенко Т.В., Потапов А.А. Использование дополненной реальности в школьном печатном издании // Казанский педагогический журнал. 2018. №1 (126). С. 121-126.
18. Кравченко Ю.А., Лежебоков А.А., Пащенко С.В. Особенности использования технологии дополненной реальности для поддержки образовательных процессов // Открытое образование. 2014. №3. С. 49-54.
19. Шелевер Л.В. Дополненная реальность в образовании - это миф или реальность? // European research: innovation in science, edu-

cation and technology. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2018. С. 31-35.

20. Жигалова О.П., Толстомятов А.В. Использование технологии дополненной реальности в образовательной сфере // Балтийский гуманитарный журнал. 2019. № 2 (27). С. 43-46.

21. Авксентьева Е.Ю., Хорошавин А.А. Технология дополненной реальности и перспективы совместного использования дополненной реальности и методик игрофикации // Современное образование: традиции и инновации. 2018. № 3. С. 47-51.

22. Сукачева Д.П., Пирогова М.А. Дополненная реальность для разработки интерактивных описаний лабораторных работ // Сборник трудов Международной научно-технической конференции. Москва, 2020. С. 218-219.

23. Некрасова И.И., Коркина Ю.В. Применение современных технологий виртуальной и дополненной реальности в условиях цифровизации образования // Актуальные проблемы модернизации высшей школы: резервы отечественной высшей школы в совершенствовании профессиональной подготовки специалистов. Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции. Новосибирск, 2020. С. 211-215.

24. Бойков А.В., Ярема Д.М. Использование мобильных приложений с дополненной реальностью в образовательном процессе // Современные образовательные технологии в подготовке специалистов для минерально-сырьевого комплекса. Сборник научных трудов Всероссийской научной конференции. Санкт-Петербург, 2020. С. 540-546.

25. Гребенкин Д.А., Свищёв А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности как интегрированный инструмент для создания образовательного контента в учебных заведениях // Моя профессиональная карьера. 2020. № 11. С. 247-254.

26. Kaufmann H., Meyer B. Simulating educational physical experiments in augmented reality // ACM SIGGRAPH Asia 2008 Educators Programme. 2008. С. 1-8.

Статья поступила в редакцию 30.09.2020

Статья принята к публикации 27.05.2021