

DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-10-43-56

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

С. Г. Григорьев¹, М. А. Родионов² ✉, О. А. Кочеткова²

¹ *Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия*

² *Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия*

✉ do7tor@mail.ru

Аннотация

В статье раскрывается роль и место технологий дополненной и виртуальной реальности в урочной и внеурочной деятельности. Несмотря на то что, как показывает образовательная практика, данные технологии обладают рядом преимуществ перед традиционными методами обучения, существует ряд проблем их эффективного внедрения в образовательный процесс. В частности, многие учителя испытывают сложности при использовании AR-технологий в своей профессиональной деятельности, связанные с определением их места и роли в конкретных обстоятельствах образовательного процесса. Целью работы является исследование возможностей применения технологий дополненной и виртуальной реальности как инновационной технологии организации образовательного процесса в реальной школьной практике. В тексте рассмотрены различные подходы к внедрению указанных технологий в образовательное пространство школы, технологические и методические особенности их освоения в рамках школьного курса информатики, дана сравнительная характеристика программ и приложений по созданию дополненной реальности, представлены разработки некоторых элементов дополненной реальности и раскрыты методические особенности их использования на уроках и внеклассных мероприятиях. В результате проведенного исследования стало возможным рассмотреть AR/VR-технологии как неотъемлемую часть школьного образовательного инструментария.

Ключевые слова: инновационные технологии обучения, виртуальная реальность, дополненная реальность, обучение информатике, QR-код.

Для цитирования:

Григорьев С. Г., Родионов М. А., Кочеткова О. А. Образовательные возможности технологий дополненной и виртуальной реальности. *Информатика и образование*. 2021;36(10):43–56. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-10-43-56

THE EDUCATIONAL POSSIBILITIES OF AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES

S. G. Grigoriev¹, M. A. Rodionov² ✉, O. A. Kochetkova²

¹ *Moscow City University, Moscow, Russia*

² *Penza State University, Penza, Russia*

✉ do7tor@mail.ru

Abstract

The article reveals the role and place of augmented and virtual reality technologies in classroom and extracurricular activities. Despite the fact that, as educational practice shows, these technologies have a number of advantages over traditional teaching methods, there are a number of problems of their effective implementation in the educational process. In particular, many teachers experience difficulties in using AR technologies in their professional activities, associated with determining their place and role in the specific circumstances of the educational process. The aim of the work is to study the possibilities of using augmented and virtual reality technologies as an innovative technology for organizing the educational process in real school practice. The text discusses various approaches to the implementation of these technologies in the educational space of the school, technological and methodological features of their development within the school informatics course, gives a comparative description of programs and applications for creating augmented reality, presents the development of some elements of augmented reality and reveals the methodological features of their use in lessons and extracurricular activities. As a result of the study, it became possible to consider AR/VR-technologies as an integral part of school educational tools.

Keywords: innovative teaching technologies, virtual reality, augmented reality, teaching informatics, QR code.

For citation:

Grigoriev S. G., Rodionov M. A., Kochetkova O. A. The educational possibilities of augmented and virtual reality technologies. *Informatics and Education*. 2021;36(10):43–56. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-10-43-56 (In Russian.)

1. Введение

В настоящее время постепенно складывается благоприятная ситуация относительно интеграции в образовательный процесс современных информационных технологий, которые привносят в него новые характеристики: непрерывность, надпредметность, повсеместность, симуляцию реальности [1–3]. **Технологии дополненной реальности (англ. Augmented Reality — AR) и виртуальной реальности (англ. Virtual Reality — VR)** являются актуальными и обладают рядом преимуществ перед традиционным обучением, поэтому задачей учителя становится внедрение данных технологий в образовательный процесс на уровне общего пользования обучающимися [4–7].

Под **виртуальной реальностью (VR)** понимается совокупность технологий, с помощью которых можно создать искусственный мир, физически не существующий, но ощущаемый органами чувств в реальном времени в соответствии с законами физики.

Дополненная реальность (AR) — это среда, в реальном времени дополняющая физический мир, каким мы его видим, цифровыми данными с помощью каких-либо устройств — планшетов, смартфонов и т. д. и программной части.

Следует отметить, что **современные системы дополненной реальности развиваются в следующих направлениях:**

- **Безмаркерная технология.** В ее основе лежат алгоритмы распознавания, где на снятую камерой местность накладываются опорные точки, которые помогают определить точное место, к которому привязывается модель.
- **Технология на базе маркеров,** которая делает привязку к месту для виртуальной модели. Маркер по своей структуре и внешнему виду напоминает QR-коды, которые также являются частью технологий дополненной реальности.
- **Технология привязки к GPS-меткам.** Приложение активируется, если координаты GPS совпадают с координатами виртуального объекта.

Маркер (метка) — это объект, расположенный в окружающем пространстве, который находится и анализируется специальным программным обеспечением для последующей отрисовки виртуальных объектов.

Применение рассматриваемых технологий позволяет визуализировать теоретические знания (например, дает возможность наглядно представить макеты физических приборов, исторических экспонатов, визуализировать сложные алгебраические поверхности и т. д.) [8]. Появление в последнее время большого числа мобильных приложений для обучения послужило толчком к рассмотрению возможности их использования в образовательном процессе [9–12].

Актуальность использования в системе образования AR/VR-технологий может быть обоснована следующими причинами [13–15]:

- использование AR/VR-технологий может повысить качество и эффективность процесса обучения, в том числе обучения информатике;
- AR/VR-технологии предоставляют возможность усиления обучающего эффекта за счет интерактивности 3D-моделирования, делая изучение учебного материала более интересным и доступным для обучающихся;
- данные технологии постепенно входят в повседневную жизнь и профессиональную деятельность современного человека, следовательно, возникает необходимость обучать работе с этими технологиями в рамках общеобразовательного курса;
- AR/VR-технологии позволяют повысить активность обучающихся в части самостоятельного изучения учебного контента.

Направлений использования виртуальной и дополненной реальности в образовании много. Перечислим некоторые из них [16–18]:

- **Специальное образование (образование для лиц с ограниченными возможностями здоровья).** VR позволяет настроить содержимое обучения в соответствии с индивидуальными потребностями каждого учащегося с ОВЗ.
- **Обучение навыкам.** Усвоение новых навыков происходит эффективнее, если они осваиваются в реальной жизни, а не только в теории при чтении учебников. Но при отработке навыков в реальной жизни могут возникнуть различные незапланированные, иногда даже опасные ситуации, которые могут привести к серьезным последствиям. Благодаря приложениям виртуальной реальности учащиеся могут виртуально осваивать навыки в сценариях, которые близки к реальности.
- **Дистанционное обучение.** Учащиеся, которые физически не могут присутствовать на уроках, могут обучаться с помощью VR-лекций.
- **Виртуальные экскурсии и уроки.** Возможность воспринимать окружающий мир «от первого лица» и ощущать свое пребывание в искусственно созданной действительности — одна из важнейших специфических черт AR/VR-технологий. Учащиеся могут по своему выбору «посещать» отдаленные или вовсе недоступные для них места, не тратя на такие экскурсии ни время, ни деньги. В том числе они могут посетить школы, колледжи и вузы своей мечты.

2. Дополненная реальность как компонент школьного информационно-технологического образования

Согласно ФГОС основного общего образования, освоение школьного курса информатики призвано обеспечить знакомство обучающихся с современными тенденциями развития ИКТ не только на теоретическом уровне, но и на практическом. Сле-

довательно, с появлением новых ИКТ появляется необходимость обновления школьной программы по информатике и совершенствования методики ее преподавания. Однако большинство учителей испытывают затруднения при необходимости применения в своей профессиональной деятельности AR/VR-технологий, а также плохо представляют, как можно использовать возможности этих технологий в образовательной практике для организации основных видов деятельности обучающихся [19–22].

Обновление школьных программ по информатике предполагает определенную коррекцию содержания курса, в основе которой включение тем, непосредственно связанных с изучением технологий дополненной и виртуальной реальности [23]. При этом не происходит кардинального изменения содержания тем курса, но при их изучении и выполнении соответствующих заданий раскрываются особенности применения этих технологий в контексте рассматриваемого учебного материала за счет времени, отведенного на изучение вариативного компонента действующих программ. Например:

- в раздел «Программное обеспечение компьютера» можно включить вопросы «Интерфейс программ и приложений дополненной (виртуальной) реальности, их сравнительная характеристика», «Платформы для создания AR/VR приложений»;
- в раздел «Алгоритмизация и программирование» полезно включить подразделы «Разработка приложений дополненной (виртуальной) реальности», «Программирование распознавания образов моделей», «Программирование взаимодействия объектов дополненной (виртуальной) реальности на языке программирования C#»;
- в разделе «Аппаратное обеспечение компьютера» помимо традиционных тем целесообразно затронуть вопросы: «Распознавание образов через кодирование информации», «Аппаратное обеспечение устройств дополненной (виртуальной) реальности», «Программы и приложения дополненной (виртуальной) реальности», «Необходимые устройства для построения дополненной (виртуальной) реальности», «Обучающие мобильные AR/VR-приложения».

Обозначенное выше дополнение содержания ряда тем курса информатики ставит перед учителем вопрос о подборе оптимального программного обеспечения для изучения дополненной и виртуальной реальности, разработки соответствующих проектов.

3. Сравнительная характеристика программ и приложений по созданию дополненной реальности

Рассмотрим примеры программ, использующихся для разработки AR/VR-проектов [12, 24].

ARLOOPA (<https://arloopa.com/>) — это самое популярное на данный момент приложение для

создания дополненной и виртуальной реальности (виртуальных туров). Приложение доступно на шести языках, включая русский. В него заложены следующие функции:

- сканирование на основе маркеров;
- отслеживание без маркеров;
- на основе местоположения дополненной реальности.

Алгоритм работы приложения следующий:

1. На официальном сайте (<http://arloopa.com/#ourmarkers>) выберите любой из представленных маркеров. Для удобства распечатайте его на принтере (можно на черно-белом).
2. Запустите приложение на смартфоне и выберите режим «сканер». Направьте камеру на выбранный маркер. Через несколько секунд после распознавания на экране смартфона появится объект дополненной реальности — видео, 2D-изображение, 3D-анимация. Некоторые 3D-объекты могут оживать при интерактивном взаимодействии с ними — реагируют на прикосновения пальцем на экране смартфона (рис. 1).

Приложение **Quiver — 3D Coloring** позволяет создавать «оживающие» благодаря дополненной реальности раскраски. После загрузки страниц раскрасок из приложения Quiver или с сайта (<http://www.quivervision.com>) их можно распечатать и раскрасить. Затем открыть на смартфоне приложение Quiver, нажать кнопку воспроизведения, отсканировать с помощью камеры смартфона получившееся

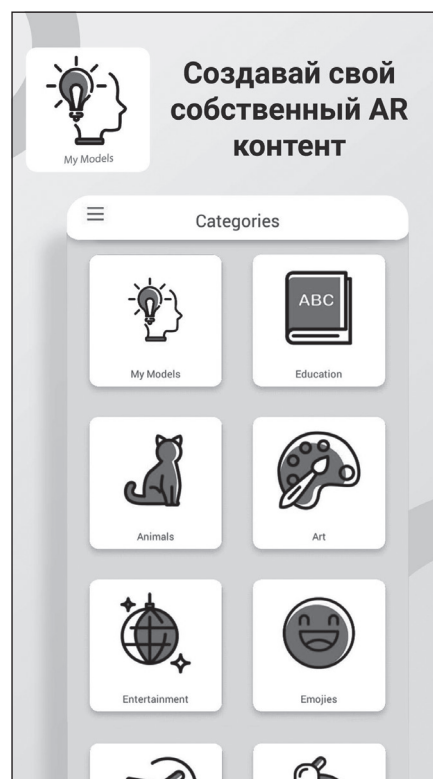


Рис. 1. Интерфейс приложения ARLOOPA

Fig. 1. ARLOOPA app interface

цветное изображение и наблюдать, как картинки «оживают».

Получившиеся трехмерные объекты предоставляют разные возможности:

- рассмотреть объемное изображение со всех сторон;
- включить различные звуковые эффекты (сигнал машины, рев мотора, рев животного и др.);
- задать эффекты дополнительной анимации (забить гол, нажав на мяч; увидеть извержение вулкана и др.).

EV Toolbox — это первый конструктор проектов дополненной и виртуальной реальности, разработанный в России. На официальном сайте программы (<https://eligovision.ru/>) есть множество готовых примеров проектов по дополненной и виртуальной реальности, библиотеки различных 3D-моделей, содержатся обучающие и справочные материалы.

Для работы в программе необходимы следующие компоненты:

- маркеры (специальные изображения, визуальные идентификаторы для компьютерных моделей), которые распознаются именно этой программой;

- камера, которая распознает и «видит» маркеры, передает сигнал на ПК или мобильное устройство;
- программное обеспечение, которое обрабатывает полученный сигнал и совмещает виртуальные модели с изображениями меток.

Конструктор состоит из двух программ: **EV Studio** (рис. 2), в которой пользователь задает сценарий презентации, и **prEView** для просмотра проекта в режиме реального времени.

Unity (<https://unity.com/ru>) — популярный межплатформенный конструктор для создания детализированного AR-контента. Редактор конструктора имеет классический интерфейс со множеством окон, который легко настраивать (рис. 3). Для создания приложений дополненной реальности используется плагин **Vuforia**. Данный плагин подходит для разработки дополненной реальности на маркерной и безмаркерной основе. **Vuforia** поддерживает виртуальные кнопки и фоновые спецэффекты.

Spark AR Studio (<https://sparkar.facebook.com/ar-studio/>) — это платформа дополненной реальности для MacOS и Windows, которая позволяет с легкостью создавать AR-эффекты (фильтры) и пу-

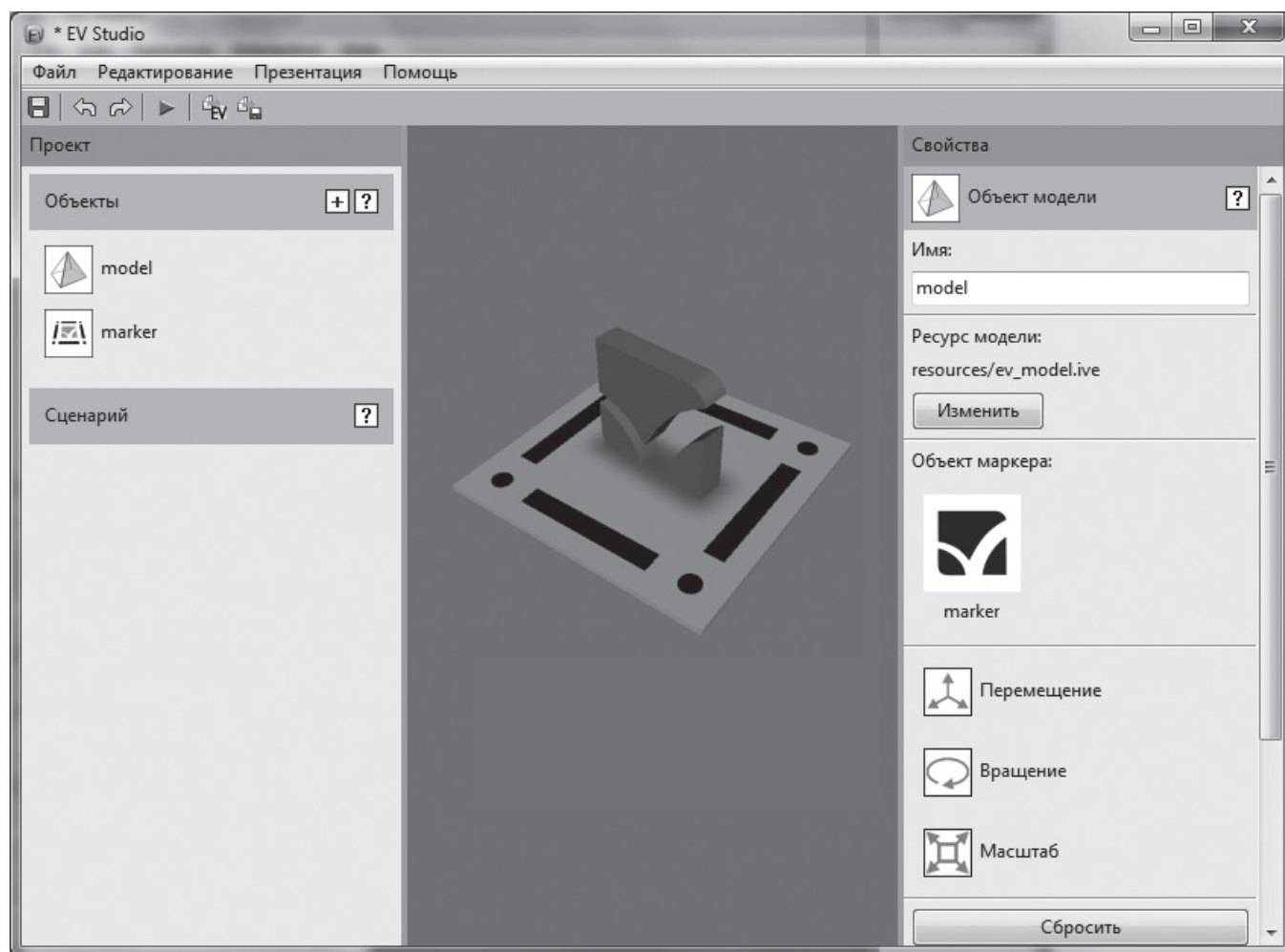


Рис. 2. Интерфейс конструктора EV Toolbox (программа EV Studio)

Fig. 2. EV Toolbox Designer Interface (EV Studio software)

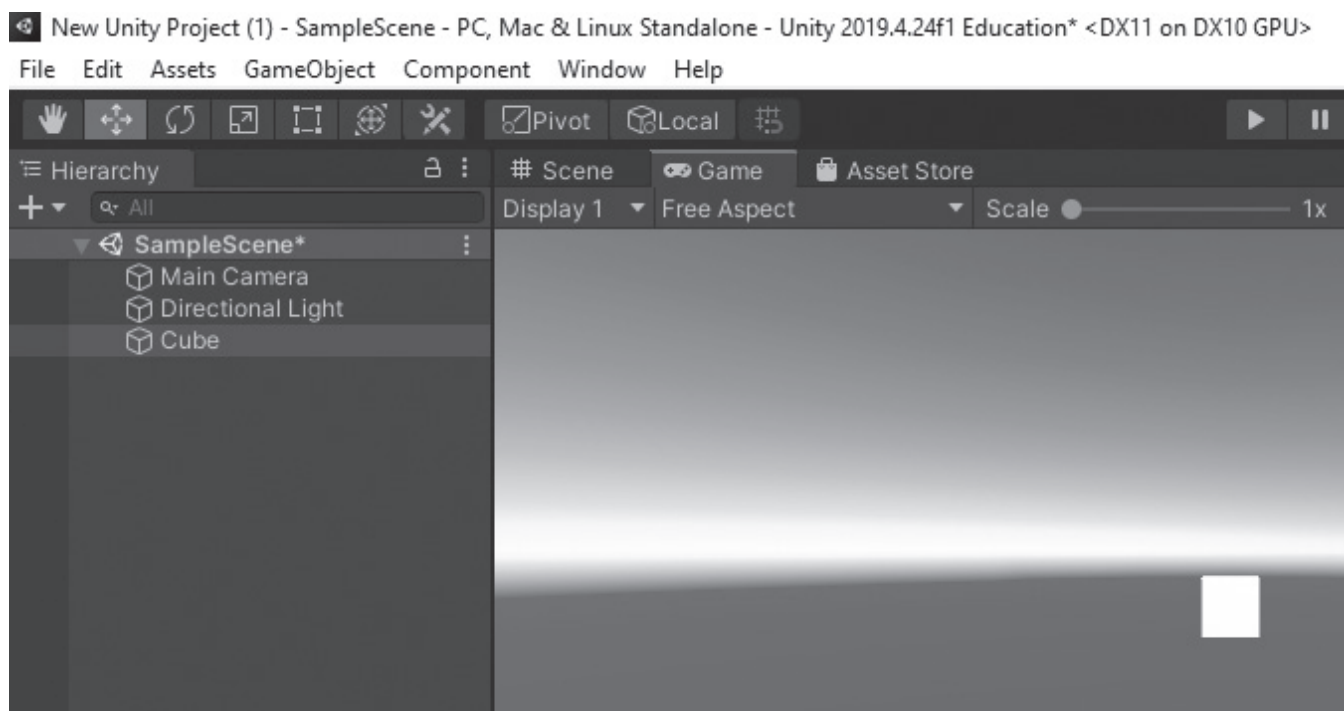


Рис. 3. Интерфейс программы Unity
Fig. 3. Unity interface

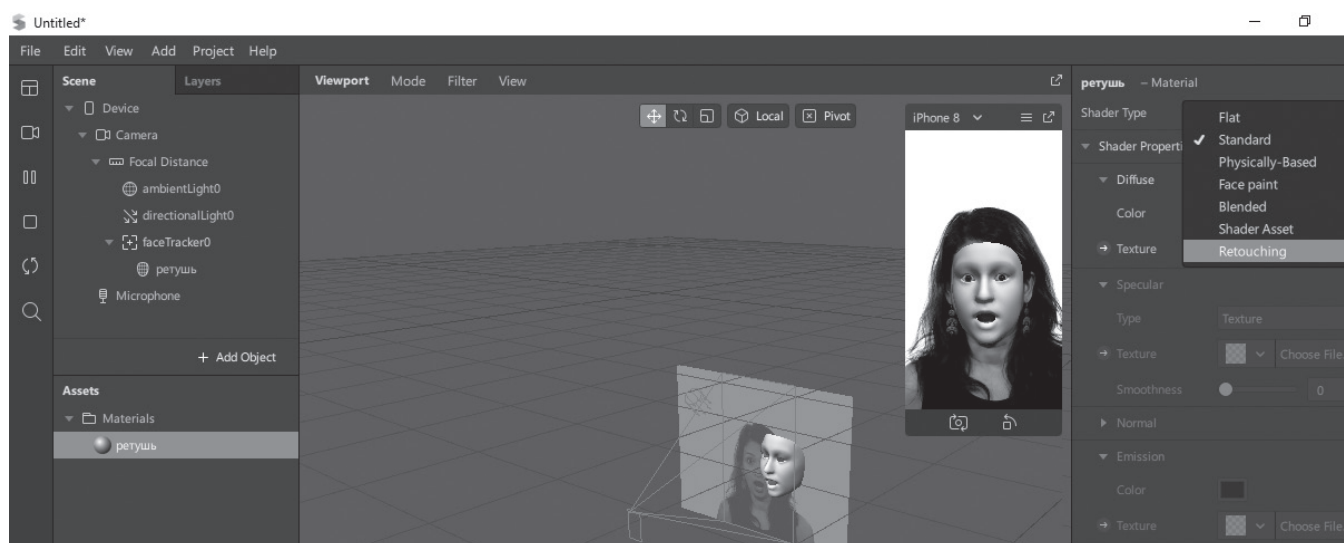


Рис. 4. Интерфейс программы Spark AR Studio
Fig. 4. Spark AR Studio interface

бликовать их в социальных сетях. В Spark AR Studio можно добавлять свои собственные звуковые файлы и трехмерные объекты, использовать встроенные библиотеки. Особенностью программы является визуальное программирование, которое путем манипулирования графическими объектами позволяет добавлять интерактивные элементы, анимировать объекты, выстраивать логику эффектов, а также создавать текстуры для своих сцен (рис. 4).

Сравнительная характеристика рассмотренных выше программ и приложений по созданию дополненной реальности представлена в таблице.

Заметим, что вышеперечисленные сервисы — это лишь небольшая часть существующих приложений для создания дополненной и виртуальной реальности.

Использование учителем и обучающимися данных программ ограничивается лишь возможностями воображения — интерактивные и панорамные экскурсии, создание виртуально объемных изображений, реализация виртуальных квестов и многое другое и могут быть эффективно реализованы на уроке при наличии у обучающихся устройств с доступом в сеть Интернет [25, 26].

Таблица / Table

Инструменты разработки дополненной реальности

Augmented reality development tools

№ п/п	Приложение	Лицензия	Поддерживаемые платформы	Язык	Особенности
1	ARLOOPA	Бесплатная, но есть платный контент.	Android	Русский, английский и др. — всего 6 языков	1. Сканирование маркеров как с экрана компьютера, так и с их распечатанных вариантов и их быстрое распознавание. 2. Появление на экране смартфона после распознавания изображений, анимации или видео, «оживших» при помощи AR. 3. Возможность сделать фото и видео с созданными объектами. 4. Некоторые объекты являются интерактивными и реагируют на прикосновения к экрану устройства
2	Quiver — 3D Coloring	Бесплатная	Android	Английский	Объемная 3D-модель раскрасок с дополненной реальностью
3	EV Toolbox	Платная	Windows	Русский	1. Готовые AR-проекты для различных школьных дисциплин, а также библиотеки 3D-моделей входят в состав программы. Работа с программой не требует наличия специального оборудования, 2. Удобный графический интерфейс, основанный на принципах визуального программирования с широким функционалом.
4	Unity	Две версии: бесплатная и платная.	Windows, MacOS, Linux	Английский	1. Наличие визуальной среды разработки, межплатформенной поддержки и модульной системы компонентов. 2. Позволяет создавать приложения, работающие под более чем 20 различными операционными системами, включающими ПК, игровые консоли, мобильные устройства, интернет-приложения и др.
5	Spark AR Studio	Бесплатная	Windows, MacOS	Английский	1. Позволяет с создавать AR-эффекты (фильтры) и публиковать их в социальных сетях. 2. Визуальное программирование, которое путем манипулирования графическими объектами позволяет добавлять интерактивные элементы, анимировать объекты, выстраивать логику эффектов, а также создавать текстуры для своих сцен

4. Образовательные возможности QR-кодов в освоении дополненной реальности

Технология кодирования «QR-код» (англ. Quick Response — быстрый отклик) является одной из технологий дополненной реальности. В QR-коде может быть зашифрована различная информация (текстовая, мультимедийная информация, ссылка на сайт и т. д.), подготовленная заранее учителем. Достоинство QR-кода состоит в том, что он позволяет

оперативно перейти на веб-сайт, открыть изображение или загрузить контактную информацию [27–29].

Каждый QR-код представляет собой цветное или черно-белое изображение (бар-код), по трем углам которого обычно размещены небольшие квадраты (маяки). Именно их специальные установленные на смартфоне приложения читают с любого угла наклона камеры. Для создания QR-кодов используют онлайн-генераторы, для считывания QR-кодов — приложения, установленные на смартфон или планшет [29, 30].

Применение QR-кодов в учебном процессе связано, как правило, с необходимостью осуществления учителем дополнительной работы: распространением в печатной форме среди обучающихся, подготовкой учебного контента, шифрованием учебной информации в QR-коды.

Использование QR-кодов в процессе обучения информатике включает разные направления:

- кодирование заданий для групповой или индивидуальной работы учащихся по одной или нескольким темам, при проведении интерактивных практических работ или организации самостоятельной работы;
- кодирование ссылки на интернет-ресурсы, содержащие дополнительную информацию по изучаемому вопросу или полезные при разработке учебного проекта.

5. Примеры применения элементов технологий дополненной и виртуальной реальности на уроках и во внеурочной деятельности

Рассмотрим несколько примеров применения дополненной и виртуальной реальности на уроках информатики и во внеурочной деятельности, апробированных нами в реальной школьной практике.

5.1. Внеурочное занятие с применением технологии дополненной реальности (QR-кодов) (VIII класс)

Одной из форм занятий по развитию учебно-исследовательских и проектных навыков обучающихся является образовательный квест. В квесте участнику или группе участников нужно пройти ряд препятствий, решить ряд задач для продвижения по сюжету, для достижения какой-либо цели. При проведении квестов можно использовать QR-коды, тем самым используя элементы технологии дополненной реальности.

В качестве примера рассмотрим квест «ИТ-сыщики» (игра-путешествие по станциям), рассчитанный на учащихся VIII классов. Участникам нужно на каждом этапе (станции) решать задания и находить подсказки, которые в конце игры помогут им разгадать ключевое слово. Каждый этап ограничен по времени. Задания квеста составлены таким образом, что способствуют развитию учебно-исследовательских и проектных навыков обучающихся.

Первая часть внеурочного занятия проходит в виде лекции по теме «Дополненная реальность». На данном занятии обучающиеся познакомятся с этой технологией, а после лекции им будет предложено пройти квест.

При соблюдении структуры и логики квеста при его проведении можно использовать и другие задания, здесь мы приведем лишь некоторые примеры.

Задание 1.

Расшифруйте фамилии известных специалистов в области информатики и информационных технологий (рис. 5).

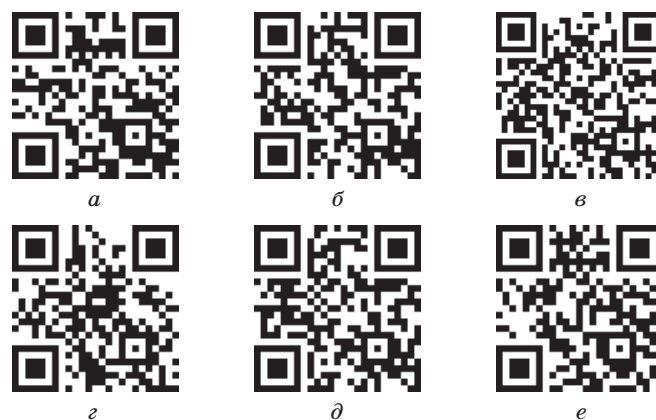


Рис. 5. QR-коды для задания 1

Fig. 5. QR codes for the task 1

Найдите:

- 1) двух создателей одного из языков программирования;
- 2) двух создателей массовых компьютеров компании Apple;
- 3) двух создателей социальных сетей.

Задание 2.

Декодируйте сообщение «1011110101100101000» с помощью кода (рис. 6):



Рис. 6. QR-код для задания 2

Fig. 6. QR code for the task 2

Задание 3.

После расшифровки QR-кода (рис. 7) на координатной плоскости нужно отметить координаты точек. Соедините точки по возрастанию. Не забывайте, что первое число — это координата по оси абсцисс, второе число — координата по оси ординат. Полученную картинку необходимо поменять на подсказку.



Рис. 7. QR-код для задания 3

Fig. 7. QR codes for the task 3

Задание 4.

Компьютерный вирус поселился в наших компьютерах. Вам предлагается поучаствовать в спасательной операции «Спаси компьютер от вируса» и расшифровать все слова (рис. 8).

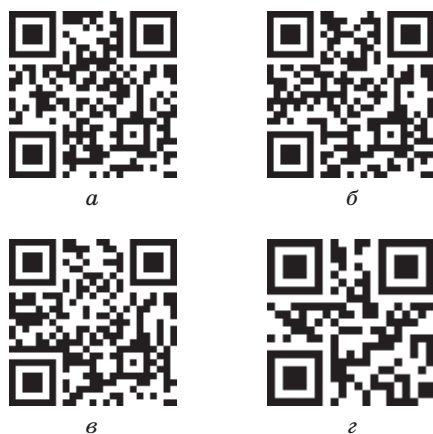


Рис. 8. QR-коды для задания 4

Fig. 8. QR codes for the task 4

5.2. Фрагмент урока на тему «Разработка алгоритмов для исполнителя Робот» (IX класс)

На уроке по указанной теме учащимся предлагается следующее задание.

Задание.

В системе программирования PascalABC выполните задание для исполнителя Робот: закрасить клетку в противоположном углу. Робот может находиться в любом из углов (рис. 9).

Решение.

Исполнитель Робот действует на прямоугольном клеточном поле. Между некоторыми клетками,

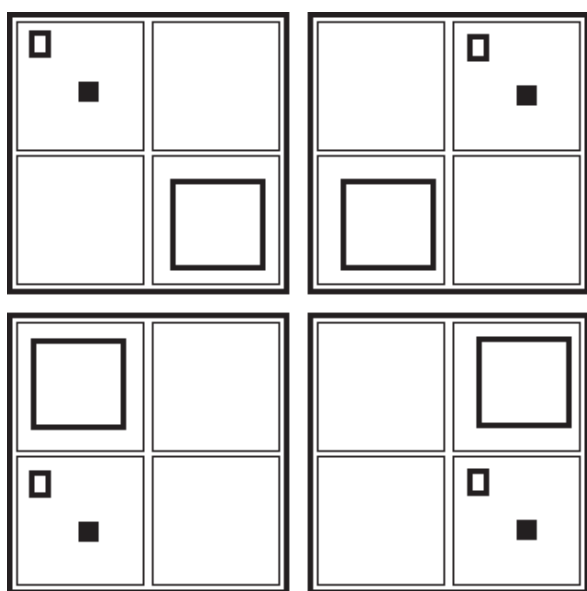


Рис. 9. Исходные положения исполнителя Робот

Fig. 9. The initial positions of the performer Robot

а также по периметру поля находятся *стены*. Основная цель Робота — закрасить указанные клетки и переместиться в конечную клетку. Большой квадрат изображает Робота, маленький квадрат в левом верхнем углу клетки — конечное положение Робота, черными точками помечены клетки, которые надо закрасить.

Программа на языке программирования PascalABC и результат ее выполнения представлены ниже (рис. 10):

```
uses robot;
begin
  Task('if3');
  if (WallFromRight and WallFromDown) then
  begin
    Left; Up;
  end
  else
  if (WallFromDown and WallFromLeft) then
  begin
    Up; Right;
  end
  else
  if (WallFromLeft and WallFromUp) then
  begin
    Right; Down;
  end
  else
  if (WallFromUp and WallFromRight) then
  begin
    Down; Left;
  end;
  Paint;
end.
```

При решении задачи учащиеся могут испытывать сложности при определении истинности условия, поэтому решение может уходить по ложному пути. Также некоторые учащиеся воспринимают полную форму команды ветвления как сокращенную. Для проверки правильности решения учащимся можно предложить использовать технологию дополненной реальности. Для этого они наводят камеру своего мобильного устройства на заранее подготовленный учителем маркер, и в приложении должен начаться проигрывш заранее загруженного видео, демонстрирующего верное решение (рис. 11).

5.3. Фрагмент урока на тему «Устройство компьютера» (VIII класс)

Цель урока: закрепить сформированные у обучающихся представления об аппаратном устройстве компьютера.

I. Этап изучения нового материала

Учитель. Посмотрите внимательно на компьютер. Он стоит у меня на столе. Назовите его составные части. (*Монитор, системный блок, клавиатура, мышь, колонки, принтер...*) Верно. В целом компьютер можно разделить на две условные части: системный блок и периферия.

Внутри системного блока много составных частей, а какие самые главные? (*Процессор и системная плата.*)

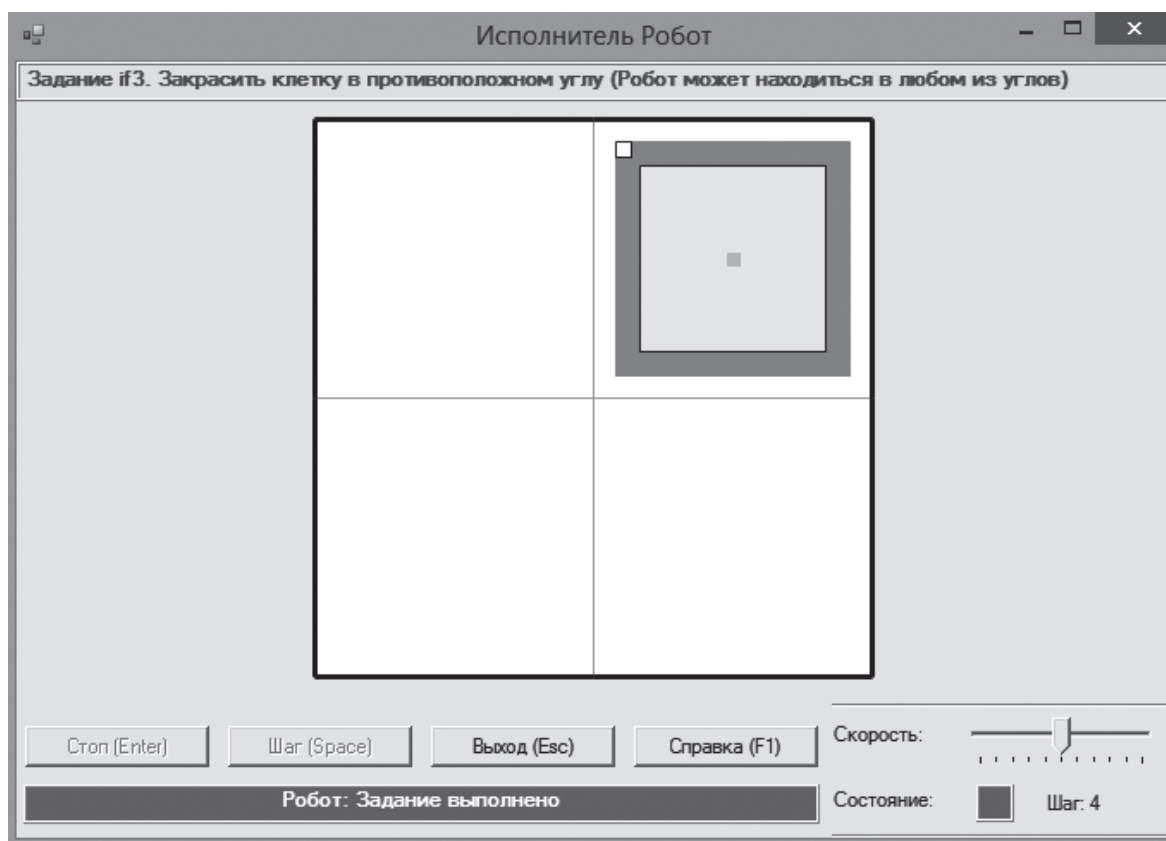


Рис. 10. Конечное положение исполнителя Робот

Fig. 10. The final position of the performer Robot



Рис. 11. Использование дополненной реальности для решения задачи

Fig. 11. Using augmented reality to solve the task

Процессор — основной рабочий компонент компьютера, который:

- выполняет арифметические и логические операции;
- управляет вычислительным процессом;
- координирует работу всех устройств компьютера. Реализуется процессор в виде большой интегральной схемы (БИС), на которой размещаются десятки миллионов функциональных элементов.

Системная плата — основной аппаратный компонент компьютера. На ней реализована магистраль обмена информацией, имеются разъемы для установки процессора и оперативной памяти, а также слоты для установки контроллеров внешних устройств.

II. Этап проверки понимания и первичного закрепления

Учитель. Мы с вами познакомились с устройством компьютера в теории, предлагаю посмотреть изученное на практике.



Рис. 12. Маркер «Системная плата»
 Fig. 12. The marker “System board”

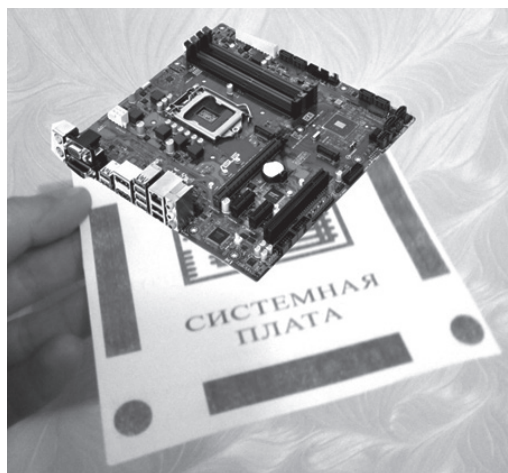


Рис. 13. Дополненная реальность «Системная плата»
 Fig. 13. Augmented reality “System board”

Учитель заранее подготавливает маркеры. Учащимся предлагается использовать дополненную реальность при рассмотрении устройств компьютера (рис. 12).

Ученик наводит веб-камеру на маркер, и у него на экране появляется 3D-модель системной платы (рис. 13).

Затем учитель называет деталь компоненты системной платы, и каждый ученик находит этот компонент на 3D-модели, тем самым демонстрируя уровень освоения материала.

III. Этап контроля усвоения и коррекции ошибок

Учитель. О чем сегодня шла речь на уроке?
 Что нового вы узнали из сегодняшнего урока?

Можно ли самостоятельно разбирать и собирать настольный компьютер?

А сейчас у вас на партах лежат сигнальные карточки красного и зеленого цветов, поднимите тот кружок, который соответствует вашему пониманию темы сегодняшнего урока: зеленый — если вам было интересно на уроке, все понятно; красный — не понял материал.

IV. Этап информирования о домашнем задании, инструктаж по его выполнению

Домашнее задание подготовлено в интернет-сервисе LearningApps (рис. 14). Ссылка на задание: <https://learningapps.org/361129>, доступ к нему осуществляется по QR-коду (рис. 15).

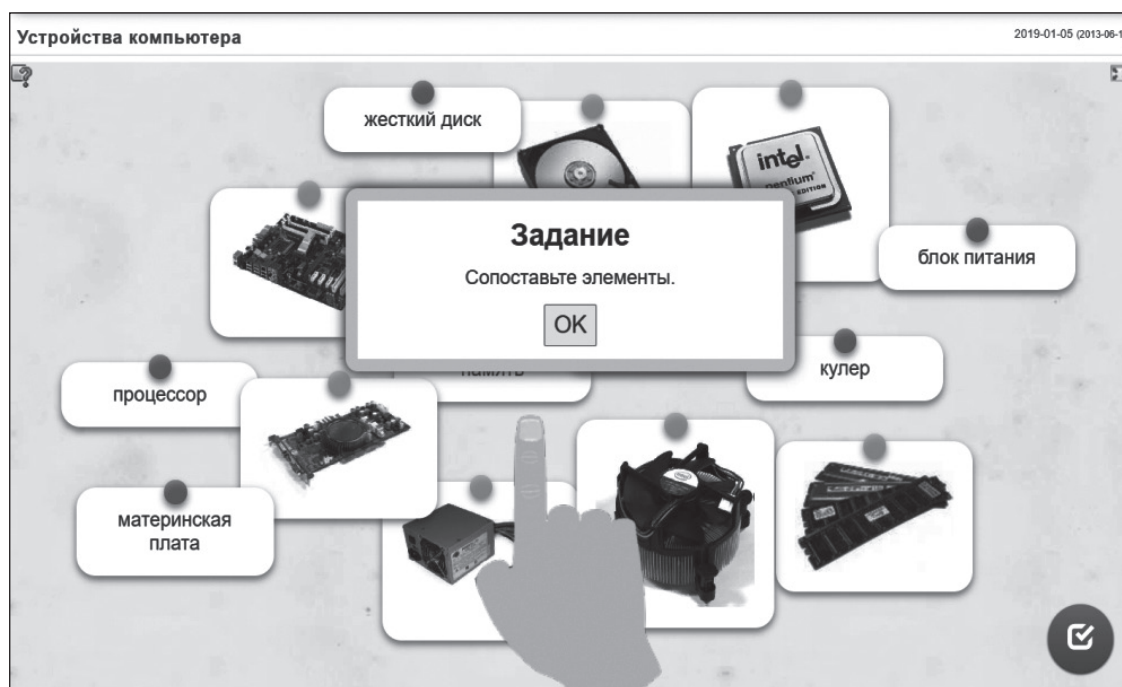


Рис. 14. Домашнее задание
 Fig. 14. Homework



Рис. 15. QR-код домашнего задания
Fig. 15. QR code of homework

Учитель заранее подготавливает маркеры в любом графическом редакторе. Дополненная реальность в данном примере реализована в программе EV Toolbox.

5.4. Межшкольные соревнования по разработке AR-приложений

Важное место в учебно-исследовательской и проектной деятельности школьников занимают конкурсы, олимпиады, соревнования, хакатоны и т. д. Они могут проводиться в очном и дистанционном режимах.

Рассмотрим примеры материалов для проведения межшкольных соревнований по разработке AR/VR-приложений. Задание для каждого направления хакатона может быть сформулировано в виде кейса (с указанием конкретных требований к их реализации).

Кейс 1. Интерактивный экспонат

Разработать минимум одну 3D-модель с качественной визуализацией с нескольких ракурсов. Модель должна быть высокополигональной и иметь текстуру, карту нормалей и цвет. Данную модель привязать к маркеру. Скомпилировать приложение на операционной системе Android (рис. 16).

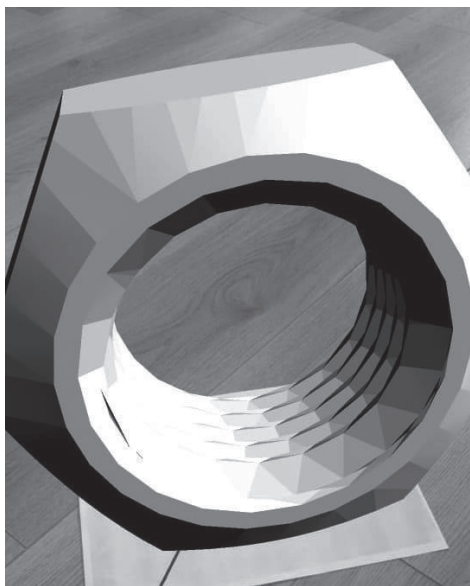


Рис. 16. Пример решения кейса 1
Fig. 16. Example of the solution of case 1

Кейс 2. Создание приложений AR/VR.

Разработать для платформы Android или IOS приложение дополненной (виртуальной) реальности для любого школьного предмета, которое будет демонстрировать экспериментальный процесс из школьной программы (например, химический, физический опыт, круговорот воды в природе и т. д.). Обязательно должна быть создана минимум одна 3D-модель, она должна быть анимирована и интерактивна. Желательно наличие звукового сопровождения происходящего процесса.

5.5. Особенности разработки элементов дополненной реальности

Обобщая рассмотренные выше разработанные элементы дополненной и виртуальной реальности, представляется возможным выделить основные детерминанты создания соответствующих приложений:

- обоснованный выбор тем, которые будут представлены с помощью AR/VR-технологии;
- анализ и сравнение уже имеющихся разработок в данной области;
- выбор программного обеспечения для разработки элементов дополненной и виртуальной реальности;
- распечатка маркеров (меток), использующихся в приложении, и предоставление их для доступа на все компьютеры, использующиеся во время занятия (распечатка меток является более эффективным способом их предоставления для обучающихся, так как лист бумаги, в отличие от экрана монитора, можно поворачивать перед камерой);
- обеспечение доступности и понятности для каждого учащегося рассматриваемых 3D-объектов или других типов объектов, привязанных к соответствующим маркерам (меткам) в разработанном приложении.

6. Выводы

Как показывает анализ литературы и опыт преподавания, использование AR-технологий в учебном процессе обеспечивает его наглядность и интерактивность, усиливает обучающий и развивающий эффекты, способствует формированию информационной грамотности учащихся.

Эффективное внедрение технологий дополненной реальности в содержание школьного курса информатики предполагает определенную коррекцию этого содержания путем включения в него вопросов, которые непосредственно связаны с изучением рассматриваемых технологий за счет времени, отведенного на изучение вариативного компонента действующих программ.

Для обеспечения эффективного выбора наиболее приемлемого в конкретных обстоятельствах приложения по созданию дополненной реальности была представлена сравнительная характеристика

наиболее распространенных приложений. Особое внимание в рассматриваемом ракурсе предлагается уделить QR-кодам, позволяющим оперативно переходить на веб-сайты, открывать изображения или загружать необходимую информацию.

Разработка и дальнейшее использование в школьном образовательном процессе технологии дополненной реальности предполагает реализацию ряда процедур, связанных с выбором наиболее приемлемых тем курса информатики, оптимального программного приложения, обеспечения понятности и доступности рассматриваемых объектов изучения, привязанных к соответствующим меткам выбранного приложения.

AR-технологии могут быть эффективно применены на уроках и внеклассных мероприятиях различного типа. Особенности такого применения проиллюстрированы на примерах образовательного квеста «IT-сыщики», уроков «Разработка алгоритмов для исполнителя Робот», «Устройство компьютера», а также межшкольных соревнований для разных возрастных групп по разработке AR-приложений.

Предлагаемые методические решения не требуют существенного изменения учебного планирования по информатике, структуры и содержания используемых учебных материалов. Они могут быть эффективно внедрены в ход того или иного занятия в рамках его уже «устоявшейся» структуры на основе задействованного приложения в соответствии с выделенными выше рекомендациями.

Список источников / References

1. Дюlicheva Ю. Ю. О применении технологии дополненной реальности в процессе обучения математике и физике. *Открытое образование*. 2020;(3):44–55. DOI: 10.21686/1818-4243-2020-3-44-55

Dyulichева Yu. Yu. About the usage of the augmented reality technology in mathematics and physics learning. *Open Education*. 2020;(3):44–55. DOI: 10.21686/1818-4243-2020-3-44-55

2. Гриншкун А. В. Возможности использования технологий дополненной реальности при обучении информатике школьников. *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования*. 2014;(3(29)):87–93. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22762200>

Grinshkun A. V. Possibilities of using augmented reality technologies in teaching informatics to schoolchildren. *Vestnik of Moscow City University. Series: Informatics and Informatization of Education*. 2014;(3(29)):87–93. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22762200>

3. Kononova N., Shiryayeva N., Oblasova I., Pletuhina A. The use of augmented reality technology in the educational process. *Proc. Int. Scientific Conf. "Innovative Approaches to the Application of Digital Technologies in Education and Research"*. CEUR-WS.org; 2019:196–205. Available at: http://ceur-ws.org/Vol-2494/paper_17.pdf

4. Bacca-Acosta J., Baldiris S., Fabregat, R., Graf S., Kinshuk. Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Education Technology and Society*. 2014;17(4):133–149. Available at: https://www.researchgate.net/publication/286049823_Augmented_Reality_Trends_in_Education_A_Systematic_Review_of_Research_and_Applications

5. Sannikov S., Zhdanov F., Chebotarev P., Rabino-vich P. Interactive educational content based on augmented reality and 3D visualization. *Procedia Computer Science*. 2015;66:720–729. DOI:10.1016/j.procs.2015.11.082

6. Кочеткова О. А., Пудовкина Ю. Н., Варлашина С. Ю., Наземнова Н. В., Гусарова М. Н. Дополненная реальность как инновационная технология организации образовательного процесса по информатике. *Современные проблемы науки и образования*. 2020;(5):1–8. DOI: 10.17513/spno.30104

Kochetkova O. A., Pudovkina Yu. N., Varlashina S. Yu., Nazemnova N. V., Gusarova M. N. Additional reality as an innovative technology of organizing the educational process on informatics. *Modern Problems of Science and Education. Surgery*. 2020;(5):1–8. DOI: 10.17513/spno.30104

7. Carmigniani J., Furht B., Anisetti M., Ceravolo P., Damiani E., Ivkovic M. Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools and Applications*. 2011;51(1):341–377.

8. McCrary Quarles A., Conway C. S., Harris S. M., Osler J., Rech L. Integrating digital/mobile learning strategies with students in the classroom at the historical black college/university (HBCU). *Handbook of Research on Digital Content: Mobile Learning, and Technology Integration Models in Teacher Education*. 2017. P. 390–408. DOI: 10.4018/978-1-5225-2953-8.ch020

9. Шакиров И. Ш. «RealEye»: инновационная технология организации образовательного процесса. *Ломоносовские чтения на Алтае: Фундаментальные проблемы науки и образования. Сборник статей Международной конференции*. Барнаул: Изд-во Алтайского государственного университета; 2015. С. 1042–1044.

Shakirov I. Sh. "RealEye": innovative technology for organizing the educational process. *Lomonosov Readings in Altai: Fundamental Problems of Science and Education. Proc. Int. Conf.* Barnaul, ASU Publishing House; 2015. P. 1042–1044.

10. Соснило А. И., Креер М. Я., Петрова В. В. Технологии виртуальной и дополненной реальности в менеджменте и образовании. *Управление*. 2021;9(2):114–124. DOI: 10.26425/2309-3633-2021-9-2-114-124

Sosnilo A. V., Kreer M. Y., Petrova V. V. AR/VR technologies in management and education. *Upravlenie/Management*. 2021;9(2):114–124. DOI: 10.26425/2309-3633-2021-9-2-114-124

11. Игнатьева Э. А. Использование технологии дополненной реальности в учебном процессе. *Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева*. 2019;(4):177–182. DOI: 10.26293/chgpu.2019.104.4.024

Ignatyeva E. A. Use of augmented reality technology in educational process. *I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University Bulletin*. 2019;(4):177–182. DOI: 10.26293/chgpu.2019.104.4.024

12. Григорьев С. Г., Родионов М. А., Кочеткова О. А. Реализация дополнительной общеобразовательной программы по тематическому направлению «Разработка виртуальной и дополненной реальности» с использованием оборудования центра цифрового образования детей «IT-куб»: методическое пособие. Режим доступа: <https://apkpro.ru/natsproektobrazovanie/bankdokumentov>

Grigoriev S. G., Rodionov M. A., Kochetkova O. A. Implementation of an additional general education program in the thematic area "Development of virtual and augmented reality" using the equipment of the center of digital education for children "IT-cube". *Methodological handbook*. Available at: <https://apkpro.ru/natsproektobrazovanie/bankdokumentov>

13. Калкен А. М., Федоров Ю. В., Спирина Е. А. Виртуальная и дополненная реальность в образовании: миф или реальность? *Парадигма современной науки глазами молодых. Сборник материалов XIV Международной на-*

учно-практической конференции, посвященной памяти основателей филиала Т. Ж. Атжанова и А. М. Роднова, 25-летию Конституции и Ассамблеи народа Казахстана. Костанай; 2020. С. 208–212.

Kalken A. M., Fedorov Yu. V., Spirina E. A. Virtual and augmented reality in education: Myth or reality? *The Paradigm of Modern Science through the Eyes of the Young. Proc. 14th Int. Scientific-Practical Conf. dedicated to the memory of the founders of the branch T. Zh. Atzhanov and A. M. Rodnov, the 25th anniversary of the Constitution and Assembly of the People of Kazakhstan*. Kostanay; 2020:208–212.

14. Azevich A. I. Virtual reality: Educational and methodological aspects. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2019;16(4):338–350. DOI: 10.22363/2312-8631-2019-16-4-338-350/

15. Joseph C. Augmented reality and virtual reality to aid students with learning disability: A review. *International Journal of Scientific and Technology Research*. 2020;9(02):6475–6478. Available at: <https://www.ijstr.org/final-print/feb2020/Augmented-Reality-And-Virtual-Reality-To-Aid-Students-With-Learning-Disability-A-Review.pdf>

16. Гриншкун А. В. Технологии дополненной реальности и подходы к ее использованию при создании учебных заданий для школьников. *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования*. 2017;(3(41)):99–105. Режим доступа: <https://vestnik.mgpu.ru/index2.php?param=lsdkDh1Zba>

Grinshkun A. V. Technology of additional reality and approaches to its use in creating training activities for schoolchildren. *Vestnik of Moscow City University. Series: Informatics and Informatization of Education*. 2017;(3(41)):99–105. Available at: <https://vestnik.mgpu.ru/index2.php?param=lsdkDh1Zba>

17. Byistrova T. Yu., Tokarskaia L. V. Multifunctional teaching device based on augmented reality technology designed for children with autism spectrum disorders. *Proc. Int. Scientific Conf. on Philosophy of Education, Law and Science in the Era of Globalization (PELSEG 2020)*. Atlantis Press; 2020:358–361. DOI: 10.2991/assehr.k.200723.074

18. Зверева Е. М. Усиление межпредметных связей при помощи использования дополненной реальности на внеурочных занятиях по информатике. *От информатики в школе к техносфере образования. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции*. Воронеж: Научная книга; 2016:157–160. Режим доступа: https://www.ir-tech.ru/wp-content/themes/irtech/img/public/2015/sbornik_conf_schoolinfo.pdf

Zvereva E. M. Strengthening interdisciplinary links through the use of augmented reality in extracurricular classes on informatics. *From Informatics in School to Technosphere of Education. Proc. Int. Scientific-Practical Conf. Voronezh, Nauchnaya kniga*; 2016:157–160. Available at: https://www.ir-tech.ru/wp-content/themes/irtech/img/public/2015/sbornik_conf_schoolinfo.pdf

19. Карташова Л. И., Левченко И. В. Методика обучения информационным технологиям учащихся основной школы в условиях фундаментализации образования. *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования*. 2014;(2(28)):25–33. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21841497>

Kartashova L. I., Levchenko I. V. Methods of teaching information technologies to primary school students in the conditions of fundamentalization of education. *Vestnik of Moscow City University. Series: Informatics and Informatization of Education*. 2014; (2 (28)). 25–33. 2014;(2(28)):25–33. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21841497>

20. Кузнецов А. А., Григорьев С. Г., Гриншкун В. В., Заславская О. Ю., Левченко И. В. Содержание обучения информатике в основной школе: на пути к фундаменти-

зации. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2010;(4):5–17.

Kuznetsov A. A., Grigoriev S. G., Grinshkun V. V., Zaslavskaya O. Yu., Levchenko I. V. The maintenance of education to computer science at the basic school: On the way to fundamentalization. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Informatization of Education*. 2010;(4):5–17.

21. Босова Л. Л. Школьная информатика в России и в мире. *Информатизация образования и науки*. 2018;(3(39)):134–145.

Bosova L. L. School informatics in Russia and in the world. *Informatization of education and science*. 2018;(3(39)):134–145.

22. Кочеткова О. А., Гришанина Ю. О. Технологии дополненной реальности при обучении школьников информатике. *Сборник статей по материалам XVI национальной заочной научно-практической конференции (с международным участием) «Артемьевские чтения»*. Пенза; 2020:183–186.

Kochetkova O. A., Grishanina Yu. O. Technologies of augmented reality in teaching informatics to schoolchildren. *Proc. 16th National Corr. Scientific-Practical Conf. (with int. participation) "Artemovskiy readings"*. Penza; 2020:183–186.

23. Klopfer E., Squire K. Environmental Detectives — the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*. 2007;56(2):203–228. DOI: 10.1007/s11423-007-9037-6

24. Ciproso P., Giglioli I. A. C., Raya M. A., Riva G. The past, present, and future of virtual and augmented reality research: A network and cluster analysis of the literature. *Frontiers in Psychology*. 2018;9:2086. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.02086

25. Daineko Ye. A., Ipalakova M. T., Tsoy D. D., Seitnura A. M. The role of new information and communication technologies in modern education. *Recent Contributions to Physics*. 2021;(2(77)):62–69. DOI: 10.26577/RCPH.2021.v77.i2.08

26. Elkoubaiti H., Mrabet R. Key elements of educational augmented and virtual reality applications. *Information Systems and Technologies to Support Learning*. 2019;111:100–105. Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-030-03577-8_12

27. Дубовицкая Л. В. QR-КОД: Возможности использования в целях продвижения. *Реклама: теория и практика*. 2012;(3):154–160.

Dubovitskaya L. V. QR CODE: The possibility of using it for promotion purposes. *Advertising: Theory and Practice*. 2012;(3):154–160.

28. QR codes in augmented reality: A new way to experience the real-world. Available at: <https://scanova.io/blog/augmented-reality-qr-code/>

29. Kubota S., Nakamura Y. Inspection support system for road maintenance using AR marker and QR code. *Journal of Japan Society of Civil Engineers Ser F3 (Civil Engineering Informatics)*. 2015;71(2):II_42–II_49. DOI: 10.2208/jscejcei.71.II_42

30. Law C., Wing Wah So S. QR codes in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*. 2010;3(1):85–100. DOI:10.18785/jetde.0301.0

Информация об авторах

Григорьев Сергей Георгиевич, доктор тех. наук, профессор, профессор департамента информатики, управления и технологий, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0034-9224>; e-mail: grigorovs@mgpu.ru

Родионов Михаил Алексеевич, доктор пед. наук, профессор, зав. кафедрой «Информатика и методика обучения информатике и математике», Педагогический институт им. В. Г. Белинского, Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2213-9997>; e-mail: do7tor@mail.ru

Кочеткова Ольга Анатольевна, канд. пед. наук, доцент кафедры «Информатика и методика обучения информатике и математике», Педагогический институт им. В. Г. Белинского, Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0001-8227-3720>; *e-mail*: gorelovaoa@mail.ru

Information about the authors

Sergey G. Grigoriev, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Professor at the Department of IT, Management and Technologies, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0002-0034-9224>; *e-mail*: grigorsg@mgpu.ru

Mikhail A. Rodionov, Doctor of Sciences (Education), Professor, Head of the Department “Informatics and Methods of

Teaching Informatics and Mathematics”, Pedagogical Institute named after V. G. Belinsky, Penza State University, Penza, Russia; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0003-2213-9997>; *e-mail*: do7tor@mail.ru

Olga A. Kochetkova, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Department “Informatics and Methods of Teaching Informatics and Mathematics”, Pedagogical Institute named after V. G. Belinsky, Penza State University, Penza, Russia; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0001-8227-3720>; *e-mail*: gorelovaoa@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 01.09.2021.

Поступила после рецензирования / Revised: 14.10.2021.

Принята к печати / Accepted: 19.10.2021.