



DOI: 10.32517/2221-1993-2024-23-3-81-86

Л. Г. Зверева, А. А. Запорожцева, Е. М. Петлина, И. А. Погодина
Ставропольский государственный педагогический институт, г. Ставрополь, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ AR- И VR-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ГЕОМЕТРИИ В ШКОЛЕ

Аннотация

В статье рассматривается применение AR- и VR-технологий в обучении геометрии в школе и исследуется эффективность их использования. Указаны достоинства и недостатки каждой технологии. Представлены основные подходы к применению AR- и VR-технологий при обучении геометрии, даны примеры использования этих подходов. Методические аспекты использования технологий в обучении рассмотрены в контексте создания иммерсивных сред, интерактивных и трехмерных моделей геометрических фигур и пространственных конструкций. Описан результат экспериментальной работы по апробации применения дополненной реальности в процессе обучения в школе. Результаты исследования подтверждают эффективность использования AR- и VR-технологий в обучении геометрии, что выражается в повышении интереса и мотивации обучающихся к данному предмету.

Ключевые слова: AR-технологии, VR-технологии, информационные технологии в школе, VR в школе, VR при обучении геометрии, методика обучения геометрии.

1. Введение

Современный мир находится в процессе цифровой трансформации, которая затрагивает все сферы нашей жизни, в том числе образование. Цифровая трансформация образования — это и широкое использование для обучения информационно-коммуникационных технологий, и внедрение в учебный процесс различных инновационных подходов.

Использование современных инновационных технологий имеет значительный потенциал для совершенство-

вания процесса обучения. В качестве положительных аспектов применения таких технологий аргументированно можно выделить повышение интереса обучающихся, в том числе за счет использования в обучении интерактивных элементов и геймификации. Потенциал инновационных технологий применительно к образованию значителен и на сегодняшний день ограничивается лишь экономическими факторами и присущей образовательной системе консервативностью.

Одни из наиболее перспективных инновационных технологий применительно к образованию —

Контактная информация

Зверева Лариса Геннадиевна, канд. экон. наук, доцент кафедры математики, информатики и цифровых образовательных технологий, Ставропольский государственный педагогический институт, г. Ставрополь, Россия; *адрес:* 355029, Россия, г. Ставрополь, ул. Ленина, д. 417 «А»; *e-mail:* bdeh@mail.ru

Запорожцева Анастасия Андреевна, ассистент кафедры математики, информатики и цифровых образовательных технологий, Ставропольский государственный педагогический институт, г. Ставрополь, Россия; *адрес:* 355029, Россия, г. Ставрополь, ул. Ленина, д. 417 «А»; *e-mail:* zaporozhtseva.anastasiya@mail.ru

Петлина Елена Михайловна, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математики, информатики и цифровых образовательных технологий, Ставропольский государственный педагогический институт, г. Ставрополь, Россия; *адрес:* 355029, Россия, г. Ставрополь, ул. Ленина, д. 417 «А»; *e-mail:* 356620@gmail.com

Погодина Ирина Алексеевна, канд. пед. наук, доцент кафедры математики, информатики и цифровых образовательных технологий, Ставропольский государственный педагогический институт, г. Ставрополь, Россия; *адрес:* 355029, Россия, г. Ставрополь, ул. Ленина, д. 417 «А»; *e-mail:* pogodiirina@yandex.ru

L. G. Zvereva, A. A. Zaporozhtseva, E. M. Petlina, I. A. Pogodina
Stavropol State Pedagogical Institute, Stavropol, Russia

USING AR AND VR TECHNOLOGIES IN TEACHING GEOMETRY AT SCHOOL

Abstract

The article discusses the use of AR and VR technologies in teaching geometry at school and examines the effectiveness of their use. The advantages and disadvantages of each technology are indicated. The main approaches to the use of AR and VR technologies in teaching geometry are presented, examples of using these approaches are given. Methodological aspects of using technologies in teaching are considered in the context of creating immersive environments, interactive and 3D models of geometric figures and spatial structures. The result of experimental work on testing the use of augmented reality in the learning process at school is described. The results of the study confirm the effectiveness of using AR and VR technologies in teaching geometry, which is expressed in an increase in the interest and motivation of students in this subject.

Keywords: AR technologies, VR technologies, information technologies at school, VR at school, VR in teaching geometry, methodology for teaching geometry.

AR- и VR-технологии, которые сегодня активно внедряются в образовательный процесс в рамках цифровой трансформации.

AR-технология (*англ.* Augmented Reality) — технология дополненной реальности, позволяющая накладывать цифровой контент на реальный мир. Она использует камеру устройства (например, смартфона или планшета) для определения местоположения объектов в реальном времени и наложения на них виртуальных объектов или информации [13]. Для этого используются различные методы распознавания, такие как маркеры, SLAM (*англ.* Simultaneous Localization and Mapping — одновременная локализация и построение карты) или GPS (*англ.* Global Positioning System — глобальная позиционирующая система) [9, 14]. Фактически технологии дополненной реальности предлагают эффективный способ визуализации некоторых абстрактных понятий, а также поддерживают взаимодействие между реальной и виртуальной средами [5, 10].

VR-технология (*англ.* Virtual Reality) — технология виртуальной реальности, позволяющая создавать полностью искусственный цифровой мир, в котором пользователь может взаимодействовать с объектами и другими пользователями с помощью специальных устройств ввода, таких как шлемы виртуальной реальности, перчатки и контроллеры [3]. Для создания эффекта присутствия в виртуальной среде используются технологии графического рендеринга, стереоскопические изображения и звуковые эффекты [6].

Применение AR- и VR-технологий в образовании — это актуальная и перспективная тема, которая привлекает все большее внимание научного сообщества. Так, технологии дополненной реальности, наряду с технологиями виртуальной и смешанной реальности, относятся к ключевым образовательным технологиям следующего десятилетия [1].

2. Методологические основы применения AR- и VR-технологий в преподавании геометрии

Рассматривая интеграцию AR- и VR-технологий в образовательный процесс глобально, стоит обозначить, что использование цифровых технологий в образовании является необходимым условием для повышения качества образования и развития компетенций обучающихся.

Согласно актуальным исследованиям, **ключевыми компетенциями, необходимыми для успешной адаптации подрастающего поколения к жизни и работе в XXI веке, являются** [11]:

- критическое мышление;
- решение проблем;
- творческий подход;
- коммуникация;
- сотрудничество;
- глобальное мышление;
- цифровая грамотность;
- самообучение.

Применение AR- и VR-технологий в образовательном процессе способствует развитию указанных компетенций. Например, обучение исследовательской работе может быть улучшено благодаря виртуальным лаборато-

риям, позволяющим экспериментировать в безопасной среде. Применение виртуальных лабораторий в исследовательской деятельности учащихся помогает развивать у них *критическое мышление, навыки решения проблем и творческий подход*.

Использование AR- и VR-технологий позволяет улучшить *коммуникацию* между обучающимися и их *сотрудничеством*, например, при выполнении групповых проектов или виртуальных экскурсий.

Глобальное мышление может развиваться с помощью виртуальных путешествий по разным странам и культурам, а также путем взаимодействия с учащимися из разных уголков мира через технологии видеоконференций.

Цифровая грамотность может быть улучшена за счет использования AR- и VR-технологий для создания цифровых проектов, игр и презентаций.

Наконец, *самообучение* может быть стимулировано с помощью разнообразных онлайн-курсов, тренингов и игр, доступных через AR- и VR-технологии [8].

Однако большинство современных инновационных технологий помимо глобального назначения имеют свои **узкопрофильные области применения**, где они могут быть наиболее эффективными. Так, использование *интерактивных игр с математическими задачами* [2] значительно более применимо к математике, нежели к другому школьному предмету. Однако что касается *онлайн-курсов и технологий дистанционного образования*, то при преподавании математики они имеют низкую эффективность, в отличие от языкового обучения [7] — именно при языковом обучении данные технологии могут быть использованы в качестве образовательных платформ в целях практики в режиме реального времени с носителями языка.

Что касается *AR- и VR-технологий*, то они обладают сравнительно большей эффективностью при обучении химии, физике и геометрии. Однако применение данных технологий при обучении химии и физике носит скорее демонстрационный характер, т. е. они используются для ознакомления с результатами каких-либо опытов. *В обучении же геометрии, которая является одним из ключевых предметов школьной программы и развивает пространственное и логическое мышление, применение AR- и VR-технологий значительно повышает восприятие и понимание ключевых понятий и, следовательно, дисциплины в целом*.

Так, преподавание геометрии в традиционной форме, с использованием только лишь тетрадей и учебников, не всегда оказывается эффективным для всех учеников, особенно для тех, кто испытывает трудности с восприятием и пониманием абстрактных понятий, таких как точка, линия, плоскость, угол, фигура и т. д.

Использование AR- и VR-технологий в обучении геометрии имеет потенциал для того, чтобы сделать процесс обучения более интерактивным и увлекательным. Благодаря этим технологиям обучающиеся могут более глубоко знакомиться с геометрическими понятиями, визуализировать их и применять на практике. AR- и VR-технологии также способствуют развитию креативности и представления способов решения геометрических задач в пространстве. Уже сегодня AR- и VR-технологии рекомендуются для использования в школах при изучении геометрии [4].

В основе AR-технологий лежит добавление дополнительной информации на реальное окружение, в то время как VR-технологии создают полностью виртуаль-

ное пространство. В таблице представлены основные подходы к применению этих технологий при обучении геометрии в школе.

Таблица

Основные подходы к применению AR- и VR-технологий при обучении геометрии

№ п/п	Подход к применению AR- и VR-технологий при обучении геометрии	Примеры использования подхода	Ключевые методические аспекты
1	Использование AR-технологий для создания интерактивных учебных материалов и моделей, что способствует повышению интереса обучающихся к учебному процессу и улучшению усвоения материала	<i>Интерактивные геометрические модели.</i> В AR-приложении создаются геометрические модели, которые можно перемещать и поворачивать в пространстве. Это позволяет обучающимся рассматривать геометрические фигуры со всех сторон, а также увидеть их в различных масштабах. Например, для изучения геометрии можно создать AR-модели пирамид, кубов, сфер и других геометрических фигур	<i>Интерактивность:</i> AR-технологии должны быть максимально интерактивными, чтобы обучающиеся могли взаимодействовать с учебными материалами и моделями
		<i>Визуализация примеров.</i> С помощью AR-технологий можно визуализировать примеры задач, что облегчает понимание материала и помогает обучающимся применять знания на практике. Например, можно создать AR-модель задачи на построение треугольника по трем сторонам или на вычисление объема тела	<i>Понятность:</i> AR-технологии должны быть понятны и доступны для всех обучающихся, независимо от уровня их подготовки
		<i>Интерактивные задания.</i> AR-технологии позволяют создавать интерактивные задания, в которых обучающиеся могут применять знания геометрии на практике. Например, можно создать AR-задание на построение треугольника или на определение площади поверхности тела	<i>Релевантность:</i> AR-технологии должны быть применены только в тех случаях, когда это имеет смысл и может помочь обучающимся лучше понимать геометрические понятия
2	Использование VR-технологий для создания иммерсивных сред, в которых обучающиеся могут более эффективно понимать и запоминать сложные концепции, в том числе в области геометрии	<i>Создание и использование в процессе обучения геометрии виртуальной аудитории,</i> где обучающиеся могут взаимодействовать с геометрическими объектами и формами в трехмерном пространстве	Одним из ключевых методических аспектов использования VR-технологий для создания иммерсивных сред является <i>необходимость поддержания правильного баланса между иммерсивностью и функциональностью.</i> Слишком высокая иммерсивность может отвлечь обучающихся от учебного материала и снизить эффективность обучения. Также важно учитывать возможности обучающихся, чтобы не создавать чрезмерной нагрузки на их визуальную и когнитивную память
		<i>Создание и использование в процессе обучения геометрии виртуальных лабораторий,</i> где обучающиеся могут проводить эксперименты и изучать геометрические принципы в более интерактивной и эффективной форме	Еще одним ключевым методическим аспектом является <i>правильный выбор программного обеспечения и оборудования для создания иммерсивных сред.</i> Например, для более точного воспроизведения геометрических объектов необходимо использовать оборудование высокого качества, такое как шлемы виртуальной реальности и контроллеры движения

Окончание табл. 1

№ п/п	Подход к применению AR- и VR-технологий при обучении геометрии	Примеры использования подхода	Ключевые методические аспекты
3	Использование VR-технологий для создания трехмерных моделей геометрических фигур и пространственных конструкций, что позволяет ученикам лучше понимать и запоминать геометрические понятия	Один из примеров использования VR-технологий для создания трехмерных моделей геометрических фигур — это приложение GeoGebra Mixed Reality. Это приложение позволяет ученикам создавать трехмерные модели геометрических фигур и манипулировать ими. Учащиеся могут изменять размер, форму и положение объекта, а также проводить различные геометрические операции, такие как поворот, перенос и отражение. Эти функции позволяют ученикам более глубоко понимать геометрические понятия и развивать навыки пространственного мышления	Ключевыми методическими аспектами использования VR-технологий для создания трехмерных моделей геометрических фигур и пространственных конструкций являются <i>обеспечение удобства использования приложений и интерфейсов</i> , а также <i>доступность</i> для обучающихся. Важно также разработать правильный подход к преподаванию геометрии в VR-среде, учитывая особенности данной технологии и специфику обучения в такой среде

3. Результаты апробации применения AR- и VR-технологий при обучении геометрии

Применительно к математике дополненная реальность как педагогический инструмент — это проектирование формальных объектов через физические предметы и явления. В целях практического обоснования предлагаемой методики и гипотезы о значительном потенциале AR- и VR-технологий для изучения геометрии был проведен педагогический эксперимент, который заключался в выявлении возможностей использования AR- и VR-технологий в качестве педагогического инструментария для изучения понятий геометрии с целью формирования у обучающихся абстрактного мышления. Педагогический эксперимент проводился на базе лицея № 35 г. Ставрополя. В качестве испытуемых были выбраны обучающиеся десятых классов в количестве 86 человек.

Основные задачи, которые были поставлены в рассматриваемом эксперименте:

- апробация разработанной методики по применению AR- и VR-технологий в школьном курсе геометрии;
- выявление условий формирования абстрактного мышления при изучении геометрии с применением AR- и VR-технологий;
- развитие представлений обучающихся о возможностях прикладных программ и технических достижений;
- разработка педагогических условий, способствующих формированию у обучающихся абстрактного мышления.

При проведении данного эксперимента использовались разнообразные педагогические методы исследования, такие как анкетирование, наблюдение, срез знаний в форме контрольной работы.

В начале проведения эксперимента в рамках *констатирующего этапа* был проведен срез знаний учеников десятых классов с целью исследования их базовых знаний и умений. В результате было выявлено,

что обучающиеся владеют аппаратом стереометрии на среднем уровне. По результатам анкетирования стало известно, что ученики испытывают затруднения при освоении раздела «Стереометрия» курса геометрии ввиду непонимания абстрактных пространственных объектов и отсутствия представлений об изучаемых явлениях. Для достоверности и чистоты эксперимента эти обучающиеся были разделены на две группы — контрольную (42 ученика) и экспериментальную (44 ученика). При обработке данных констатирующего этапа были получены результаты, представленные на рисунке 1, где проценты на диаграммах показывают процент успешного выполнения заданий контрольного среза от общего количества обучающихся для показателя уровня освоения темы и процент от общего количества обучающихся положительных ответов по результатам анкетирования для показателя наличия абстрактного мышления.

Такие данные позволили сделать предположение о том, что будет целесообразным применение AR- и VR-технологий при изучении некоторых разделов геометрии.

Содержание *формирующего этапа* педагогического эксперимента заключалось в практической апробации разработанной авторами методики по применению AR- и VR-технологий на уроках геометрии на уровне основного общего образования путем использования средств визуализации.

В контрольной группе занятия с использованием дополненной реальности не проводились, в экспериментальной группе обучение проводилось согласно авторской методике, способствующей формированию абстрактного мышления. Было проведено пять уроков с использованием AR- и VR-технологий в образовательном процессе для повышения абстрактного мышления обучающихся при изучении основных понятий раздела геометрии.

Цель следующего, *контрольного, этапа* эксперимента заключалась в выявлении роли AR- и VR-технологий на уроках геометрии как одного из средств повышения качества знаний, формирования абстрактного мышления. Были проведены контрольная работа, целью которой являлось определение уровня освоения

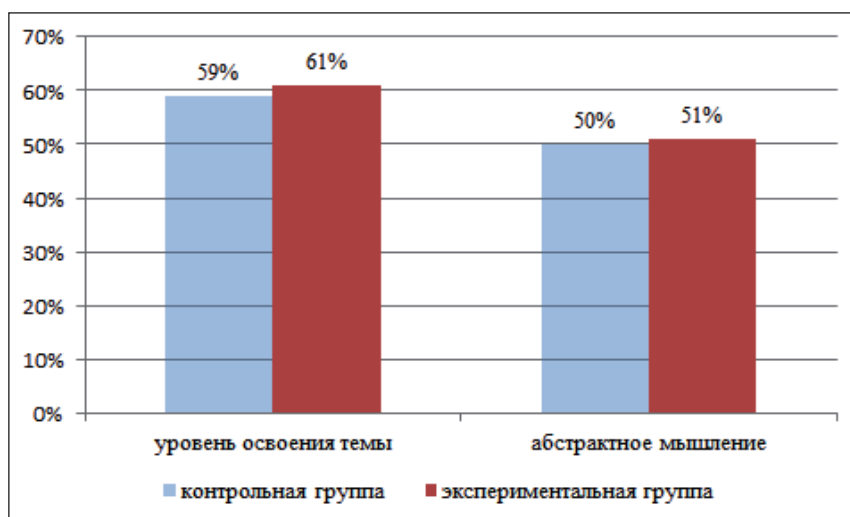


Рис. 1. Результаты констатирующего этапа



Рис. 2. Результаты эксперимента

дидактических единиц, а также опрос-анкетирование по самооценке учащимися уровня освоения ими изучаемого материала.

На рисунке 2 приведены сравнительные результаты входного и итогового контроля уровня диагностики знаний по исследуемой теме в контрольной и экспериментальной группах, а также результаты анкетирования обучающихся по уровню сформированности абстрактного мышления.

Из полученных данных видно, что на констатирующем этапе эксперимента различия по уровню подготовки обучающихся контрольной и экспериментальной групп были несущественными. По окончании эксперимента в контрольной группе ситуация практически не изменилась, а в экспериментальной группе отмечен рост уровня сформированности знаний по данной теме, а также навыков абстрактного мышления.

Полученные в результате педагогического эксперимента данные демонстрируют положительную динамику развития уровня сформированности у обучающихся абстрактного мышления при обучении геометрии с использованием AR- и VR-технологий.

4. Выводы

В настоящее время использование AR- и VR-технологий в образовательном процессе становится все более распространенным. Применение этих технологий в обучении геометрии может значительно повысить эффективность обучения, поскольку позволяет создавать интерактивные и иммерсивные среды для изучения геометрических понятий и конструкций.

При выборе технологии для обучения необходимо учитывать, что VR-технологии значительно дороже и требуют более мощных компьютеров и дополнительного оборудования, такого как шлемы виртуальной реальности и контроллеры. Кроме того, использование VR-технологий может вызывать у некоторых людей в редких случаях дезориентацию и утомление глаз [12], что может отрицательно повлиять на эффективность обучения.

Однако преимущества VR-технологий в обучении геометрии также очевидны, особенно при создании иммерсивных сред, в которых обучающиеся могут более эффективно понимать и запоминать сложные концеп-

ции. VR-технологии также позволяют создавать полностью трехмерные пространства, которые обучающиеся могут исследовать.

Использование VR-технологий для создания трехмерных моделей геометрических фигур и пространственных конструкций позволяет ученикам лучше понимать и запоминать геометрические понятия.

Использование AR-технологий позволяет создавать интерактивные учебные материалы и модели, что способствует повышению интереса обучающихся к учебному процессу и улучшению усвоения материала. Кроме того, AR-технологии доступнее и дешевле в использовании по сравнению с VR-технологиями.

Несмотря на то что AR-технологии имеют ряд преимуществ перед VR-технологиями, у них также есть и некоторые недостатки. Во-первых, AR-технологии не могут создавать полностью виртуальные пространства, которые можно исследовать, как это возможно с помощью VR-технологий. В отличие от VR-технологий, которые создают полностью виртуальные миры, AR-технологии могут не полностью погрузить учеников в виртуальную среду, что может привести к снижению их вовлеченности и, как следствие, к снижению эффективности обучения.

Таким образом, применение AR- и VR-технологий в обучении геометрии является не просто перспективным направлением, которое может существенно улучшить процесс обучения и усвоение материала обучающимися, но и готовой к использованию педагогической технологией. Однако необходимо учитывать как достоинства, так и недостатки каждой из этих технологий и выбирать ту технологию, которая наиболее подходит для конкретной образовательной задачи.

Список источников

1. Анохина И. В. Использование интерактивных средств обучения на уроках математики // Вопросы науки и образования. 2020. № 21(105). С. 71–75. EDN: RBLQLI.
2. Волинов М. М., Китов А. А., Горячкин Б. С. Виртуальная реальность: виды, структура, особенности, перспективы развития // E-Scio. 2020. № 5 (44). С. 795–812. EDN: CTCHCT.
3. Дюличева Ю. Ю. О применении технологии дополненной реальности в процессе обучения математике и физике // Открытое образование. 2020. Т. 24. № 3. С. 44–55. EDN: CFQSF8. DOI: 10.21686/1818-4243-2020-3-44-55
4. Итинсон К. С. Перспективы и возможности применения инновационных интерактивных технологий: дополненная реальность в обучении студентов в высших учебных учреждениях // Балтийский гуманитарный журнал. 2020. № 1 (30). С. 67–70. EDN: THLNXP. DOI: 10.26140/bgз3-2020-0901-0016.
5. Князева Г. В. Виртуальная реальность и профессиональные технологии визуализации // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. 2010. № 15. С. 68–76. EDN: MYSDVX.
6. Кондрахина Н. Г., Южакова Н. Е. Специфика технологий современного дистанционного обучения иностранным языкам // Образование и право. 2020. № 9. С. 274–280. EDN: DJVVK. DOI: 10.24411/2076-1503-2020-10943
7. Корчак К. И., Красильников В. В., Тоискин В. С. Современные подходы к понятию цифровой трансформации образования // Проблемы современного образования. 2022. № 1. С. 171–183. EDN: GEZPX. DOI: 10.31862/2218-8711-2022-1-171-183
8. Кравцов А. А., Лойко В. И. Особенности реализации маркерного трекинга на массовых мобильных устройствах // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 113. С. 430–444. EDN: UZLJVD.
9. Молочко А. В. Перспективы и возможности технологии дополненной реальности применительно к инновационным образовательным технологиям в ходе обучения студентов-географов // Видеонаука. 2018. № 4 (12). С. 2–6. EDN: KFEXIP.
10. Тоискин В. С., Красильников В. В., Корчак К. И. Цифровизация педагогического образования в контексте цифровой трансформации образования: сущность, структура и меры по обеспечению практической реализации // Международный научный журнал. 2022. № 2. С. 119–131. EDN: DWSDHY. DOI: 10.34286/1995-4638-2022-83-2-119-131
11. Уваров А. Ю. Об описании компетенций XXI в. // Образовательная политика. 2014. № 4 (66). С. 13–30. EDN: TMHVEB.
12. Хиллис Е. М., Кащенко Т. П., Корнюшина Т. А. Влияние использования шлема виртуальной реальности на зрительные функции // Медицина труда и промышленная экология. 2006. № 9. С. 16–23. EDN: KFARVB.
13. Яковлев Б. С., Пустов С. И. История, особенности и перспективы технологии дополненной реальности // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2013. № 3. С. 479–484. EDN: MWPJML.
14. Becker S. A., Brown M., Dahlstrom E., Davis A., DePaul K., Diaz V., Pomerantz J. NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition. EDUCAUSE: Louisville, KY, USA, 2018.