

Министерство просвещения Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО УрГПУ)
Институт математики, физики, информатики и технологий
Кафедра информатики, информационных технологий и методики
обучения информатике

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ПОДДЕРЖКУ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ МАТЕМАТИКЕ

*Выпускная квалификационная работа
бакалавра по направлению подготовки
44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).
Профиль: Математика и информатика*

Работа допущена к защите:
« ____ » _____ 2022 г.
Заведующий кафедрой:

(подпись)

Исполнитель:
студент(ка) группы МИ-1701
Института математики, физики,
информатики и технологий
Ладэ Э.О.

(подпись)

Научный руководитель:
к.п.н., доцент кафедры ИИТиМОИ
Тимирова А.М.

(подпись)

Екатеринбург 2022

Оглавление

Введение	5
1 Теоретико-технологические основы разработки элементов дополненной реальности для обучения	7
1.1 Понятие, методы и средства разработки технологий дополненной реальности	7
1.2 Практика применения дополненной реальности в процессе обучения .	12
1.3 Анализ содержания обучения математике в основной школе	16
2 Разработка объектов дополненной реальности	19
2.1 Разработка цифровых объектов в поддержку обучения математике	19
2.2 Методические рекомендации по разработке и использованию элементов дополненной реальности для обучения	26
2.3 Апробация разработанных элементов дополненной реальности и анализ результатов	39
Заключение	44
Список использованных источников	46

РЕФЕРАТ

Ладэ Э.О.РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ПОДДЕРЖКУ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ МАТЕМАТИКЕ, выпускная квалификационная работа: 50 с., 25 рис., 3 табл., 39 источн..

Ключевые слова: дополненная реальность, объекты дополненной реальности, обучение школьников математике.

Объект исследования: процесс обучения математике в основной школе.

Предмет исследования: использование технологии дополненной реальности в обучении.

Цель работы – разработать комплекс объектов дополненной реальности для обучения школьников математике.

В работе выделены положительные аспекты применения объектов дополненной реальности в процессе освоения содержания школьных предметов – повышение уровня вовлеченности обучающихся в изучение нового материала и результативности познавательной деятельности, так как школьники изучают новый материал посредством игры. Проведен анализ литературы и ресурсов сети Интернет, посвященных технологиям разработке объектов дополненной реальности для обучения.

Для создания разработки приложения дополненной реальности и AR-объектов были проанализированы и выбраны программно-технологические и аппаратные средства, использовалась связка инструментов: Vuforia SDK и Unity.

Созданы методические рекомендации по разработке и использованию объектов дополненной реальности для обучения школьников математике, в том числе разработаны полные конспекты трех уроков.

Представлен процесс разработки приложения для работы с AR-объектами, а также комплекса объектов дополненной реальности по теме «Построение графиков функций»: линейная функция (прямая), квадратичная функция (парабола), гиперболическая функция (гипербола).

Анимированные объекты и приложение для работы с виртуальными элементами прошли апробацию на уроках математики в МАОУ «Лицей №12» г. Екатеринбург.

Введение

Настоящее время – это время, где наиболее важной задачей для развития информационных технологий является совершенствование способов взаимодействия пользователя с вычислительными системами. Непрерывное развитие технологий приводит к необходимым изменениям в современном мире.

Подготовка компетентных специалистов, способных применять свои знания в изменяющихся условиях и готовых самостоятельно учиться в течение всей жизни, является одной из основных задач системы отечественного образования. В Федеральном государственном образовательном стандарте основного общего образования (ФГОС ООО) от 31 мая 2021 года [31] закреплены требования к формированию и развитию компетенций обучающихся в области использования ИКТ на уровне общего пользования, формированию культуры использования ИКТ.

В данной работе рассматривается вопрос применения учителем технологии дополненной реальности [30]. Augmented Reality (AR) была изобретена относительно недавно. Изначально ее использовали исключительно в коммерческих целях. В настоящее время, благодаря масштабному использованию цифровых технологий, согласно статистике, в настоящее время смартфонами пользуются более 95% обучающихся средней и старшей школы [25], было предложено внедрить дополненную реальность в образовательный процесс, с помощью специальных разработанных приложений. Другими словами, используя мобильные устройства повысить интерес и мотивацию обучающихся к освоению школьной программы

Использование технологии дополненной реальности позволяет повысить наглядность абстрактного теоретического материала и создает благоприятные условия для лучшего понимания и запоминания материала обучающимися, потому что с помощью этой технологии можно показать

наглядное построение графиков функций, алгоритмы сортировки массивов или кодирования информации, визуализировать объекты, представленные в учебно-методических материалах [13].

Технология дополненной реальности проходит стадию своего активного развития и оказывает влияние на многие сферы человеческой деятельности, например, маркетинг, реклама, визуализация научного контента и другие. Это говорит о том, что технология дополненной реальности скоро станет неотъемлемой частью нашей повседневной жизни.

Таким образом, актуальность данной работы заключается в том, что дополненная реальность позволяет наглядно увидеть те или иные объекты, а также применение технологии может повысить интерес обучающихся к познавательной деятельности.

Объект исследования: процесс обучения математике в основной школе.

Предмет исследования: использование технологии дополненной реальности в обучении школьников.

Цель исследования: разработать комплекс элементов дополненной реальности для обучения школьников математике.

Исходя из цели исследования, были поставлены следующие **задачи**:

1. Провести анализ литературы и ресурсов сети интернет, посвященных технологиям разработки объектов дополненной реальности для обучения.
2. Провести анализ и выбор программно-технологических и аппаратных средств создания объектов дополненной реальности
3. Разработать комплекс объектов дополненной реальности для использования на уроках математики в школе.
4. Провести апробацию комплекса элементов дополненной реальности.

1 Теоретико-технологические основы разработки элементов дополненной реальности для обучения

1.1 Понятие, методы и средства разработки технологий дополненной реальности

Рассмотрим кратко сущность технологии дополненной реальности. Augmented Reality (AR) – обозначение исследований в данной области. Дополненная реальность – новая виртуальная среда (графики, текста, аудио, видео и др.) образуется путем наложения запрограммированных виртуальных объектов поверх видеосигнала с камеры, и становится интерактивной путем использования специальных маркеров [21].

Имеет ли дополненная реальность перспективы для развития? Для того чтобы ответить на этот вопрос, стоит поэтапно рассмотреть ее историю. Впервые устройства типа AR появились еще в 50-х годах 20 века [38]. Профессор Гарвардского университета доказал, что можно соединить две реальности в одну, при этом, чтобы они не мешали друг другу. Айвен Сазерленд смог дополнить вид комнаты, которую видели пользователи, геометрической сеткой[39]. Но громоздкость технологии и ее незавершенность сделали проект провальным [21]. Возможности смешанной реальности активно начали расти в 90-х годах. Были созданы шлемы с совмещенной реальностью, прототип очков и экранов. Как только смартфоны научились различать QR-коды, технологии перешли на гаджеты.

Так кто же изобрел технологию расширенной реальности? Дитер Шмальstieg и Даниэл Вагнер из Германии, первыми адаптировали для дополненной реальности мобильные устройства. Они разработали специальное программное обеспечение, которое позже усовершенствовал и внедрил Ральф Остерхаут, основатель компании Osterhout Design Group.

Настоящий прорыв AR произошел тогда, когда компьютерные и мобильные технологии стали доступны каждому. Первые очки дополненной реальности от компании Google произвели протрясающее впечатление. (рис.1).

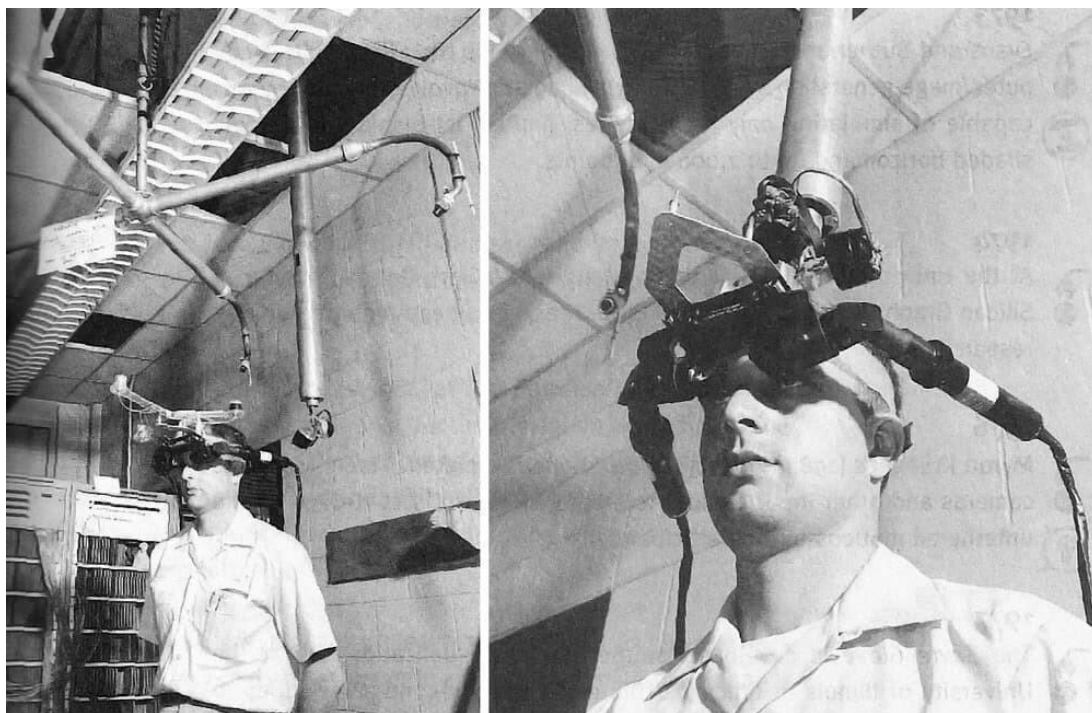


Рисунок 1. Первые очки дополненной реальности

Сегодня дополненная реальность является мощным инструментом визуализации контекстной информации и эргономичного способа ее доставки человеку [32]. Дополненная реальность уже много лет используется в медицине, в рекламной отрасли, в военных технологиях, в сферах бизнеса и развлечений: создаются рекламные стенды и анимированные презентации, разрабатываются 3D-модели, тренажеры ключевых и специфических профессиональных умений инструктивное сопровождение сложных инженерных и ремесленных работ, а также используется для мониторинга объектов и в мобильных устройствах.

В настоящее время технология дополненной реальности нашла свое применение во многих сферах жизнедеятельности. Самым громким событием дополненной реальности последних лет стали вышедшие в 2013-м году очки Google Glass (рис.2), с которыми есть небольшая путаница.

Когда речь заходит о дополненной реальности именно эти очки многим первыми приходят на ум, но очки Google Glassk AR-технологии отношения почти не имели. Виртуальная среда практически не взаимодействовала с реальной. Разве что навигацию можно причислить к AR-контенту, но и она

была реализована в стиле карт для телефона, а не каких-нибудь висящих над дорогой стрелок. Зато очки умели делать фото и снимать видео по команде, с автоматической отправкой в облако. Этот не ставший массовым эксперимент все же сделал свое дело: запустил волну, дав понять другим компаниям, что можно всерьез приниматься за разработку устройств дополненной реальности для масс.



Рисунок 2. Очки Google Class

Такие компании как Лего и Дисней активно ведут разработку игр с использованием AR, а намерения к ним присоединиться выразили практически все крупные производители игрушек. Исследовательские группы уже занялись сбором данных о том, как маленькие дети взаимодействуют с играми и приложениями дополненной реальности, и каким образом это влияет на их восприятие реального мира. Возможно, в будущем самые интересные идеи по развитию технологии будут звучать от тех, для кого эта самая технология была просто частью детства. Именно развлечения сегодня развивают исследовательскую базу дополненной реальности. А благодаря колоссальным объемам данных, добровольно

передаваемых людьми компаниям-разработчикам, технология в связке с машинным обучением делают шаги в сторону более серьезных областей.

Специфика работы дополненной реальности состоит в том, что она программным образом визуально совмещает два изначально независимых пространства: мир реальных объектов и виртуальный мир, созданный на компьютере [13].

В настоящее время технологии дополненной реальности развиваются в трех направлениях:

1. Дополненная реальность, привязанная к маркеру (рис. 3).

Под маркером понимается объект, расположенный в окружающем пространстве, который находится и анализируется специальным программным обеспечением для последующей отрисовки виртуальных объектов [14].

Пример: AR в музеях – приложение считывает маркер, зашитый в картину, и точно понимает, что это – «Мона Лиза» или «Утро в сосновом лесу», разворачивая перед вами информацию о картине или оживляя ее персонажей. Таким маркером может быть QR-код, специфическое изображение, силуэт объекта – все, что имеет достаточное количество уникальных точек, которые становятся триггером для дополненной реальности. Если картина или книга с маркером будут двигаться в пространстве, виртуальный объект станет перемещаться вслед за ними, так как он привязан.

В коммерческих целях такие приложения уже использует Coca Cola и Zara. В первом случае при наведении камеры на рисунок, изображенный на банке/бутылке напитка, на экране мобильного устройства эта самая банка или бутылка превращается в музыкальный плеер. Во втором случае маркером является витрина магазина Zara или манекен, на экране смартфона появляются живые модели, демонстрирующие одежду в динамике.

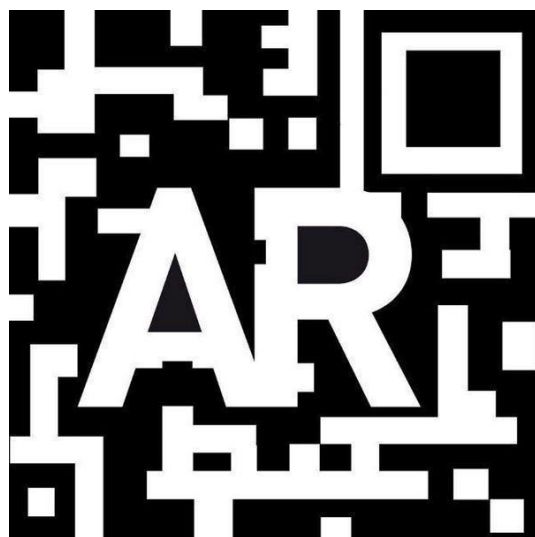


Рисунок 3. Пример метки, привязанной к маркеру

2. Дополненная реальность, **не** привязанная к маркеру (рис.4).

Безмаркерная технология позволяет разместить объект виртуальной реальности там, где необходимо[16].

Пример: Ikea Place одно из самых знаменитых в мире коммерческих приложений дополненной реальности работает именно по такому принципу. Пользователь может разместить виртуальную мебель в своей гостиной, кухне спальне и в других местах в квартире/доме приложение поймет, что это помещение благодаря точкам пола, стен и потолка, и позволит расставить трехмерную мебель так, что виртуальный мир идеально впишется в реальный.



Рисунок 4. Пример метки, не привязанной к маркеру

3. Дополненная реальность, привязанная к конкретной локации [36].

В этом случае AR-приложение связывает контент дополненной реальности с конкретным местоположением, определяя его с помощью GPS, компаса или систем компьютерного зрения. Распознавая улицу, оно может показывать туристическую информацию или развлекательный контент. Так работает, например, Pokemon Go [4] и приложения-гиды. Технология AR предоставляет пользователю дополнительные возможности взаимодействия с окружающей средой [35].

1.2 Практика применения дополненной реальности в процессе обучения

На современном этапе своего развития компьютерные технологии дополненной реальности начинают влиять на технологии обучения, обогащая их средства и методы, расширяя дидактические и когнитивные возможности. Некоторые педагогические цели могут быть достигнуты благодаря дополненной реальности, так как в традиционных учебниках информация воспринимается обучающимися труднее.

Благодаря дополненной реальности перед обучающимися открываются безграничные возможности для познания нового. Технология дополнительной реальности, прежде всего, необходима в школьной практике обучения. На мой взгляд, электронные учебники, которые в настоящее время создаются в обязательном порядке, как приложение к учебнику в бумажном исполнении являются в своем большинстве оцифрованными копиями с минимальным интерактивом. При этом мало используется компьютерная визуализация для привлечения внимания к дисциплине, для повышения интереса школьников, для демонстрации примеров, которые обучающимся кажутся сложными или скучными.

Приведу несколько наиболее известных приложений дополненной реальности:

Amazing Space Journey, SkyORB 3D, Star Walk (Sky Map AR) позволяют изучать звезды, планеты Солнечной системы, созвездия [1].

JigSpaces помощью дополненной реальности рассказывает пользователям о том как устроены разные сложные механизмы, объекты или идеи. Каждую модель можно переворачивать, приближать и разбирать на части, а также в библиотеке приложения есть несколько интерактивных уроков из разных областей: астрономии, физики, истории, культурологии, геологии. Для создания собственных презентаций можно установить *Jig Workshop* для iPad;

Aug That (iOS) обеспечивает 3D-модели, 360-градусные виртуальные среды [2], позволяет сделать учебный процесс занимательным и интерактивным. Дополненный контент может быть динамически адаптирован к естественной среде обучающегося с помощью отображения текста, изображений, видео или даже воспроизведения музыки или речи.

Smash Tanks! Работа в этом приложении заключается в том, что полем боя становится реальный мир. На любой поверхности (стол или пол) создаётся уровень, в разных концах которого находятся танки. Одни принадлежат вам, другие – противнику. Суть игры– направляя снаряды уничтожить команду противника. Игра усложняется тем, что во время битвы между танками появляются здания, заграждения и другие препятствия. В битве можно использовать бонусы вроде ядерного взрыва, а также разные виды оружия. Преимущество приложения в том, что можно играть как в одиночку , так и с другом (на одном девайсе или по сети).

Google Объектив – это одно из тех приложений, которые первое время кажутся бесполезными, но быстро становятся незаменимыми. Оно постоянно сканирует всё, на что вы направляете камеру смартфона. Определяет объекты, растения, животных, логотипы и здания, считывает QR-коды, переводит текст. И всё это – при полной интеграции с сервисами Google. Сценариев его использования множество. К примеру, если вы хотите узнать, что значит надпись на неизвестном языке. Или сколько стоят приглянувшиеся туфли. Или как называется незнакомый цветок. Отдельный

плюс «Объектива» в том, что вам, скорее всего, даже не придётся его скачивать: он встроен в «Google Фото», «Google Ассистент» и приложение Google [32].

Mondly – приложение для обучения иностранным языкам, совмещённое с AR-технологиями. В учебнике для изучения на выбор дается 33 языка. Обучение возможно в любое удобное для пользователя время, которое он сможет установить самостоятельно. В качестве мотивации в ходе обучения и выполнения упражнений, пользователь вознаграждается специальными очками, влияющими на его позицию в таблицах рейтинга. В приложении существует два вида рейтинговых таблиц: мировая таблица (игроки со всей планеты) и дружественная таблица (друзья пользователя).

BBC Civilisations AR– приложение даёт пользователям возможность больше узнать о различных исторических артефактах и полюбоваться ими, рассмотреть их с разных сторон и изменить масштаб. *BBC Civilisations AR* содержит более 30 исторических реликвий, благодаря этому приложению можно их осмотреть, исследовать и запечатлеть на фото. Приложение отлично подойдет тем, кто увлекается историей или хочет заглянуть в музеи будущего.

Wannakicks–одно из некоторых приложений, которое создано, чтобы примерять какие-либо элементы гардероба. Приложение создано для экономии времени, так как походы по магазинам часто становятся утомительным занятием и занимают много времени, но *Wanna kicks* избавит пользователя от траты времени на примерку обуви. С помощью приложения можно примерить любую понравившуюся обувь одним нажатием на экран, пользователю достаточно выбрать желаемую модель и кроссовки моментально окажутся на его ногах. Проверить, как они смотрятся можно при помощи AR-режима. Помимо примерки, доступна функция просмотра характеристик обуви и ее приобретения прямо из приложения дополненной реальности.

Google Переводчик Многие используют переводчик Google, но немногие пользуются функцией мгновенного перевода через камеру смартфона. Очень полезная функция, позволяющая переводить любые надписи в реальном времени. То есть, наведя камеру на незнакомый текст, можно сразу увидеть его значение на нужном вам языке[29].

Гуляя по незнакомому городу без гида, достаточно сложно сориентироваться по расположению достопримечательностей, отелей, точек общепита, да и просто понять, куда вы в данный момент забрели. Благодаря приложению *Wikitude* не придется копаться в справочнике или навязываться прохожим. Достаточно просто провести камерой вокруг себя, чтобы получить нужную информацию о попавших в кадр объектах и полезных для туриста локациях, расположенных поблизости.

ARuler превращает смартфон в многофункциональный измерительный прибор, позволяющий измерять линейные размеры, расстояние до определенной точки, углы, площадь, объем, высоту, путь. Просто нацеливаемся камерой на необходимую плоскость и начинаем измерение.

Приложение *iCell* позволяет просматривать модели нескольких видов клеток (бактерия, растительная и животная), предоставляет возможность увидеть, например, как органеллы расположены внутри клеток, или узнать, за что отвечает каждый из органелл. В приложении дано описание функций клеток и органелл на школьном уровне [19].

Mind Map AR– это программа для создания ментальных карт в дополненной реальности. Можно создавать узлы и ветви, обозначать их картинками и тегами, выстраивать связи между ними и располагать всё это в трёхмерном пространстве. Это отличный способ запомнить даже какую-нибудь запутанную тему: в приложении есть удобная навигация по созданным узлам.

Pocket Tutor – AR-приложение, решающее несложные математические примеры прямо на бумаге. Нужно поднести смартфон к листу бумаги с

решенным примером, и программа определит, правильное решение или нет, а также, в случае необходимости, покажет правильный ответ.

Dowday–AR-приложение для смартфона является целым документальным фильмом, в котором студенты, преподаватели и гости Висконсинского университета отправляются в 1967 год. Ходя с телефоном по территории университета и смотря через него, пользователь видит реальные записи событий, происходивших в этом месте во время протестов против войны во Вьетнаме[15].

1.3 Анализ содержания обучения математике в основной школе

Использование технологии дополненной реальности позволяет повысить наглядность абстрактного теоретического материала и создает благоприятные условия для лучшего понимания и запоминания материала можно показать наглядное построение графиков функций[25]. Весомым аргументом в пользу технологии дополненной реальности является также то, что ее можно использовать за пределами классной комнаты, не привязываясь к конкретной учебной аудитории [22].

Используя возможности дополненной реальности в образовании, можно визуально воспроизвести процессы, которые трудно или почти невозможно воссоздать средствами реального мира и просто сделать процесс обучения увлекательным и понятным. С помощью этой технологии можно выделиться в пространстве выставки или сделать музейную экспозицию живой и увлекательной. Дополненная реальность может добавить в статичные страницы книги выразительную анимацию, превратить чтение в увлекательную игру и интересное приключение вместе с героями произведения, а также упростить воспроизведение аудио- и видео- контента, которые прилагаются к бумажной книге[21].

С помощью смартфонов и приложений Google Earth и Aurasmana уроках можно показывать обучающимся как устроен мир. Однако почти на всех направлениях обучения технология дополненной реальности пока редко

используется. При этом все силы системы образования обращены на электронно-информативную (информационную) образовательную среду. Хотя практически каждый школьный кабинет оборудован компьютерной техникой, проекционной аппаратурой, электронными образовательными ресурсами, интернет и т. п. Тем не менее, возможности этой техники либо вообще не используются, либо используются от случая к случаю. А взгляды учителя и ученика, как и много лет назад обращены к учебной литературе печатного вида. Благодаря технологиям AR обучающиеся имеют доступ к огромному пласту аудиовизуальной информации. Образование становится интерактивным, при этом уже можно говорить об использовании технологий дополненной реальности, начиная с младшей школы. Такая интеграция ведет к ускоренному развитию рассматриваемых технологий с целью сделать обучение еще более доступным и комфортным [37].

Дополненная реальность может использоваться и при обучении информатике, но редко [28]. Также AR-технологии могут применяться и на уроках математики, но в данной дисциплине не так много элементов, которые можно представить в виде 3D – объектов. Именно поэтому, если учителя математики начинают использовать данную методику обучения, то используют для этого видеоматериалы, ссылки, текст, в качестве объектов, привязанных к метке.

Перед созданием AR-элементов необходимо проанализировать учебно-методические комплексы (УМК). Анализ УМК по математике (УМК Ю.Н. Макарычев, Н.Г. Миндюк и др [7,9,11].; УМК А. Г. Мерзляк, В. Б. Полонский, М. С. Якир [8,10,12]) позволил выбрать темы для разработки объектов дополненной реальности – «Построение графиков функции».

По этой теме в приведенных выше УМК представлены графики, которые должны получиться, но без пошагового построения. Благодаря разработанным анимационным объектам, те обучающиеся, которые пропустили материал или те, которым нелегко даются точные науки могут

самостоятельно «догонять» пропущенный или непонятый материал. Объекты дополненной реальности также имеют высокую востребованность в процессе дистанционного обучения.

Для создания AR-объектов были выбраны три функции:

- линейная функция (прямая);
- квадратичная функция (парабола);
- гиперболическая функция (гипербола).

При выборе темы учитывалась наглядность и понятность содержания обучения в УМК, а также полезность дополнительной визуализации контента и целесообразность разработки объектов для повышения качества учебно-познавательной деятельности.

Проведя анализ программного обеспечения для создания приложений и объектов дополненной реальности, был выбран кроссплатформенный инструмент для разработки компьютерных игр – Unity. Для разработки приложения дополненной реальности был установлен Unity версией 2018.4.23f1 Personal. В ходе исследования будет разработано AR-приложение для операционной системы (ОС) Android, которым обучающиеся смогут воспользоваться при помощи смартфонов как на уроке, так и дома.

2 Разработка объектов дополненной реальности

2.1 Разработка цифровых объектов в поддержку обучения математике

Для создания AR-объектов был использован один из самых популярных инструментов для разработки приложений дополненной реальности – Vuforia SDK. Данная платформа – это программный комплекс, который включает в себя платформу дополненной реальности и инструментарий разработчика программного обеспечения дополненной реальности для использования AR на мобильных устройствах: планшетах, смартфонах и очках AR под iOS, Android и Windows. Vuforia SDK интегрирована с «игровым движком» Unity 3D (рис.5)[5] , что значительно облегчает разработку AR-приложений.

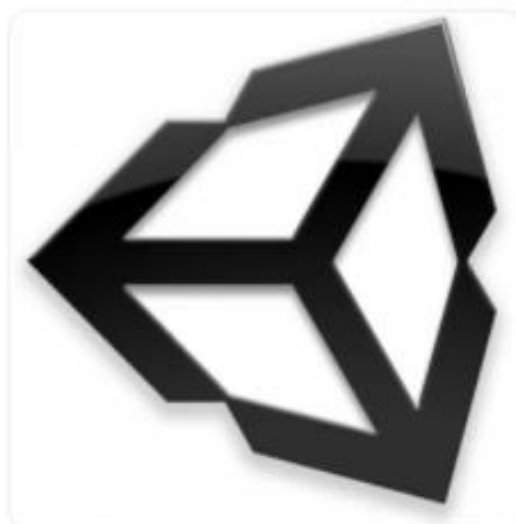


Рисунок 5. Логотип Unity

Для того, чтобы получить лицензионный ключ, который будет привязан к проекту [26], нужно пройти регистрацию на сайте «Vuforia engine» (рис.6) [6].



vuforia™

Рисунок 6. Логотип Vuforia engine

Регистрация также нужна для того, чтобы создавать и хранить базу меток. После того как пройдена регистрация, необходимо нажать на вкладку «Develop» и также нажать на кнопку «Get Development Key» для получения собственного лицензионного ключа (рис. 7)

License Manager > VKR_Elya

VKR_Elya [Edit Name](#) [Delete License Key](#)

License Key

Usage

Please copy the license key below into your app

AcxcUtlL/////AAABmWia8hIEUcYouUc1nev/Ul2uFohGoC4D20HDSJccYF7Y+Nl1CB3chezkYF0T1yLYOvVsNyfOTbtYNsyJJ+gWt
oB+bcibuGwNt0ULTTc6LmabVw+TwVjKAf82m59upX6mEkOHQ6oxrRK30qeCfZjXtfd05I5Yz1Tl1OmP6UY0az58bTMtwqDrK50ZCM6+
1t3cToOi8/q7oBJ7ACdZGTp3WtcZJjLQPEpw4ruyQ912O2fk54FPYhcFgesUp8OKCQVrmNI6cAi+eiuv5snT38HTZD3efzn6grrtQp7
TXfF9/6t85mfW2XSW0hHjxAFviCStEYw8JE7cgT4MKhouOHxaXxGbsJOU7rqFsJoDlw+Ith

Plan Type: Basic
Status: Active
Created: May 12, 2022 20:22
License UUID: d7169224b5e243d9b61df9d5c3e5698b

Permissions:

- Advanced Camera
- External Camera
- Model & Area Targets
- Watermark

History:
License Created - Today 20:22

Рисунок 7. Получение лицензионного ключа

Vuforia позволяет создавать несколько типов меток (рис. 8):

- Single Image – отслеживание двумерного контрастного изображения;
- Cuboid – отслеживание изображения на объекте кубической формы;
- Cylinder – отслеживание изображения на объекте цилиндрической формы;
- 3D Object – отслеживание физического объекта.

Add Target

Type:






Single Image
Cuboid
Cylinder
3D Object

File:

.jpg or .png (max file 2mb)

Width:

Enter the width of your target in scene units. The size of the target should be on the same scale as your augmented virtual content. Vuforia uses meters as the default unit scale. The target's height will be calculated when you upload your image.

Name:

Name must be unique to a database. When a target is detected in your application, this will be reported in the API.

Рисунок 8. Создание метки в Vuforia

Для исследования потребуется использовать метки, в нашем случае – Single Image (плоские изображения), например, фотографии, картинки, логотипы и пр., так как их легче напечатать в учебных материалах к уроку. Изображение-метку можно создать с помощью любого удобного приложения для создания изображений. В данной работе использовался графический редактор Paint3D (рис. 9), который позволяет создавать 3D - модели.

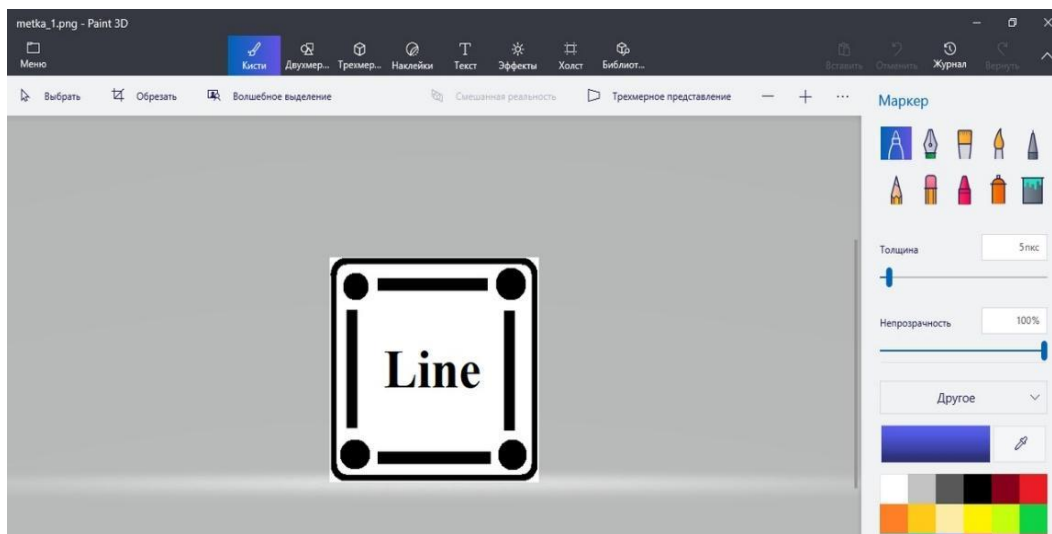


Рисунок 9. Создание метки в Paint3D

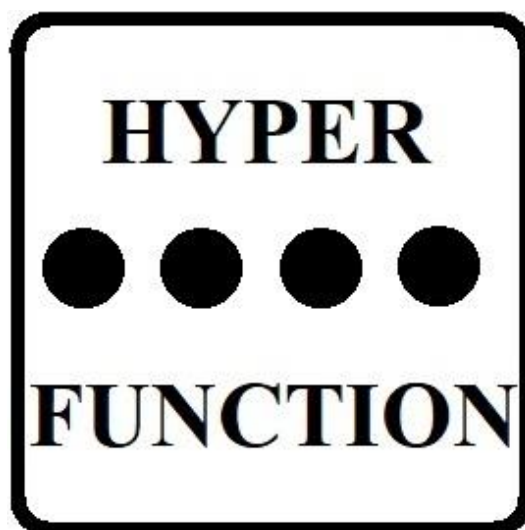


Рисунок 10. Метка гиперболической функции

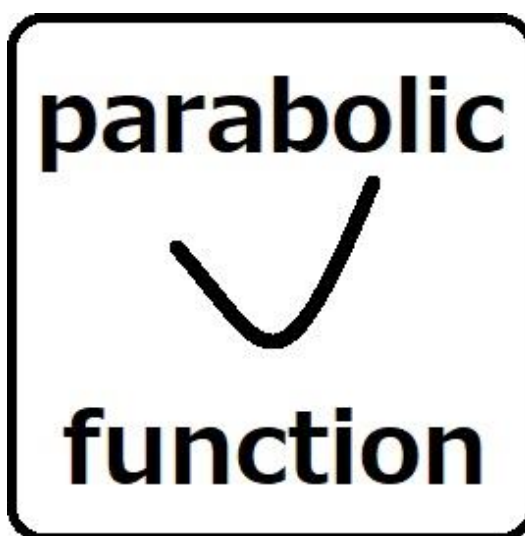


Рисунок 11. Метка квадратичной функции

Когда необходимые метки созданы, нами создается база данных меток, в которую загружаются наши метки. Инструмент Vuforia, способный проанализировать метку и показать симуляцию качества захвата мишени, оценивает качество меток в звездах[20]. В нашем случае метки имеют 5 звезд – это значит, что качество файла удовлетворяет условиям для дальнейшей работы. Полученную базу данных необходимо скачать для последующего импортирования в Unity в папку Assets (рис.12).

VKR_Elya [Edit Name](#)
Type: Device

Targets (3)					
Add Target			Download Database (All)		
☐ Target Name	Type	Rating ⓘ	Status ▾	Date Modified	
☐  Metka3	Single Image	★★★★★	Active	May 13, 2022 18:11	
☐  Metka2	Single Image	★★★★★	Active	May 13, 2022 18:05	
☐  Metka1	Single Image	★★★★★	Active	May 13, 2022 17:23	

Рисунок 12. База данных

Когда все перечисленное выше выполнено, можно начинать создание проекта. Для этого в главном окне Unity создадим новый проект,ждемся создания и инициализации компонентов[27]. В окне Hierarchy необходимо удалить стандартный объект Main Camera и заменить его на AR camera, который поставляется с «Vuforia Engine». Далее необходимо привязать ранее полученный ключ к приложению. Для этого заходим в аккаунт, копируем ключ, вставляем его в поле App License Key в области Inspector объекта AR camera (рис. 13).

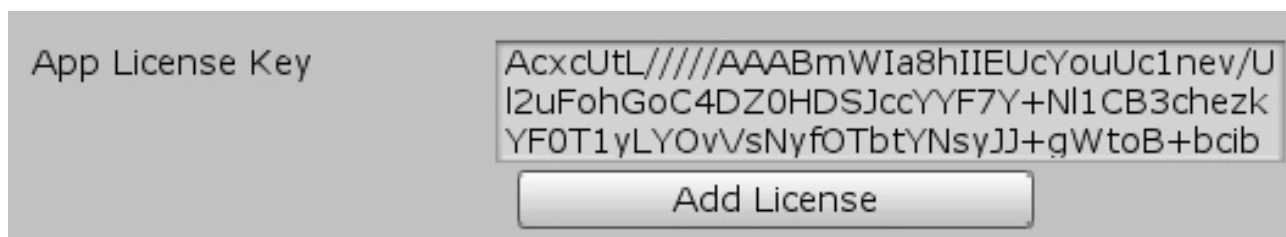


Рисунок 13. Создание метки в Paint3D

Далее добавляем метки, которые мы до этого создали, чтобы совершить это действие необходимо на область, содержащую все объекты разрабатываемого приложения добавить 2 объекта Image Target. Камера и метка должны быть взаимно расположены, это можно контролировать с помощью Camera Preview.

После добавляем объекты, которые будут отображаться на определенных метках. Для этого связываем Image Target с будущим объектом через объект Unity 3D: Image Target → 3D Object→Quad. В

контейнер Quad добавляем компонент, который содержит видеоплеер и видеоклип. Далее нажимаем кнопку Add Component, появится список компонентов, где нужно выбрать Video→Video Player, затем с помощью drag-n-drop перемещаем видеоклип из поля Resources поле Video Clip[30].

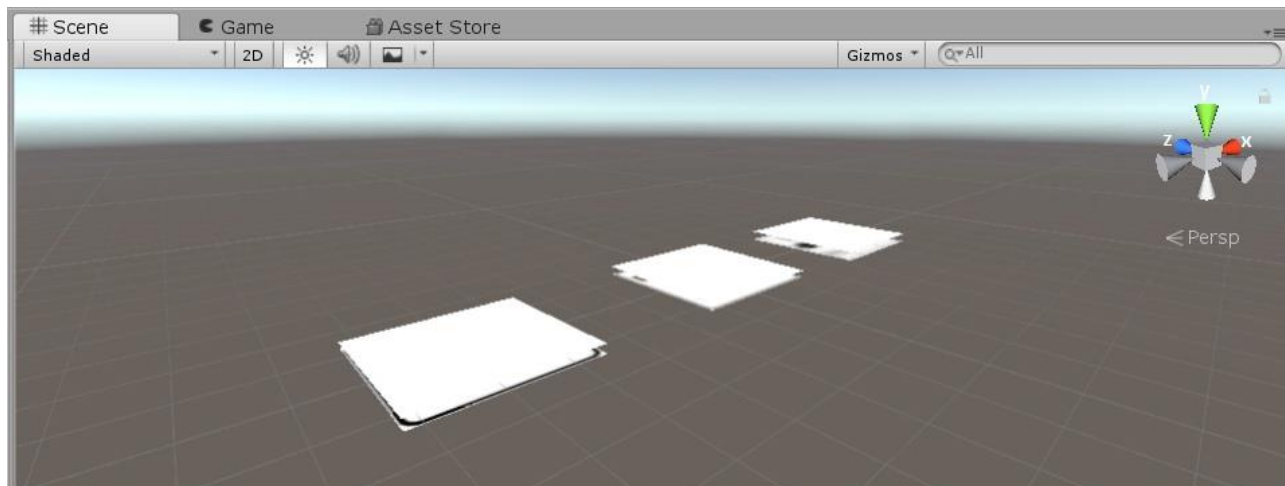


Рисунок 14. Присвоенные меткам объекты на сцене

На рисунке (рис. 14) изображены присвоенные меткам объекты. Чтобы видео запускалось и повторялось после окончания устанавливаем флажок напротив Loop (рис. 15) в Inspector'е объекта Quad в разделе Video Player установить.

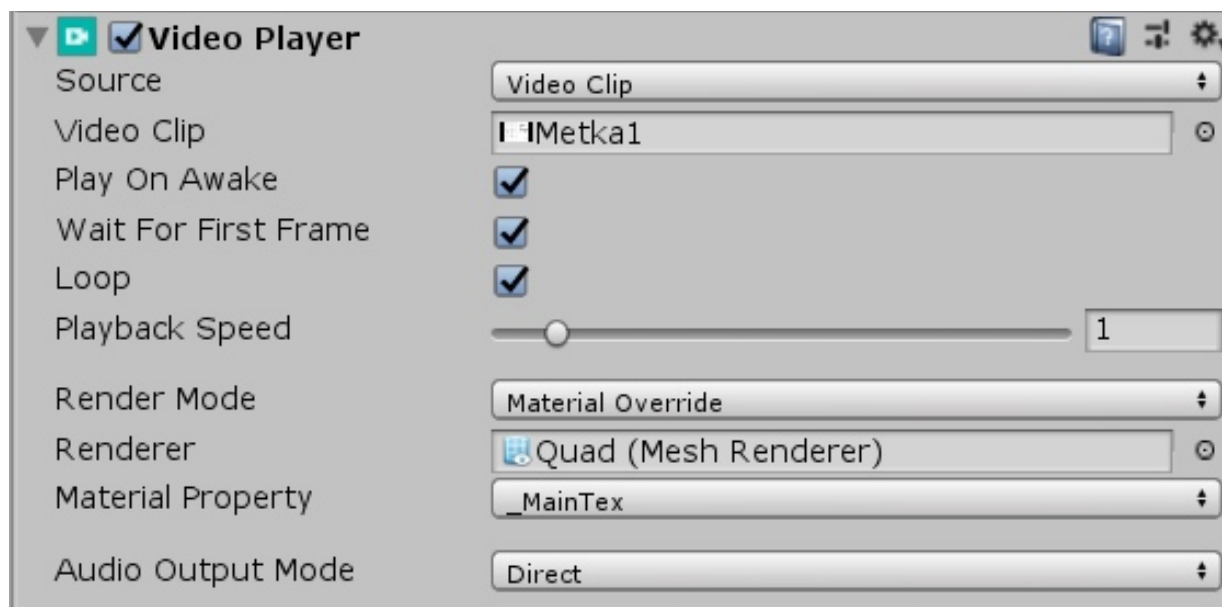


Рисунок 15. Установка флажка для многократного повторения видео

Когда запустили проект, необходимо убедиться, что разработанные элементы дополненной реальности работают корректно. Далее пробуем

экспортировать получившийся проект для выбранной нами платформы Android.

Для того, чтобы экспортировать проект во вкладке File выбираем Build Settings. Появится окно, далее в поле Platform выбираем ОС Android. В поле Scene in Build выбираем сохраненную нами сцену (рис. 16).

Для создания приложения на устройства необходимо установить Java DK и Android SDK, без данных программ приложение создать не получится. После установки, при нажатии кнопки Build разработанный проект сгенерируется в арк-файл. Сохраненный файл .apk разработанного AR-приложения следует загрузить на Android-устройство.

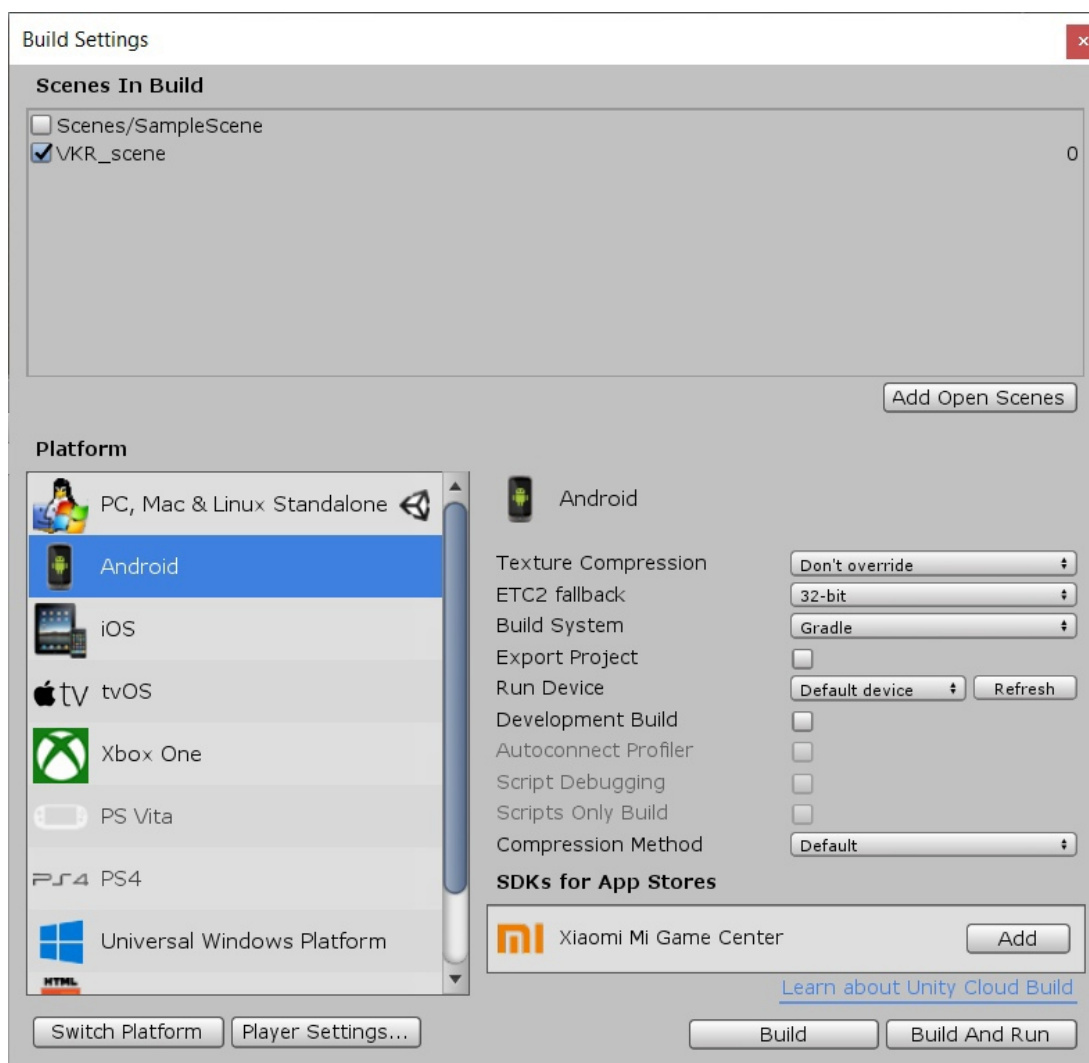


Рисунок 16. Настройки для установки приложения на Android

Таким образом, AR – объекты успешно воплощены и проверены, при наведении камеры на созданные метки необходимые объекты отображаются (рис. 17, 18, 19).

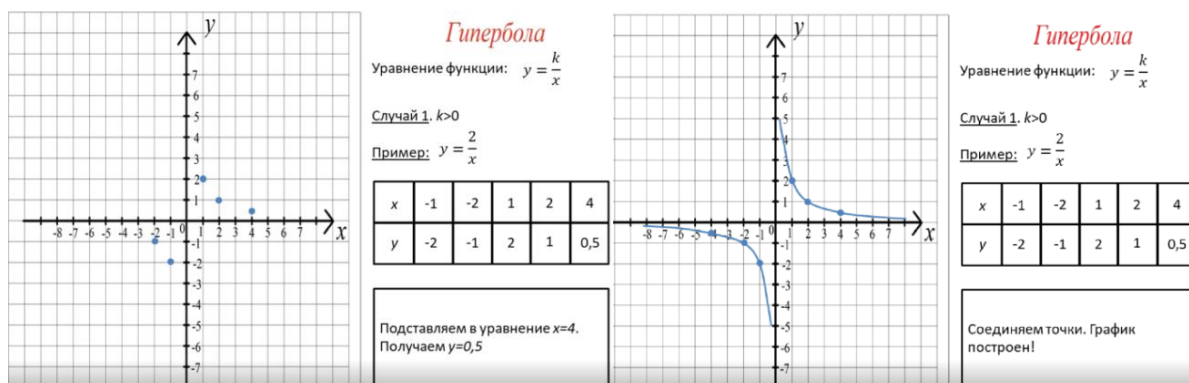


Рисунок 17. Построение гиперболической функции

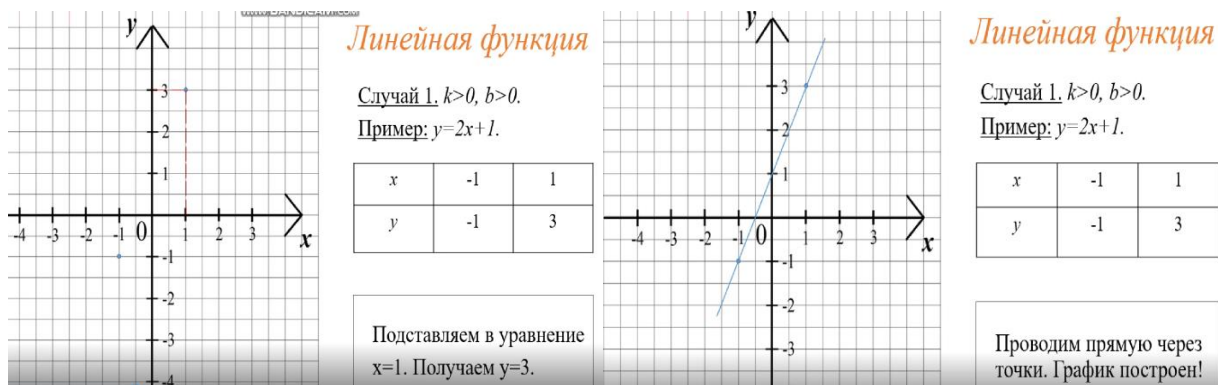


Рисунок 18. Построение линейной функции

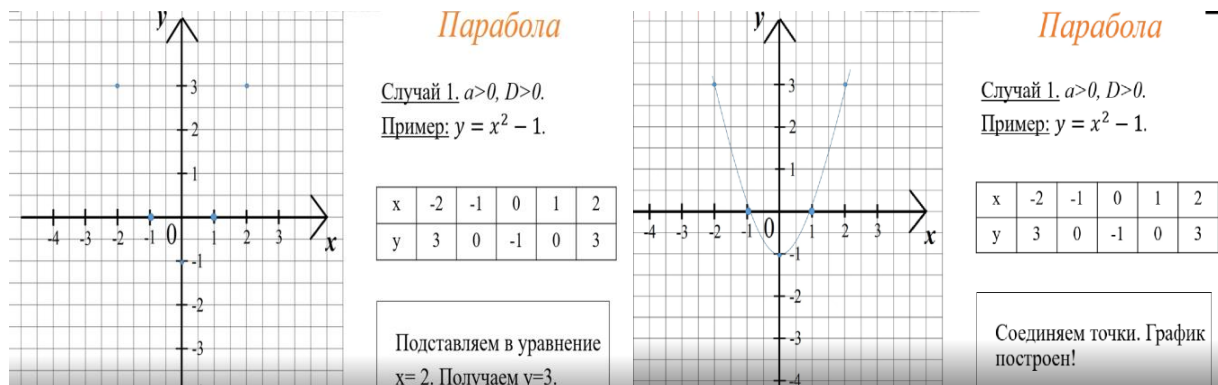


Рисунок 19. Построение квадратичной функции

2.2 Методические рекомендации по разработке и использованию элементов дополненной реальности для обучения

Проанализировав множество различной научной литературы, а также разработав несколько объектов дополненной реальности, можно дать

некоторые методические рекомендации по использованию разработанных объектов в курсе математики средней и старшей школы.

Во-первых, для разработки элементов дополненной реальности необходимо определиться с темой на которую будут созданы AR-объекты. Выбор темы должен быть обоснован, например, отсутствие средств или возможностей, необходимость наглядного представления того или иного элемента. Разработанные объекты позволят обучающимся наглядно представлять объекты не только на уроках, но и дома.

Во-вторых, для того, чтобы достичь поставленной цели – разработка элементов дополненной реальности, необходимо проанализировать уже имеющиеся разработки по математике в образовательном процессе.

В-третьих, необходимо определиться с платформой для разработки объектов дополненной реальности. В данной работе рассматривалась Vuforia, которая поддерживается Unity – одна из многих средств разработки. В первую очередь, для того, чтобы остановиться на определенном программном обеспечении, которое подойдет преподавателю, как разработчику, необходимо выявить цели использования созданных объектов. Например, если преподаватель должен подготовить для обучающихся метки, с помощью которых будет объяснять новый материал, в таком случае, можно выбрать Unityc различными платформами. Если же преподаватель в курсе математики планирует присутствие лабораторных и практических работ, в рамках которых обучающиеся будут сами создавать AR-объекты, то программное обеспечение (ПО) должно быть надежным, в котором отсутствуют системные ошибки, например, «EV Toolbox» (рис.20) – это первый конструктор проектов дополненной и виртуальной реальности, разработанный в России.



Рисунок 20. Логотип EV toolbox

На официальном сайте программы [3] есть множество готовых примеров проектов по дополненной и виртуальной реальности, библиотеки различных 3D-моделей, содержатся обучающие и справочные материалы [17], единственным недостатком этого ПО в бесплатной версии является невозможность экспортировать получившийся проект в ark-файл или иной другой файл, который можно открыть на любом устройстве (смартфон, персональный компьютер, планшет и др.)

Разработанные объекты дополненной реальности не влияют на изменение учебного плана, их можно применять в ходе изучения нового материала, а также для повторения пройденного. Методические рекомендации могут быть полезны педагогам дополнительного образования, учителям общеобразовательных учебных заведений и другим пользователям, имеющим потребность в использовании технологии дополненной реальности.

*Методические рекомендации по использованию разработанных объектов
дополненной реальности на уроках математики*

Проанализировав учебно-методические комплексы по математике были разработаны конспекты уроков для 7, 8 и 9 классов на тему «Построение графиков функции».

Конспект урока №1

Класс: 7

Тема: Построение линейного графика функции.

Тип урока: изучение нового материала.

Задачи урока:

- образовательные: формирование навыка строить графики линейных функций, находить координаты точек пересечения несколькими способами, способствовать пониманию и запоминанию нового материала с помощью объектов дополненной реальности;
- воспитательные: повышение интереса к изучаемой теме, формирование логического мышления и познавательного интереса к предмету;
- Развивающие: формирование умения определять черты сходства и различия в уравнениях графиков функций.

Планируемые результаты:

- предметные: знать понятие линейной функции, уметь записывать формулу линейной функции, строить график, распознавать линейную функцию по формуле, задавать линейную функцию различными способами, уметь давать определение понятиям, структурировать знания, делать выводы;
- метапредметные:
 - *познавательные:* уметь ставить цель урока, устанавливать причинно-следственные связи, выделять главное, обобщать, анализировать, искать необходимую информацию и применять ее на практике;
 - *коммуникативные:* уметь участвовать в диалоге, планировать работу с одноклассниками и учителем, объективно учитывать разные мнения, формулировать собственную точку зрения, работать в паре, уметь слушать, учитывать мнение партнера, прежде чем принимать решения и делать выбор.

- *регулятивные*: уметь концентрировать внимание, организовывать свое рабочее место, отвечать на вопросы, анализировать свои достижения, оценивать свои и чужие результаты.
- *личностные*: уметь устанавливать связи между целью учебной деятельности и ее мотивом, вести диалог на основе взаимного уважения, конструктивно решать конфликты, уметь точно и грамотно излагать свои мысли в устной и письменной математической речи, уметь работать самостоятельно.

Оборудование: персональный компьютер, интерактивная доска, доска, мел, проектор, смартфоны (минимум 1 на парте), распечатанные метки.

Ход урока

1. Организационный момент (2 мин.).

Преподаватель: приветствует обучающихся, проверяет готовность класса к уроку.

Обучающиеся: открывают тетради, записывают число и классная работа.

2. Формулирование темы и цели урока (5 мин.).

Преподаватель: показывает задачу на слайде, приводящую к понятию линейной функции. Задача: ученик купил тетради по 4 рубля за штуку и одну ручку за 10 рублей. Выразите стоимость покупки ученика. Сколько денег он потратит, если известно, что он купил 12 тетрадей?

Обучающиеся: вспоминают как по условию задачи составлять буквенные выражения, а также как вычисляется значение функции по формуле.

Преподаватель: задание общей формулой линейной функции, предлагает сравнить несколько функций. Что у них общего? Можно ли их записать одной формулой?

Обучающиеся: отвечают на вопросы, формулируют тему и цели урока.

Преподаватель: фиксирует цели на доске.

3. Изучение нового материала (25 мин.).

Преподаватель: раздает распечатанные метки.

Обучающиеся: с помощью смартфонов считывают метку, через ранее разработанное приложение.

Преподаватель: объясняет все случаи, рассмотренные в видео.

Обучающиеся: по видео строят все рассмотренные случаи.

4. Домашнее задание (4 мин.).

Преподаватель: показывает на слайде задание.

Построить графики функций:

1) $y = 8x^2$;

2) $y = x^2 - 1$;

3) $y = -x^2 - 2x + 3$.

При необходимости воспользоваться разработанным объектом дополненной реальности.

Обучающиеся: записывают задание.

5. Итоги урока, рефлексия (2 мин.).

Преподаватель: задает вопросы:

1. Что мы сегодня на уроке изучили?
2. Как мы пришли к этому результату?
3. Какие знания нам понадобились для этого?
4. Что вызвало затруднения?
5. Что вызвало наибольший интерес?

Обучающиеся: отвечают на вопросы.

Конспект урока №2

Класс: 8

Тема: Построение квадратичной функции.

Тип урока: актуализация изученного материала.

Задачи урока:

- образовательные: способствовать совершенствованию полученных знаний по построению и чтению графиков различных функций; изучить алгоритм построения графика квадратичной функции и сравнить полученные результаты с построением графика с помощью сдвига, сделать выводы; способствовать пониманию и запоминанию нового материала с помощью объектов дополненной реальности;
- воспитательные: повышение интереса к изучаемой теме, формирование логического мышления и познавательного интереса к предмету, воспитание самоорганизации обучающихся; самостоятельности в выборе способа решения учебных задач; прививать чувство коллективизма, умение выслушивать друг друга, работать в парах.
- Развивающие: формирование навыков самостоятельной работы и самооценки знаний;

Планируемые результаты:

- предметные: знать понятие квадратичной функции; уметь записывать формулу квадратичной функции, строить график, распознавать квадратичную функцию по формуле; уметь давать определение понятиям, структурировать знания, делать выводы;
- метапредметные:
 - *познавательные:* уметь ставить цель урока, устанавливать причинно-следственные связи, выделять главное, обобщать, анализировать, искать необходимую информацию и применять ее на практике;
 - *коммуникативные:* уметь участвовать в диалоге, планировать работу с одноклассниками и учителем, объективно учитывать разные мнения, формулировать собственную точку зрения, работать в паре, уметь слушать, учитывать мнение партнера, прежде чем принимать решения и делать выбор.

- *регулятивные*: уметь концентрировать внимание, организовывать свое рабочее место, отвечать на вопросы, анализировать свои достижения, оценивать свои и чужие результаты.
- *личностные*: уметь устанавливать связи между целью учебной деятельности и ее мотивом, вести диалог на основе взаимного уважения, конструктивно решать конфликты, уметь точно и грамотно излагать свои мысли в устной и письменной математической речи, уметь работать самостоятельно.

Оборудование: персональный компьютер, интерактивная доска, доска, мел, проектор, смартфоны (минимум 1 на парте), распечатанные метки.

Ход урока

1. Организационный момент (2 мин.).

Преподаватель: приветствует обучающихся, проверяет готовность класса к уроку.

Обучающиеся: открывают тетради, записывают число и классная работа.

2. Формулирование темы и цели урока (5 мин.).

Преподаватель: Какую тему мы начали изучать на прошлом уроке?

Обучающиеся: Квадратичная функция.

Преподаватель: На этом уроке мы будем закреплять пройденный материал. Как вы думаете какие цели будут поставлены на этом уроке?

Обучающиеся: отвечают.

3. Актуализация знаний (25 мин.).

Преподаватель: Начнем с заданий на повторение.

Задание 1. Какие из представленных на функций являются квадратичными и почему?(рис.21)

а) $y = x^2$

б) $y = 3x + x^2 - 4$

в) $y = 3x - 4$

г) $y = 2 - 5x - 3x^2$

д) $y = 0,3x$

е) $y = -(x+2)^2 + 5$

Рисунок 21. Задание 1

Обучающиеся: отвечают.

Преподаватель: Для следующего задания нам необходимо вспомнить формулу, по которой можно вычислить вершины параболы.

Обучающиеся: отвечают.

Преподаватель: записывает формулу на доске.

Задание 2. Найдите координаты вершины параболы:

$$y = x^2 - 5x - 2$$

Обучающиеся: один ученик отвечает у доски, остальные обучающиеся решают в тетрадах.

Преподаватель: Итак, мы с вами вспомнили материал, который проходили на прошлом уроке, сейчас приступим к закреплению навыка: построение графиков функций. На партах у вас лежат распечатанные метки, возьмите свои смартфоны и наведите их на метку. Благодаря приложению и метке с помощью ваших мобильных устройств вы можете наглядно увидеть построение графиков функций. После просмотра видео, вам нужно построить такие же графики функций в своих тетрадах. При необходимости можете считать метку снова.

4. Домашнее задание (4 мин.).

Преподаватель: показывает на слайде задание.

Построить графики функций:

1) $y = -2x^2 + 4x + 5$;

2) $y = x^2 + 3$;

3) $y = x^2 - 2x - 3$.

При необходимости воспользоваться разработанным объектом дополненной реальности.

Обучающиеся: записывают задание.

5. Итоги урока, рефлексия (2мин.).

Преподаватель: задает вопросы, обучающиеся отвечают по желанию:

1. Что ты сегодня узнал(а)?
2. Какие были трудности?
3. Чему ты научился (-лась)?
4. Что тебе было непонятно?

Обучающиеся: отвечают на вопросы.

Конспект урока №3

Класс: 9

Тема: Графики функций.

Тип урока: актуализация пройденного материала.

Задачи урока:

- образовательные: систематизировать полученные знания по теме «Графики функций»; исследовать с помощью графика свойства функции; способствовать пониманию и запоминанию нового материала с помощью объектов дополненной реальности для последующего изучения заданий основного государственного экзамена;
- воспитательные: повышение интереса к изучаемой теме, формирование логического мышления и познавательного интереса к предмету, воспитание самоорганизации обучающихся; стремление к достижению результата; воспитывать самостоятельность и настойчивость в выборе способа решения учебных задач; умение выслушивать друг друга, работать в парах.

- Развивающие: формирование навыков самостоятельной работы и самооценки знаний, развивать умение анализировать, сравнивать, обобщать, видеть закономерности и делать выводы;

Планируемые результаты:

- предметные: распознавать квадратичную функцию по формуле, строить график; уметь давать определение понятиям, структурировать знания, делать выводы; уметь применять знания и навыки при решении тестовых заданий ОГЭ;
- метапредметные:
 - *познавательные:* уметь ставить цель урока, устанавливать причинно-следственные связи, выделять главное, обобщать, анализировать, искать необходимую информацию и применять ее на практике;
 - *коммуникативные:* уметь участвовать в диалоге, планировать работу с одноклассниками и учителем, объективно учитывать разные мнения, формулировать собственную точку зрения, работать в паре, уметь слушать, учитывать мнение партнера, прежде чем принимать решения и делать выбор.
 - *регулятивные:* уметь концентрировать внимание, организовывать свое рабочее место, отвечать на вопросы, анализировать свои достижения, оценивать свои и чужие результаты.
 - *личностные:* уметь устанавливать связи между целью учебной деятельности и ее мотивом, вести диалог на основе взаимного уважения, конструктивно решать конфликты, уметь точно и грамотно излагать свои мысли в устной и письменной математической речи, уметь работать самостоятельно.

Оборудование: персональный компьютер, интерактивная доска, доска, мел, проектор, смартфоны (минимум 1 на парте), распечатанные метки.

Ход урока

1. Организационный момент (2 мин.).

Преподаватель: приветствует обучающихся, проверяет готовность класса к уроку.

Обучающиеся: открывают тетради, записывают число и классная работа.

2. Формулирование темы и цели урока (5 мин.).

Преподаватель: Какие графики функций вы знаете?

Обучающиеся: отвечают.

Преподаватель: На этом уроке мы будем закреплять пройденный материал, для этого давайте вспомним какие частные случаи квадратичной функции вы знаете?

Обучающиеся: отвечают.

Преподаватель: Как называется график функции $y = ax^2$? Что является осью симметрии параболы? Назовите формулы по которой можно найти координаты вершины параболы? Как влияет коэффициент a на расположение графика функции? (Все вопросы представлены на слайде)

Обучающиеся: отвечают по одному (4 человека).

Преподаватель: Сформулируйте тему и цель (-и) урока.

Обучающиеся: отвечают.

3. Актуализация знаний (25 мин.).

Преподаватель: Для того, чтобы начать выполнять практические задания нам необходимо ответить на несколько вопросов, но для начала воспользуемся смартфонами и распечатанные метками, которые лежат у вас на партах.

Обучающиеся: считывают метки, вспоминают как строятся графики функций, при необходимости просматривают заново и делают заметки в тетради.

Преподаватель: А теперь давайте ответим на вопросы:

- Как из графика функции $y = ax^2$ можно получить графики функций $y = ax^2 + n$ и $y = a(x - m)^2 + n$?
- Как влияют числа m и n на расположение графика функций?

Обучающиеся: отвечают.

Преподаватель: Итак, мы с вами вспомнили материал, который проходили ранее, сейчас приступим к его закреплению. На слайде представлена таблица, которую вам необходимо начертить в тетрадь и выполнить задание.

Задание: Запишите в таблицу направление ветвей и координаты вершины параболы:

Таблица 1. Самостоятельная работа №1

Функция	Направление ветвей	Вершина
$y = x^2 - 1$		
$y = -x^2 - 1$		
$y = (x - 4)^2 + 5$		
$y = -x^2 - 2x - 1$		

4. Домашнее задание (4 мин.).

Преподаватель: показывает на слайде задание.

Найти три задания на пройденный материал (задание №11 в ОГЭ), выполнить в тетради.

При необходимости воспользоваться разработанным объектом дополненной реальности.

Обучающиеся: записывают задание.

5. Итоги урока, рефлексия (2 мин.).

Преподаватель: задает вопросы (дублируются на слайде), обучающиеся отвечают по желанию:

1. Я узнал (-а) на уроке ...
2. На уроке было все понятно (не все понятно) ...

3. Я на уроке повторил (-а) ...

Обучающиеся: отвечают на вопросы.

Такой формат позволяет модернизировать урок, вовлечь учеников в учебный процесс, наглядно иллюстрировать и закрепить материал[33].

2.3 Апробация разработанных элементов дополненной реальности и анализ результатов

Для апробации разработанных объектов дополненной реальности были проведены уроки по теме «Построение графиков функций». В качестве участников выступили обучающиеся МАОУ «Лицея №12» города Екатеринбург (общее количество обучающихся: 155 человек).

После того, как новый материал с помощью объектов дополненной реальности был изучен, во всех классах были проведены самостоятельные работы, которые представлены в таблице 1,2.

Таблица 2. Самостоятельная работа №2

Вариант 1	Вариант 2
Построить график линейной функции: 1) $y = 2x + 1$; 2) $y = x - 2$; 3) $y = x$; 4) $y = -x + 3$; 5) $y = -2x - 3$.	Построить график линейной функции: 1) $y = 3x + 1$; 2) $y = x - 1$; 3) $y = -x$; 4) $y = -x + 2$ 5) $y = -2x - 1$.

Таблица 3. Самостоятельная работа №3

Вариант 1	Вариант 2
Построить график линейной функции: 1) $y = x^2 - 3$; 2) $y = x^2 - 2x + 1$; 3) $y = -x^2 + 1$.	Построить график линейной функции: 1) $y = x^2 + 1$; 2) $y = -x^2 - 2x - 1$; 3) $y = -x^2 - 1$.

В результате проведенной работы было установлено, что обучающиеся в классах 7 «Л», 8 «М» и 9 «К» (в которых использовались элементы дополненной реальности), усвоили материал лучше. Это позволило нам прийти к выводу, что использование AR-элементов в процессе обучения способствует лучшему пониманию и запоминанию учебного материала.

Результаты выполнения самостоятельной работы представлены на диаграммах (рис. 22, 23, 24).

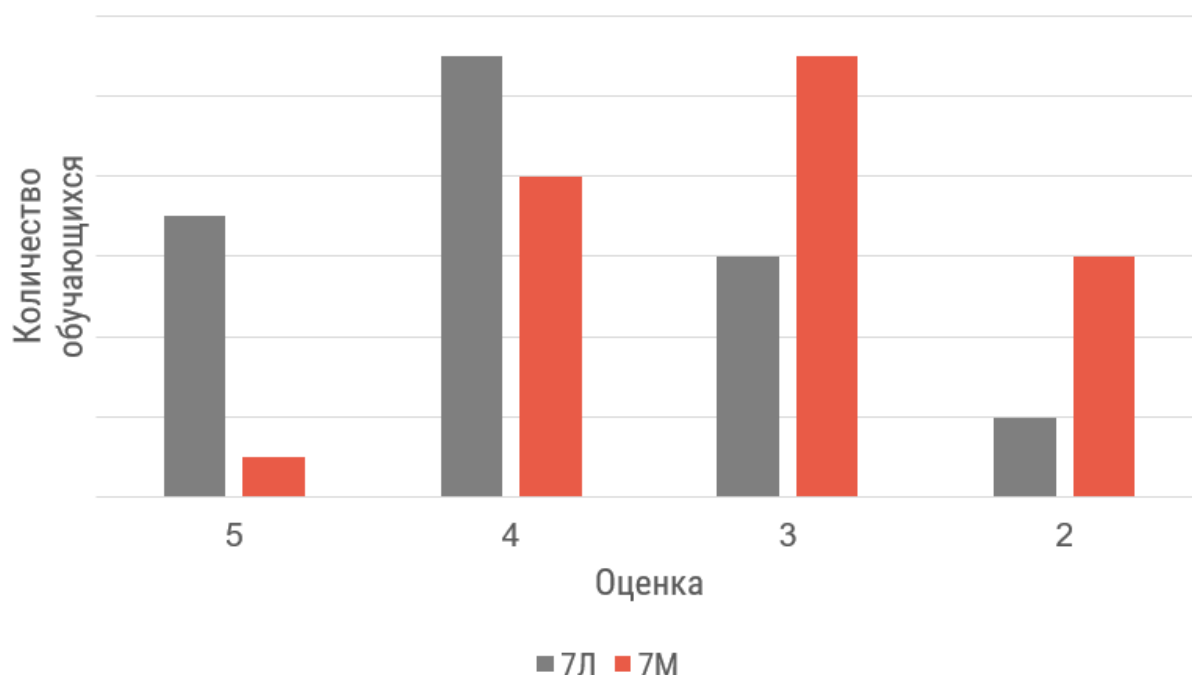


Рисунок 22. Результаты выполнения самостоятельной работы в седьмых классах

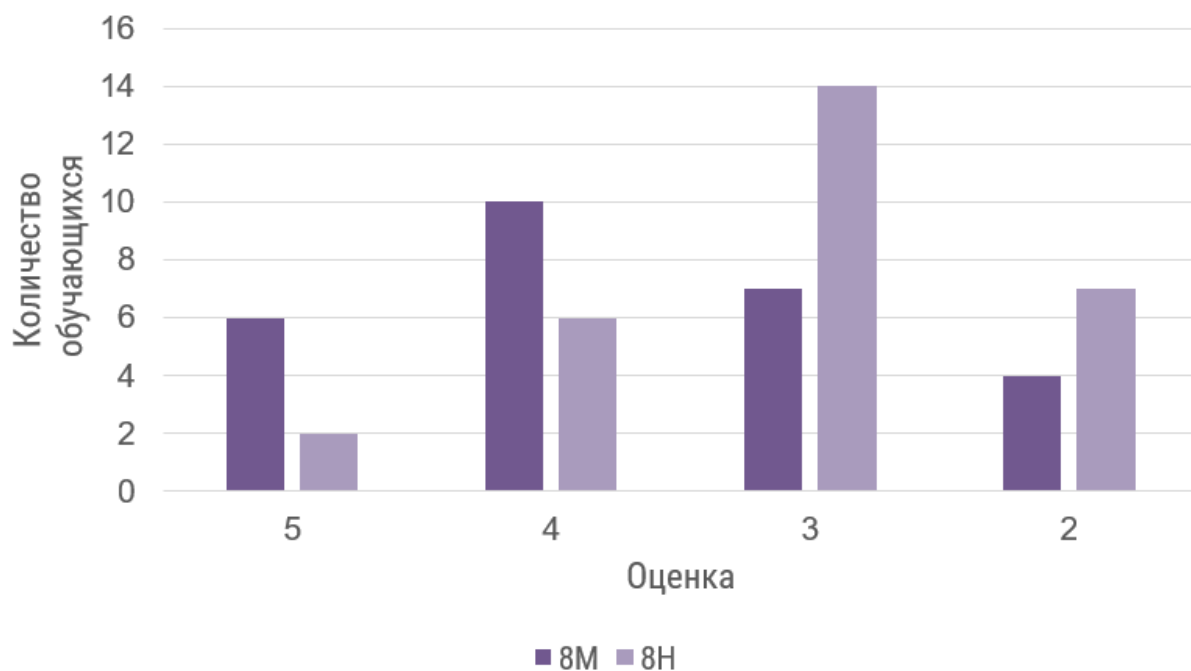


Рисунок 23. Результаты выполнения самостоятельной работы в восьмых классах

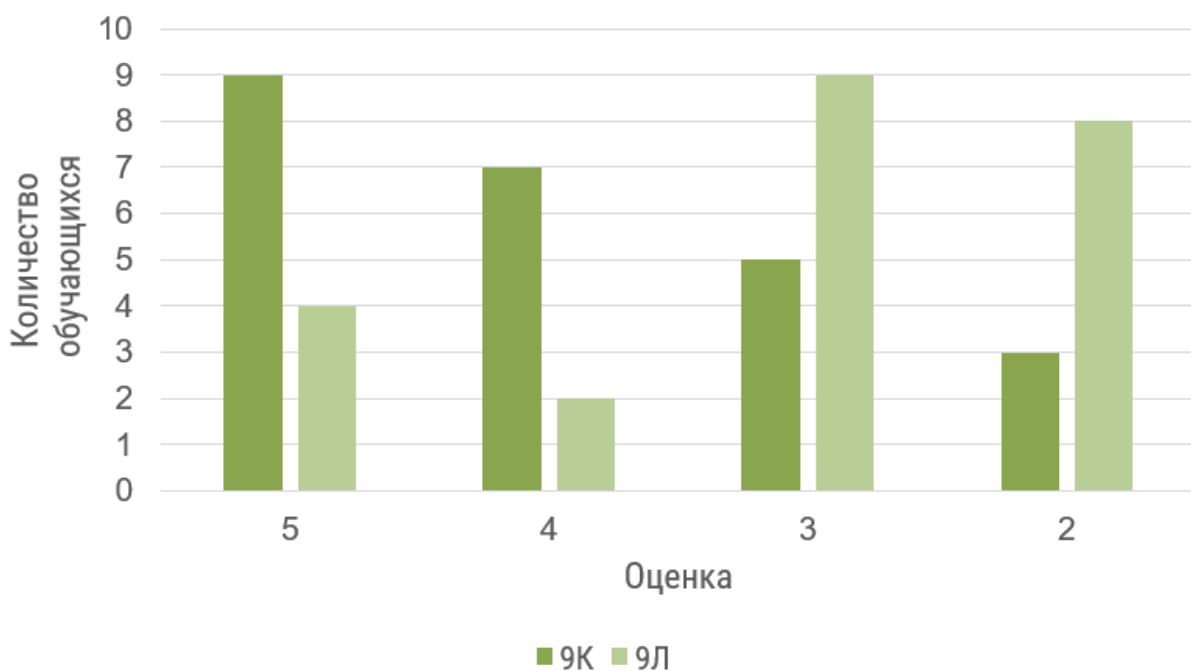


Рисунок 24. Результаты выполнения самостоятельной работы в девятых классах

После пройденных тем было проведено анкетирование обучающихся. Анкета включала в себя 5 вопросов:

1. Понравился ли Вам формат занятия с дополненной реальностью?
2. По Вашему мнению, занятия с AR-объектами повысили бы заинтересованность обучающихся предметом?

3. Вам было проще и понятнее изучать новый материал с объектами дополненной реальности?

4. Как Вы считаете перспективно ли использовать AR в обучении?

5. На Ваш взгляд способствуют ли разработанные объекты дополненной реальности повышению наглядности учебного материала?

Анализ результатов апробации и анкетирования показал, что при использовании мобильных устройств и объектов дополненной реальности обучающиеся больше заинтересованы в изучении или повторении материала.

Результаты анкетирования представлены в виде диаграммы (рис.25).

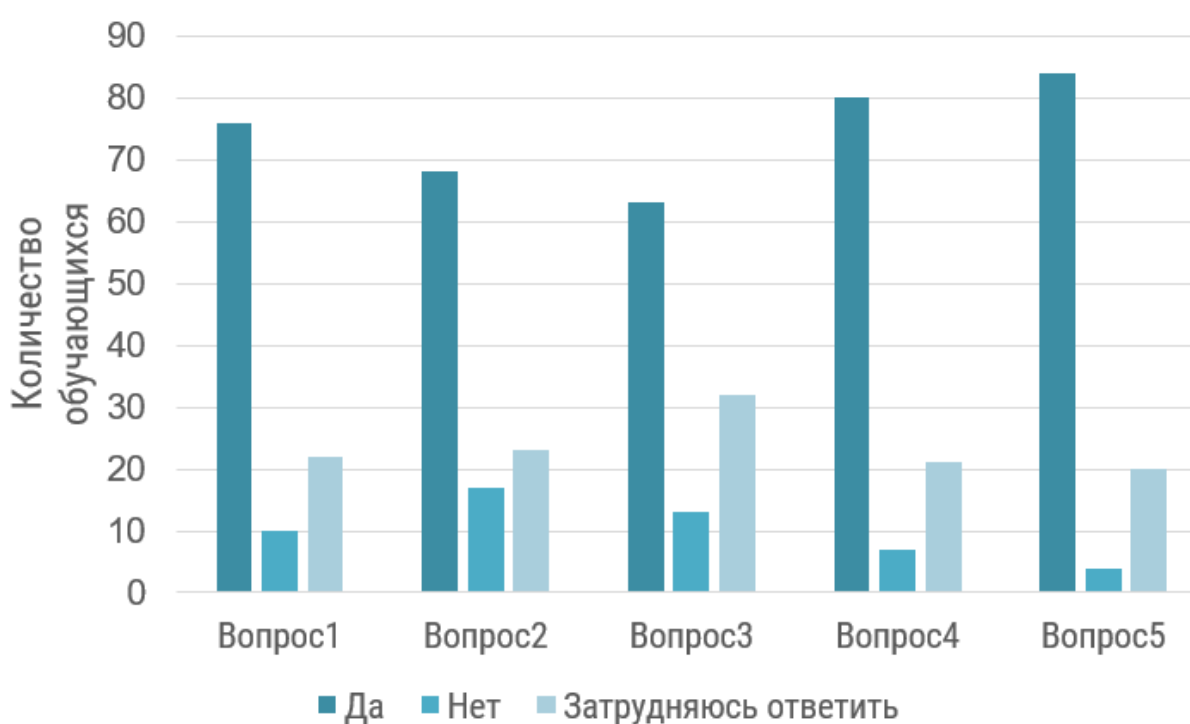


Рисунок 25. Результаты выполнения самостоятельной работы в восьмых классах

По собственным наблюдениям можно сказать, что в процессе обучения элементы дополненной реальности способствуют к повышению интереса к предмету, учебной мотивации, поскольку в ходе урока используются смартфоны или планшеты, активными пользователями которого являются современные обучающиеся, повышается наглядность материала, что способствует лучшему запоминанию и пониманию темы. Созданные объекты позволяют обучающимся детально рассмотреть процесс построения

графиков функций, а также при необходимости актуализировать знания по данным темам. Популярность смартфонов и планшетов среди обучающихся способствует повышению интереса к использованию AR-объектов в учебном процессе, размещение виртуальных объектов в среде, в которой они изначально отсутствуют, позволяет смоделировать необычные образовательные практики.

Заключение

Технология дополненной реальности повышает познавательную активность обучающихся, формирует навыки общения, сотрудничества, взаимопомощи, развивает творческое мышление, учит самооценке, расширяет методический инструментарий учителя, стимулирует поиск, инициативу.

Технология дополненной реальности пока находится в стадии развития. Наряду с несомненными достоинствами технология дополненной реальности имеет и недостатки, например, отсутствие надлежащей гибкости: без камеры и монитора она не будет работать. Таким образом, ее практическое использование весьма ограничено. При использовании очков дополненной реальности может появиться «технологическое» косоглазие.

Цель исследования – разработать комплекс объектов дополненной реальности на уроках математики – была достигнута. В ходе исследования нами были проанализированы учебно-методические комплексы 7-9 классов, литература и ресурсы сети Интернет, посвященных технологиям разработки элементов AR-технологии для обучения, которые позволили выбрать тему, которая требует дополнительной визуализации при изучении математики.

Проведен анализ средств создания AR-элементов, благодаря которому был выбран комплекс популярных инструментов для разработки AR-приложения и объектов дополненной реальности: Vuforia SDK и Unity.

В ходе исследования были методические рекомендации по разработке и использованию объектов дополненной реальности для обучения школьников математике, в том числе разработаны полные конспекты двух уроков. На их основе могут быть разработаны анимированные объекты для других дисциплин.

В ходе апробации AR-объектов на уроках математики, в отличие от традиционных, у обучающихся наблюдался повышенный интерес и

мотивация к изучению нового материала, это подтвердили результаты проведенной самостоятельной работы и анкетирования.

Широкая популярность смартфонов, а также новый формат уроков позволяет смоделировать необычный образовательный процесс. Результаты данного исследования могут быть использованы в педагогической практике не только учителями математики, но и в рамках других школьных курсов.

Список использованных источников

1. Amazing Space Journey 3D Augmented Reality. URL: <http://amazingspacejourney.com/> (дата обращения: 12.03.2022)
2. Blippbuilder. URL: <https://www.blippar.com/build-ar> (дата обращения 15.05.2022).
3. Eligo Vision. URL: <https://eligovision.ru/> (дата обращения: 16.06.2022)
4. PokemonGo. URL: <https://www.pokemon.com/ru/app/pokemon-go/> (дата обращения: 19.03.2022)
5. Unity. (Платформа разработки приложения) URL: <https://unity.com/ru> (дата обращения: 15.01.2022)
6. Vuforia engine — Vuforia. URL: <https://developer.vuforia.com/downloads/sdk> (дата обращения: 8.02.2022)
7. Алгебра. 7 класс. Учебник - Макарычев Ю.Н., Миндюк Н.Г., и др. 2014. С. 65-70.
8. Алгебра. 7 класс. Учебник – Мерзляк А.Г., Полонский В.Б., и др. 2015. С. 153-175.
9. Алгебра. 8 класс. Учебник - Макарычев Ю.Н., Миндюк Н.Г., и др. 2014. С. 65-70.
10. Алгебра. 8 класс. Учебник – Мерзляк А.Г., Полонский В.Б., и др. 2013. С. 77-80.
11. Алгебра. 9 класс. Учебник - Макарычев Ю.Н., Миндюк Н.Г., и др. 2017. С. 5-21.
12. Алгебра. 9 класс. Учебник – Мерзляк А.Г., Полонский В.Б., и др. 2017. С. 59-98.
13. Арсентьев Д.А. Внедрение элементов дополненной реальности в учебно-методическую литературу / Д.А.Арсентьев // В сборнике: Университетская книга: традиции современность материалы научн.-практ. конференции. 2015. С.18-22.

14. Благовещенский, И. А. Технологии и алгоритмы для создания дополненной реальности / И. А. Благовещенский, Н. А. Демьянков // Моделирование и анализ информационных систем. – 2013. С. 129-138.
15. Валитова, А. Р. Применение технологий дополненной реальности в образовании / А. Р. Валитова // Инновационные научные исследования в современном мире : Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Уфа, 23 мая 2019 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2019. С. 67-76.
16. Верхова, Г. В. Безмаркерная технология дополненной реальности в современном образовании / Г. В. Верхова, С. В. Акимов, М. М. Котельников // Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации. Распознавание - 2018 : Сборник материалов XIV международной научно-технической конференции, Курск, 25–28 сентября 2018 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. С. 77-79.
17. Григорьев, С. Г. Образовательные возможности технологий дополненной и виртуальной реальности / С. Г. Григорьев, М. А. Родионов, О. А. Кочеткова // Информатика и образование. 2021. С. 43-56.
18. Гриншкун А.В. Левченко И.В. Возможные подходы к созданию и использованию визуальных средств обучения информатике с помощью технологии дополненной реальности в основной школе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2017. №3. С. 267-272.
19. Гусев, Д. В. Сравнительный анализ приложений с дополненной реальностью, используемых в образовательных целях / Д. В. Гусев, Е. С. Егорова // Тенденции развития науки и образования. – 2022. С. 11-14.
20. Девярых В.К., Лозинская А.М. Анализ программных средств разработки технологии дополненной реальности для обучения // Актуальные

вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий. – 2019. – № 3. – С. 38-44. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38165372> (дата обращения: 29.03.2022).

21. Дополненная реальность. URL: https://funreality.ru/technology/augmented_reality/ (дата обращения 17.02.2022)

22. Ефимова, И. А. Технология дополненной реальности в проектной и игровой деятельности школьников / И. А. Ефимова, О. А. Пивненко // Ученые записки ИУО РАО.2019.С. 50-54.

23. Иманалиева, Д. Б. Эффективность использования технологий визуализации информации средствами дополненной реальности в образовании / Д. Б. Иманалиева // Актуальные и перспективные направления развития научно-технологического прогресса : сборник материалов Международной научно-практической конференции, Кемерово, 30 января 2020 года. – Кемерово: Общество с ограниченной ответственностью "Западно-Сибирский научный центр", 2020. С. 24-26.

24. История дополненной реальности. URL:<https://vr-j.ru/stati-i-obzory/istoriya-vozniknoveniya-dopolnennoj-realnosti/> (дата обращения 25.02.2022)

25. Кориенко Т.В., Меркушева О.А., Потапов А.А., Шмелькова Е.Ю. Организация образовательной деятельности школьников и дошкольников с использованием технологии дополненной реальности // Районный конкурс педагогических идей и проектов «образование для будущего». 2017. http://school17vo.narod.ru/17new/other/education_for_future_2017_proekt.pdf

26. Купцова, Е. Е. Опыт создания AR-приложения «Тобольский Кремль» / Е. Е. Купцова, Е. Н. Малышева. — Текст : непосредственный // Юный ученый. — 2020. — № 6 (36). — С. 10-14. — URL: <https://moluch.ru/young/archive/36/2079/> (дата обращения: 18.04.2022).

27. Ладэ Э.О., Леконцева В.А., Тимирова А.М. Технология создания элементов дополненной реальности для обучения школьников математике и информатике // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий. Екатеринбург, 2022.

28. Лозинская А.М., Лозинский А.Г. Дополненная реальность в процессе обучения // Реализация национальной образовательной инициативы 52 «Наша новая школа» в процессе обучения физике, информатике и математике: материалы межд. науч.-практ. конференции. Ч. 2. Екатеринбург, 2011.

29. Лучшие приложения дополненной реальности. URL: <https://setphone.ru/prilozheniya/luchshie-prilozheniya-dlya-dopolnennoj-realnosti/#INKHUNTER> (дата обращения: 18.05.2022).

30. Новиков М.Ю. Использование технологии дополненной реальности при обучении информатике в школе // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий. Екатеринбург, 2018.

31. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования : Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287 // Министерство просвещения Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027?index=3&rangeSize=1>

32. Приложения дополненной реальности <https://lifehacker.ru/prilozheniya-dopolnennoj-realnosti/> (дата обращения: 11.05.2022)

33. Приходько, Д. А. Форсайт образования - дополненная реальность как технология школы XXI века / Д. А. Приходько // Здоровье - основа

человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2020. С. 1073-1076.

34. Создание приложения на Unity с использованием дополненной реальности (SDK Vuforia). GeekBrains. URL: <https://geekbrains.ru/events/740> (дата обращения: 9.03.2022)

35. Чалыш, Д. С. Технология виртуальной реальности и дополненной реальности в современном мире / Д. С. Чалыш, М. Е. Горин, Е. Б. Тюнин // Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты : Сборник материалов III всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 18–23 января 2021 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. С. 217-220.

36. Что нужно для разработки вашего первого AR-приложения? URL: <https://axmor.ru/articles/chto-nuzhno-dlia-razrabotki-vashieghe-piervoghe-prilozheniia-s-dopolniennoi-riealnostiu/> (дата обращения: 15.06.2022)

37. Шелевер, Л. В. Дополненная реальность в образовании - это миф или реальность? / Л. В. Шелевер // European research: innovation in science, education and technology : Collection of scientific articles XLI International scientific and practical conference, London, United Kingdom, 07–08 июня 2018 года. – London, United Kingdom: PROBLEMS OF SCIENCE, 2018. С. 31-35.

38. Яковлев Б.С., Пустов С.И. История, особенности и перспективы технологии дополненной реальности // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. №3.2013. С. 479-484.

39. Яковлев Б.С., Пустов С.И. Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. № 3. 2013. С. 484-492. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19112505> (дата обращения 2.03.2022)