

## РАЗДЕЛ 1 АНАЛИЗ УСЛУГ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ И ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ СЕТЕВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

В начале XXI века произошли впечатляющие изменения в сфере телекоммуникационных технологий, предопределившие дальнейшее развитие сетей связи. Одним из таких толчков, послуживших массовому распространению концепции Интернета вещей [1], стали беспроводные сенсорные сети. Не так много времени прошло с публикации в журнале «Электросвязь» [2, 3] о роли всепроникающих сенсорных сетей в трансформации общества и переходе на совершенно другой, более качественный уровень услуг связи, а наблюдать стремительный рост количества научных исследований [4 - 8] и практических реализаций в области Интернета вещей можно уже сегодня [9 - 13]. Логичным развитием концепции Интернета вещей, существенно её обогатившем стала «дополненная реальность». Также, взяв за основу беспроводные сенсорные технологии, дополненная реальность перевернула существующие подходы в области восприятия информации, управления устройствами, повышение уровня эмоций пользователей при доступе к услугам связи [14, 15]. В силу универсальности технологии, наглядности и удобства её использования можно говорить о повсеместном применении дополненной реальности во всех сферах человеческой жизни [16 - 19]. В частности, применительно к новым концепциям развития сетей связи, таким как Тактильный Интернет и Интернет навыков, дополненная реальность занимает прочное место при разработке и внедрении их приложений [20 - 23].

В данной главе дается анализ приложений дополненной реальности и их классификация на основе разных критериев. Также исследуются беспроводные технологии, которые широко применяются для реализации услуг дополненной реальности. Особое внимание уделяется устройствам дополненной реальности, делающими данную технологию отличной от всех других.

## 1.1 Анализ областей применения приложений дополненной реальности

Последние десятилетие ознаменовалось не только повсеместным внедрением концепции Интернета вещей [24, 25], но и развитием таких направлений как Промышленный Интернет вещей, медицинские сети, Тактильный интернет, интернет нановещей и интернет навыков [26 - 31], что привело к созданию сетей нового класса, а именно летающих сенсорных сетей, сверхплотных сетей, высоконадежных сетей с ультрамалыми задержками [32 - 34], активно ведутся работы в области создания сетей связи пятого поколения [35, 36]. Дальнейшее масштабное и многообещающее развитие сетей связи видится в направлении дополненной реальности. Основной целью услуг дополненной реальности является усиление ощущений пользователя от знакомых вещей. В задачи дополненной реальности не входит создание нового мира, а работа с реальными объектами, и улучшение существующей среды за счет таких усиления таких ощущений пользователя как слух, зрение, обоняние, знание и т.д. [37]. Согласно Рекомендации J.301 Международного союза электросвязи (МСЭ) [38] под дополненной реальностью понимают тип смешанной реальности, где графические элементы интегрированы в реальный мир, чтобы улучшить пользовательский опыт и обогатить информацию. Под смешанной реальностью понимают интеграцию виртуальной и дополненной реальности, которые являются принципиально разными понятиями. Виртуальная реальность полностью заменяет существующий мир искусственно созданной средой, где все объекты синтетические, находясь внутри этого мира, человек не слышит и не видит, что происходит вокруг него в реальном мире, он полностью погружен в другой мир. В это же время дополненная реальность не создает новые миры, с новыми объектами и взаимосвязями, а лишь дополняет существующую действительность. Она объединяет виртуальные и реальные объекты и позволяет видеть физическую вещь с наложенными поверх неё виртуальными данными, что расширяет

возможность восприятия информации о данной вещи [39, 40]. Дополненная реальность доступна каждому, независимо от профессии, социального статуса, пола и вероисповедания, будь то учитель или нефтяник, оказавшись в большом городе, в поисках нужной остановки общественного транспорта, пользователь сразу ощутит все преимущества данной технологии, которая позволяет наложить компьютерную графику на окружающие объекты, находящиеся в поле зрения и как бы заглянуть внутрь здания или даже посмотреть сквозь него и увидеть искомую остановку за домом. Так прогуливаясь по городу в очках дополненной реальности, которые внешне практически не отличаются от обычных очков, любой турист может получать информацию об архитектурных и исторических объектах, поворачивая голову в разных направлениях. При повороте головы туристу будет воспроизводиться информация о том предмете, на который он смотрит, причем это может быть любой формат данных: графика, текст, аудио, видео и т.д.

Таким образом, основная идея дополненной реальности состоит в наложении текста, графики, аудио, видео, сенсорных данных и ощущений поверх существующих объектов окружающего мира в режиме реального времени [41]. Поэтому отличительной чертой дополненной реальности является сочетание реальных и виртуальных объектов в едином пространстве, что часто называют новым понятием «смешанная» реальность, под которым понимают трехмерное восприятие объектов и наличие интерактивности, что приводит к высоким требованиям к задержке передачи по сети связи. В современных приложениях дополненной реальности можно выделить несколько крупных классов применения данной технологии. Рассмотрим подробнее области применения дополненной реальности.

#### 1.1.1 Медицина

Применение дополненной реальности в медицине обширно и несет в себе ряд очевидных выгод для решения специфических врачебных задач. Как известно

один из самых сложных и важных медицинских процессов – это постановка диагноза пациенту, причем сам пациент не всегда понимает медицинскую терминологию и может ответить на вопросы врача, о сданных анализах, полученных результатах, назначенных курсов лечения. При наличии очков ДР врач обладает как бы «рентгеновским зрением» и глядя на пациента, получает необходимую информацию, например, результаты компьютерной томографии или анализа крови, что значительно улучшает качество и время медицинской помощи. Также приложение может носить вспомогательный характер, напоминая врачу название лекарств, назначаемых при разных диагнозах, или какие анализы еще необходимо назначить, какие вопросы задать.

Интересным представляется использование ДР для диагностирования пациентов, поступающих в госпиталь при военных действиях. На поле боя не всегда получается своевременно и полно описать какой ранение получены, какие препараты введены и что сделано и когда в госпиталь привозят 50 раненных одновременно, у которых каждая секунда на счету, очень важно быстро получить информацию о каждом пациенте и начать немедленное лечение. Данные о раненом из полевого госпиталя передаются в облако, а в больнице врач получает информацию о поступившем больном в удобной форме, аудио или текст, тем самым еще и освобождаются руки и внимание врача, который избавлен от поиска и чтения карточки больного.

В том числе ДР может быть использована для практического обучения студентов-медиков, когда с помощью устройств ДР, например, «умных» очков, ручных контроллеров, проекторов, учащийся получает возможность практиковаться в проведении операций на реалистично моделируемых программой телах и органах. Сегодня уже существуют приложения, которые позволяют визуализировать 3D-модели частей тела и внутренних органов с добавлением справочной информации о них в реальном масштабе времени или отображать медицинские бланки с подсказками и правилами их заполнения и регистрации.

### 1.1.1.1 Медицина в умных городах

В настоящее время развитые города во всех частях планеты пытаются воплотить в жизнь концепцию создания умных городов. Основной целью создания умных городов является предоставление одинакового уровня удобств всем гражданам. Следовательно, есть ряд исследований, посвященных использованию технологии ДР для облегчения жизни инвалидов в умных городах. Так в статье [42] предлагается навигационная система, которая рассчитывает и облегчает выбор маршрута передвижения для инвалидов. В исследовании [43] утверждается, что дизайн торговых и библиотечных полок не позволяет инвалидам свободно взаимодействовать с предметами, и на основе данного анализа предложена система с технологией RFID, которая позволяет инвалидам определять наличие и местонахождение предметов на полках и не тратить усилия для того, чтобы доставать или перебирать ненужные предметы. Как известно с возрастом у людей усложняется моторика и координация, особенно это заметно в сложных климатических условиях, при гололедице, например, так в статье [44] предложено приложение, помогающее пожилым людям улучшить умственные навыки и ориентации в трехмерном пространстве. Также создано приложение-помощник для когнитивных нарушений и помощи людям, перенесшим инсульт [45, 46], инновационное приложение, которое переводит картинки с изображениями в звук, помогающее людям с ограниченными возможностями [47]. Кроме того, в [48] представлено приложение, которое помогает глухим инвалидам путем преобразования голоса говорящего в читаемый текст на дисплее устройства ДР, общаться с обычными людьми, не владеющими сурдопереводом. Наряду с помощью людям с физической инвалидностью, ДР также может быть полезной для улучшения психического здоровья и лечения физиологических стрессовых заболеваний [49]. В [50] разработано приложение, которое дополняет базовый учебник по специальным маркерам графическим представлением и звуком для людей с ограниченными

возможностями, а в [51] объединили геймификацию с процессом обучения для инвалидов. Очевидно, что дополненная реальность способна значительно облегчить и улучшить качество жизни не только людей с ограниченными возможностями, но и всех остальных.

#### 1.1.1.2 Сканер вен

Дополненная реальность позволяет избежать ряд неприятных и болезненных процедур, таких как, взятие крови. В частности, акционерная компания AssuVein [52] использует возможности ДР для того, чтобы упростить работу медсёстрам и облегчить процедуры для пациентов. Специалист по маркетингу AssuVein В. Лучано утверждает, что 40% сделанных внутривенных инъекций пропускают вену, и доктора и медсестры не могут точно определить её положение, особенно у тяжело больных и пожилых пациентов, что негативно сказывается на самочувствии детей и таких людей. Поэтому приложение AssuVein, базирующееся на технологии дополненной реальности использует портативный сканер, позволяющий проецировать изображение вен на кожу и показывать на экранах смарт-устройств медсестрам и врачам расположение вен у конкретных пациентов. Сканер вен представлен на рисунке 1.1.



## Рисунок 1.1 – Сканер вен компании AccuVein

Данная технология была опробована на внушительном числе пациентов и сегодня уже несколько компаний выпускают подобные сканеры, что помогает специалистам здравоохранения и расширяет их навыки.

### 1.1.1.3 Виртуальное интерактивное присутствие

Технология VIPAR (Virtual Interactive Presence and Augmented Reality) представляет собой виртуальное интерактивное «присутствие» на основе применения технологии дополненной реальности [53]. Целью создания данной технологии было оказание удаленной хирургической помощи в режиме реального времени. С появлением очков ДР и их взаимодействием с технологией VIPAR стало возможно осуществлять дистанционную экспертную помощь в процессе выполнения операций. В сложных случаях, когда профильный специалист не может оперативно прибыть в другой город для проведения операции, а любое промедление опасно для жизни пациента, это нововведение способно значительно сократить число рисков от ошибок или неудачных медицинских операционных процедур, а также расширить набор методик и способов обучения хирургов и повышения квалификации действующих специалистов.

В университете города Бирмингема, штат Алабама, США бригада хирургов выполнила одну из первых операций в сочетании технологии дополненной реальности и виртуального присутствия VIPAR с использованием «умных» очков и переносного компьютера с оптическим дисплеем. Интеграция данных технологий может стать важным шагом на пути развития практической телемедицины.

Система VIPAR позволяет осуществлять виртуальное взаимодействие между местным врачом и удаленным консультирующим хирургом в режиме

реального времени. Местный хирург выполняет операцию, а удаленный консультант находится у монитора и контролирует работу первого на основе трансляции изображения (в данном случае хирургического стола) со встроенной в очки ДР камеры. Таким образом, VIPAR дает возможность врачу на расстоянии видеть происходящее в операционной и подсказать или показать свои действия или медицинские инструменты в виртуальном хирургическом пространстве оперирующего. В итоге, местный хирург видит «виртуальную» помощь непосредственно перед собой, что сокращает и продолжительность операции, и риски, которые могут случиться из-за неопытности или недостаточной квалификации врача. Так, при иссечении сонной артерии и грудных мышц основные анатомические структуры были визуализированы и идентифицированы.

Такая технология может значительно повысить качество медицинских услуг, позволяя более опытному хирургу дистанционно наблюдать и обучать, передавая ценные знания менее опытным врачам. Работа технологии VIPAR показана на рисунке 1.2.

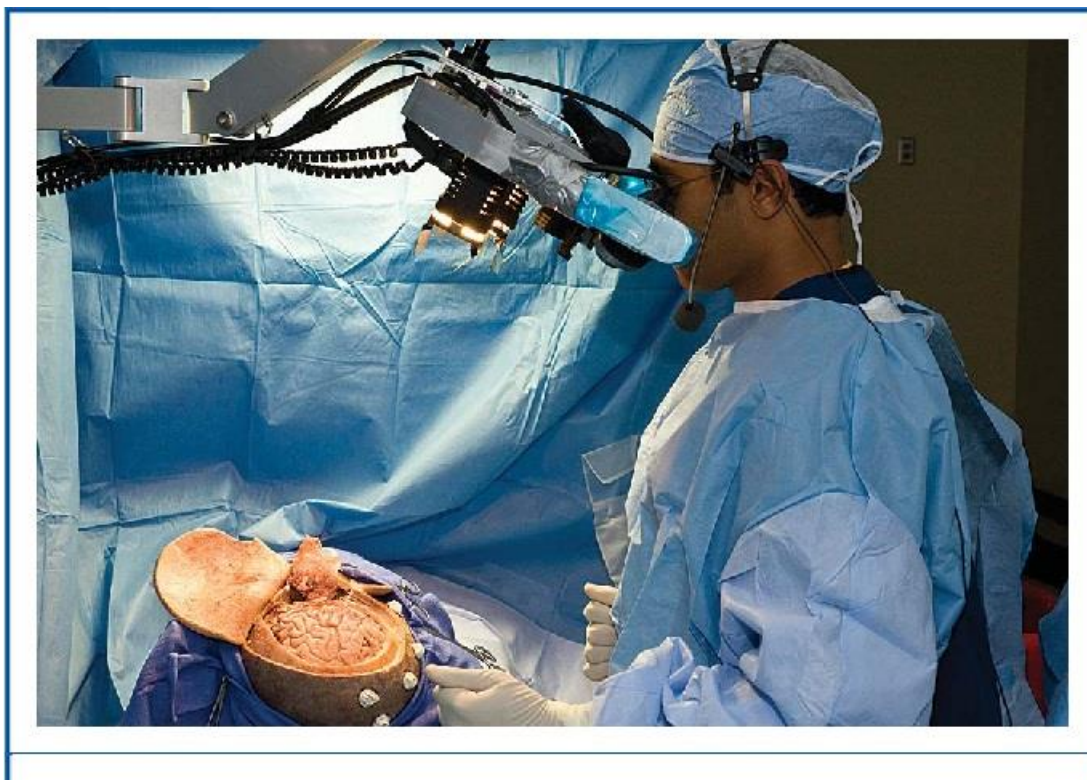


Рисунок 1.2 – Работа местного хирурга с технологией VIPAR



Одна из функций VIPAR позволяет транслировать видео на мобильные устройства других врачей, что позволяет специалистам подключаться в режиме реального времени и участвовать в проведении операционных действий, а не только наблюдать без возможности что-то исправить или помочь с решением, а также иметь доступ к процедуре, используя инструменты или свои руки для демонстрации хода операции.

Однако, данная технология предъявляет высокие требования к задержке и пропускной способности, т.к. требуется передача четкого изображения в реальном режиме времени. Для успешного применения VIPAR в сельских районах потребуется увеличение доступности и скорости высокоскоростного Интернета, а также развития сотовых сетей.

#### 1.1.1.4 Офтальмология

Как было сказано ранее пациенты не всегда могут описать свои симптомы врачу, особенно если это дети. Не исключением является и область офтальмологии. Дополненная реальность играет ключевую роль в определении симптомов и проблем пациентов в подобных ситуациях. Различные ДР-приложения, такие как Eye Decide, которое используют дисплей камеры для имитации воздействия определенных условий на глаз человека [54]. Для понимания причины заболевания и оценки фактического состояния зрительной системы человека, эти приложения могут визуализировать воздействие катаракты или заболевания у людей пожилого возраста, появляющееся в центральной зоне сетчатки (англ. AMD, Age-related macula degeneration).

На рисунке 1.3 показан ряд снимков, отражающих динамику ухудшения зрения под воздействием заболевания ADM, а также как выглядит сам глаз в данный момент. Многообразие приложений не только ДР, но и Интернета вещей в области медицины позволяет говорить о необходимости

широкомасштабного развертывания медицинских сетей [55]. Так уже существуют приложения мониторинга показателей здоровья одиноких пожилых людей, при достижении какого-либо показателя порогового значения, информация моментально отправляется на станцию скорой помощи и выезжает бригада по адресу больного.



Рисунок 1.3 – Работа приложения Eye Decide

Ведутся исследования и в области вживления в организм капсулы с лекарственными препаратами, так чтобы в случае инфаркта, где помощь нужна немедленно организм сразу получил дозу соответствующего препарата. Подобные приложения только начинаются исследоваться и сегодня уже существует ряд работ, направленных на разработку требований к показателям сети и архитектуры данных приложений [56 - 58].

Как видно из вышеизложенного, медицина является одной из передовых областей, внедряющих современные достижения, в том числе и дополненная реальность нашла своё место в улучшении медицинских навыков и повышения качества здравоохранения.

### 1.1.2 Образование

Внедрение дополненной реальности в образовательный процесс влечет за собой несомненные выгоды и преимущества как для учащихся, так и для преподавателей. Самое очевидное с чего начали разработчики приложений ДР в области образования – это визуализация различных процессов, физических, химических, биологических, таким образом облегчается понимание законов физики, например. Сегодня многие ученики быстро теряют концентрацию внимания, а обучающие игры как раз способствуют вовлечению в учебный процесс в более легкой для ребенка форме, позволяя удерживать его интерес как при знакомстве с новым материалом, так и при закреплении полученных знаний [59]. Одним из преимуществ обучения с применением ДР является отсутствие практических ошибок, так обучение пилотов самолетов уже давно происходит на тренажерах виртуальной и дополненной реальности, которые позволяют смоделировать различные ситуации и отточить последовательность действий до доли секунды. В последнее время наблюдается стихийный рост обучающих компьютерных игр [60 - 62].

Помимо несомненной помощи в объяснении материала, технология ДР может использоваться и для создания интеллектуальной среды, получившей название «Умный университет». В рамках умного университета студенты и сотрудники имеют доступ к интерактивной карте, что упрощает поиск кафедр и лабораторий. Более того, когда студент подходит к кафедре, ему вовсе необязательно заходить и спрашивать о часах консультаций того или иного преподавателя, данная информация автоматически отображается на его дисплее при наведении камеры смартфона на список преподавателей кафедры. Также и преподаватель на экзамене, находясь в очках дополненной реальности, видит всю информацию о студенте, его успеваемость, средний балл, наличие пропусков занятий, какие факультативы посещает, участвует ли в научной работе, сколько и какие лабораторные работы он закрыл по данному предмету и т.д. Также с помощью очков дополненной реальности можно распознавать людей и объекты и понимать какой преподаватель сейчас перед

студентом, и указывать его имя отчество и направление исследований, тоже самое и в отношении студентов, преподаватель видит фамилию, имя, отчество учащегося и уже ни с кем его не спутает.

Преимущества использования ДР в процессе обучения заключается в том, что ДР позволяет посмотреть на предмет изучения с разных сторон, и заглянуть в него при необходимости, что упрощает процесс усвоения сложного материала. Часто, когда студент смотрит на лабораторную установку у него уходит много времени на то, чтобы разобраться какой элемент за что отвечает, а потом найти этот элемент и правильно подсоединить, ДР позволяет делать это гораздо быстрее за счет всплывающих подсказок.

Рассмотрим несколько примеров приложений ДР, используемых в области образования и позволяющих расширять возможности педагогов и студентов.

#### 1.1.2.1 Универсальное приложение Layar

Браузер/приложение Layar Reality является наглядным примером дополненной реальности и работает на таких крупных мобильных платформах, как Android и iOS [63], а также обращает на себя внимание как один из первых браузеров дополненной реальности. На базе браузера необходимы могут быть созданы различные приложения, для работы которых используются камера смартфона, компас, модуль GPS (Global Positioning System) и акселерометр. Браузер использует свойство ДР добавлять информацию к различным объектам, создавая как бы несколько «слоев» данных. Информация подгружается на смартфон пользователя, как только некий объект оказывается в поле зрения смартфона. В каталоге приложения имеется внушительное число слоев, которые, в свою очередь, разделены на категории. С помощью меню категорий пользователь может легко найти информацию о медицинских учреждениях, образовательных организациях, спортивных комплексах, банкоматах, кафе и ресторанах, парках, музеях,

достопримечательностях и других городских объектах. Также дополненная реальность браузера Layar имеет возможность размещать в слоях трехмерные объекты, что делает передвижение по городу и получение информации более увлекательным для пользователя как показано на рисунке 1.4.

Layar работает довольно неплохо, в том числе и на более ранних версиях программного обеспечения смартфонов и позволяет отображать цифровой контент в реальном мире. С его помощью на экранах смартфонов можно увидеть, как оживают книги и журналы, то есть 2D-картинки будут отображаться в 3D-формате. Он также позволяет сканировать QR-коды при их наличии для получения дополнительной информации об интересующем объекте.

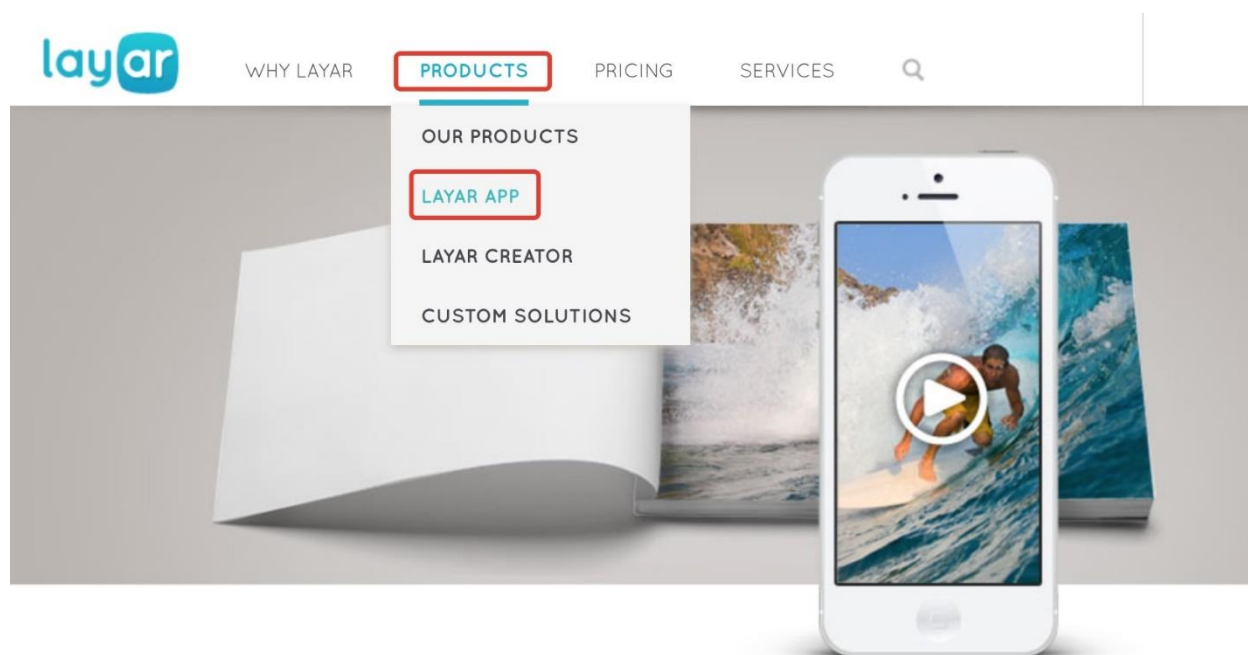


Рисунок 1.4 – Пример работы приложения Layar

Например, когда проводится экскурсия по городу, посвященная жизни известного поэта и писателя, на улицах и домах, имеющих отношение к жизни и творчеству этой личности, размещаются видимые (или невидимые) метки. При наведении на них камеры смартфона, метка распознается и детям воспроизводится информация, фотографии, отрывки стихов, которая

позволяет лучше понять и прочувствовать мир, в которых жил поэт в то время. Такой способ обучения позволит лучше осваивать полученные знания и в дальнейшем ассоциировать их с определенными местами, поскольку воздействие будет направлено не только на слуховое восприятие, но и на визуальное и чувственное.

#### 1.1.2.2 Учебники дополненной реальности

В настоящее время одной из назревающих проблем в области образования является отсутствие у детей желания читать книги, они поглощены различными играми, устройствами, а информацию в основном черпают из сайтов и видеороликов в Интернете. Современные дети, как яркие представители нового поколения в большинстве случаев используют электронные книги или аудиокниги. Для того, чтобы получить доступ к необходимой информации им достаточно воспользоваться системой поиска и по ключевым словам сразу перейти к нужному абзацу, что позволит им не читать всю книгу. Такой подход значительно сокращает время на выполнение домашнего задания, но, отнюдь, не является действенным для усвоения материала, развития логического мышления, увеличения кругозора и расширения словарного запаса. Аналогично, если есть экранизация какого-либо произведения, то они предпочитают посмотреть фильм вместо того, чтобы читать прочесть книгу, а уж заинтересовать студента изучать научные журналы ещё более непосильная задача [64]. Очевидно, что печатные книги уже не так привлекательны для молодого поколения, поскольку в настоящее время существует множество интерактивных журналов, научных порталов, обучающих видеороликов, имеющих 3D и аудиовизуальные эффекты.

Одним из примеров книг, использующих технологию ДР, является MagicBook, которая базируется на обычной книге в качестве реального объекта и основного интерфейса [65]. При чтении книги без вспомогательных устройств пользователь просто видит текст и рисунки. Если же у пользователя

есть устройство ДР, то переворачивая страницу за страницей, книга как будто оживает, и читатели могут посмотреть на объемные фотографии, трехмерные виртуальные модели изображенных объектов как показано на рисунке 1.5. Объемные изображения отображаются прямо на реальной странице книги, поэтому пользователи сначала могут изучить текст, а потом увидеть сцену ДР и при этом находиться в любом удобном для них положении относительно книги, а также на любом расстоянии. В зависимости от приложения виртуальные объекты могут быть разного размера, с анимацией и т.д., поэтому применения дополненной реальности расширяет возможности традиционной трехмерной «всплывающей» книги.

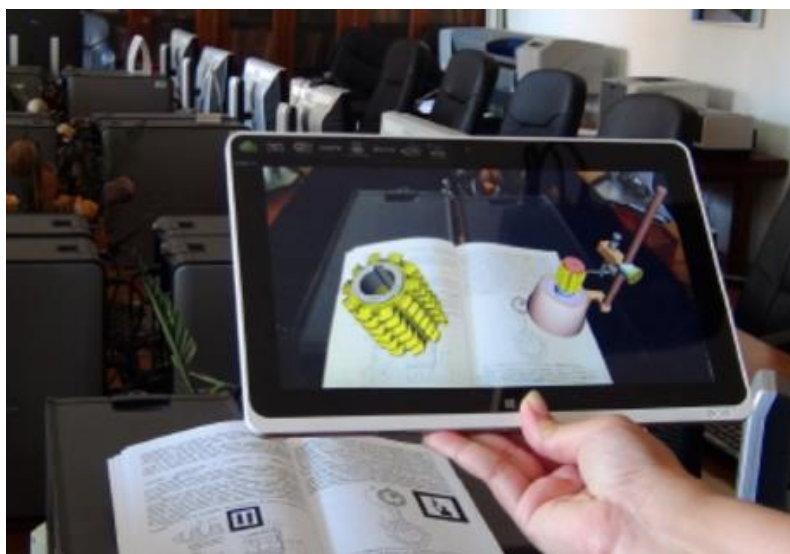


Рисунок 1.1 – Книга дополненной реальности

Не смотря на широкое применение технологии дополненной реальности, ее потенциальные возможности в образовании только начинают изучаться. В отличие от других образовательных технологий, интерфейсы ДР обеспечивают прямое взаимодействие между реальным и виртуальным объектом окружающего мира, что делает обучение гораздо интереснее, быстрее и нагляднее. Дальнейшие исследования в данной области позволят разрабатывать новые методы подачи материала с помощью устройств

дополненной реальности для более эффективного и полезного применения в среде обучения.

### 1.1.2.3 Система обучения SMART

Применение инновационных разработок в процессах, связанных с обучением детей, становится обыденным делом. Так разработана система обучения SMART (SysteM of Augmented Reality for Teaching) – это система преподавания на базе технологии дополненной реальности. Её принцип заключается в обучении детей в таких областях, как транспортные средства, виды животных, корабли, летательные аппараты и аналогичные категории. При изучении на видео, которое показывается классу, накладываются трехмерные модели и прототипы, например, автомобиль, грузовик и самолет, в реальном времени. Поскольку многие дети проводят существенную часть времени за видеоиграми и просмотрами видеороликов, такое обучение способствует привлечению их внимания и обучению новым вещам.

Например, ученые университета о. Мадейра в Португалии исследовали насколько применение дополненной реальности при обучении учеников второго класса в нескольких местных школах улучшает их восприимчивость и усвоение материала [66]. Для этого эксперимента они создали несколько игр и впоследствии оценивали их эффективность. Одна из них – классическая игра, в которой надо угадать животное. Дети держат одну «ракетку», чтобы визуализировать и изучить различные анимированные трехмерные модели животных. С другой стороны, дети должны выбрать «ракетку», которая соответствует правильной категории этого животного. Другая игра похожа на изучение и классификацию животных, только теперь изучаются транспортные средства и их принадлежность к разным классам (самолет– это воздушное транспортное средство, автомобиль и мотоцикл – наземные и т.д.). Пример трехмерных моделей, которыми могут манипулировать дети в процессе обучения представлен на рисунке 1.6.





Рисунок 1.6 – Система обучения SMART

Если ребенок правильно опознал объект и его классифицировал, игра реагирует через звуковую обратную связь, например, проигрывая звук аплодисментов. Если выбор был сделан неправильно и ребенок ошибся, тогда игра воспроизводит другой звук, например, гудок. Данные эффекты позволяют сделать процесс обучения похожим на телевизионную игру, что повышает интерес детей и способствует мотивации в дальнейшем обучении.

Система SMART включает в себя несколько раaketок с 3D-маркерами ДР, web-камеры, компьютера и любого дисплея или проектора. Одним из ограничений применения данной системы является требование по освещенности помещения, поскольку в полумраке камера будет неточно распознавать черно-белые маркеры и все эффекты дополненной реальности работать не будут.

Говорить о применении дополненной реальности в образовательной сфере можно очень долго, поскольку обучение происходит постоянно в разных областях жизни, и это не только школы и университеты. Сейчас много специализированных программ для дизайна, сельского хозяйства,

автомобильных сетей, технологических процессов, изучения исторических событий, литературы, математики, искусства, в том числе применяющих и облачные вычисления [67 - 70]. В том числе много исследований о том, как улучшить и повысить эффективность обучения детей с проблемами развития [71 - 78]. В статье [79] исследователи установили, что ДР может привести к академическим успехам; более того заметно повысить студенческую мотивацию.

### 1.1.3 Строительство, архитектура и дизайн

Важными составляющими дополненной реальности является распознавание объектов, а также компьютерное зрение, что позволяет обрабатывать информацию об окружающем мире и делать её интерактивной. Область строительства, архитектуры и дизайна больше всего выиграли от появления технологии ДР. Отныне сложные чертежи зданий и сооружений можно визуализировать перед заказчиком в трехмерном виде и сразу проецировать на месте их строительства, чтобы понять, как они впишутся в существующий ландшафт. При этом не требуется никаких дополнительных устройств, достаточно иметь при себе планшет или смартфон с камерой. Конечно в индустрии видеоигр и мультимедийных развлечений дополненная реальность используется существенно дольше, чем в отрасли АЕС (Architecture, Engineering and Construction). Тем не менее, перспективы внедрения её в архитектуре, строительстве и дизайне несут очень большие выгоды и уже сегодня на рынке много приложений, которые активно применяются пользователями. Рассмотрим некоторые примеры приложений дополненной реальности, которые могут быть полезны для архитекторов, инженеров и дизайнеров.

#### 1.1.3.1 Трехмерные модели зданий

Передовая компания JBknowledge создала мобильное ДР-приложение Smart Reality («умная» реальность), которое отображает в трехмерном пространстве любой чертежный проект [80]. 3D-модель может быть размещена на экране устройства, просматриваться через планшеты iPad, смартфоны iPhone или устройства с другой операционной системой. У пользователя есть проектный чертеж здания, который распознается приложением, и впоследствии на экране отображается виртуальная модель того, как будет выглядеть проект после его завершения, наложенное на реальный ландшафт, как показано на рисунке 1.7.

Помимо наглядной визуализации объектов, удобстве при планировании, дополненная реальность может использоваться и для других задач в области дизайна. В частности, она может применяться для анализа дизайна-проекта, чтобы выявить несовпадения и неточности в чертежах проектируемого здания, что в дальнейшем уменьшит риски в строительном процессе.



Рисунок 1.7 – Модель здания в приложении ДР

Также, благодаря трехмерному отображению модели в условиях городской среды архитектор и инженер, увидев конечный результат, могут на месте обсудить изменения, и внести коррективы в план, из-за конструктивных особенностей района, например, или в дополнение решить вопросы сборки строительных элементов и утверждения плана работ.

### 1.1.3.2 Моделирование объектов

Augmented Reality Media предназначена для трехмерного моделирования объектов и представляет собой плагин типа SketchUp. Плагин отображает виртуальную модель в трехмерном пространстве и накладывает на реально окружающие пользователя объекты. Данное приложение активно сотрудничает с другими CAD-системами (Computer Aided Design) автоматизированного проектирования [81].

Среди основных функций AR Media можно выделить: Chroma key videos или «цветной ключ».

В настоящее время данный подход широко используется и в телевизионной индустрии и в кинопроизводстве. Идея технологии заключается в наложении создаваемых приложением дополненной реальности объектов на воспроизводимое видео, которое создается с помощью технологии наложения изображения/видеопотока на однотонный цветовой как правило зеленый или синий экран. Этот фон выступает в качестве текстуры или «заднего плана» для любого объекта, например, проектируемого здания, и с ним можно совершать различные манипуляции, что-либо добавлять или изменять, удалять и редактировать, применяя разные видеоредакторы.

Clipping/Sectioning (вырезание/секционирование)

Используя функции управления плоскостями и отсечения, появляется возможность создавать группы трехмерных объектов в режиме реального времени. То есть проектировщик имеет возможность посмотреть, как выглядит каждый этаж здания, более детально проанализировать его планировку и изменить её в случае необходимости, или при обнаружении недостатков и мешающих конструкций.

Linked Markers

Под Linked Makers понимается функция объединенных маркеров, т.е. имеется возможность привязать к одному объекту несколько маркеров и отобразить эту модель под разным углом, создавая впечатление нескольких

точек обзора. Таким образом, можно менять положение модели в пространстве, смотреть как она в него вписывается и изучить все детали с разных сторон, при этом оставаясь на одном месте.

#### Layers' Management

Функция управления слоями позволяет размещать объекты на разных уровнях в трехмерном виде, т.е. отображать отдельные детали модели, которые необходимо рассмотреть ближе в данный момент. Причем с помощью дополненной реальности можно визуализировать разные объекты независимо друг от друга.

#### Timed Slideshow

Подвергнутый преобразованиям контент можно сохранить в виде набора слайдов. Т.е. программа работает так, что предварительно разделяет модель на несколько слоев, однако, показывает их последовательно с четко заданным интервалом времени, а не в произвольном порядке и не по запросу пользователя. В данной демонстрации каждый слой будет замещаться последующим и так далее по порядку. Такой способ визуализации достаточно удобен для презентации, т.к. хорошо систематизирует данные и не позволяет что-то упустить, и визуализации архитектурного решения заказчика.

#### Real-time Shadows (функция «теней» в режиме реального времени)

Функция наложения теней в реальном масштабе времени позволяет получить более реалистичную визуализацию. С помощью приложения создается настраиваемый источник света, при наложении которого на трехмерные объекты создается впечатление, что отбрасывается тень. Кроме того, пользователь может управлять этим источником света и менять его направление в реальном времени тем самым изменяя размер тени. Пример работы приложения представлен на рисунке 1.8.



Рисунок 1.8 – Пример ДР для моделирования объектов

Все перечисленные функции, реализуемые плагином AR Media, преследуют два важные цели: 1. Изучение, визуализация и анализ масштабированных виртуальных моделей в реальном мире; 2. Интерактивный и массовый обмен 3D-проектами.

#### 1.1.3.3 Приложение для наложения эскизов

В дизайне и архитектуре большое внимание уделяется разработке эскизов, которые потом лягут в основу будущих зданий и сооружений. Эскиз является наброском мыслей будущего проекта, результатом обсуждения конструктивных особенностей и как слова выражает идею архитектора [81]. Дополненная реальность позволяет облегчить процедуру обсуждения и взаимопонимания между различными специалистами и существенно влияет на качество процесса проектирования, сокращая недопонимание до минимума. Одним из инструментов является программный продукт Sketchand+.

Создание эскиза в трехмерном пространстве является необычной новой средой для выражения идей. Поэтому для привлечения массовых пользователей конструкторские инструменты следует разрабатывать понятными, чтобы обеспечить удобство и легкость использования. В связи с этим программный продукт Sketchand+ связан приложением дополненной реальности ARToolKit и маркерами браузера.

Модели эскизов, которые создаются в Sketchand+ представляют из себя экспериментальный способ разработки эскизов в основе которого лежит метод моделирования свободной формы. Данный метод заключается в поэтапном наложении простых геометрических форм. В качестве инструмента для создания эскиза может выступать планшет, в том числе и графический, со стилусом.

Для создания эскиза используется один «штрих», который создает фигуру односложной формы. Далее работа осуществляется с помощью дополнительных «штрихов», которые за счет вставки большого числа контрольных точек, позволяют уточнить форму кривой линии. Например, для создания коробки требуется базовый «штрих», имеющий односложную форму квадрата. Если нужно получить закругленные углы, то проектировщику достаточно выбрать дополнительный штрих в форме круга, и программа поймет это как команду скругления углов [82]. Пример работы приложения Sketchand+ показан на рисунке 1.9.

Очевидно, что для создания непростого эскиза требуется так мало действий, что действительно упрощает работу дизайнера. Знакомая многим функция стирания в виде значка «ластика» работает и в данном приложении, что не требует новых знаний для освоения программы и позволяет быстро убрать с экрана неправильно выполненные эскизы. Если возникнет необходимость вернуться и обсудить элемент на стертом эскизе, он никуда не пропадает, а сохраняется в программе.

Несмотря на очевидные преимущества работы приложения, оно является лишь вспомогательным средством для создания эскизов и не может

использоваться в качестве основной программы для более сложных проектных и архитектурных решений.

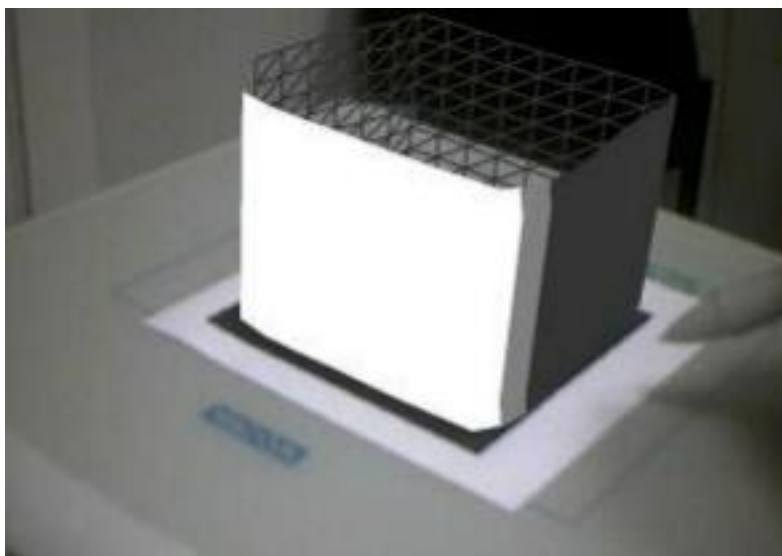


Рисунок 1.9 – пример работы программы Sketchand+

Рассмотренные приложения дополненной реальности существенно ускоряют работу проектировщиков, архитекторов, дизайнеров и облегчают взаимодействие с заказчиком, поскольку наглядно показывают ключевые моменты проекта. И это не все приложения ДР, которые сегодня доступны, усовершенствование и разработка новых продолжается с удвоенной силой. Разработано приложения для планирования городов, не только зданий, но и всей инфраструктуры [83] и продолжают исследования, направленные на изучение особенностей и преимуществ применения ДЛ в архитектуре и строительстве [84 - 86].

#### 1.1.4 Рекламный бизнес

Повышение спроса покупателей является постоянной задачей различных производителей и продавцов, иначе они разорятся. Технология дополненной реальности позволяет не просто привлечь покупателя, но и повысить его настроение, создав WOW-эффект, нестандартно используя знакомый



предмет. Есть исследования, посвященные изучению покупательского поведения в системе дополненной реальности [87]. Задача дополненной реальности в рекламном бизнесе такая же, как у любой другой технологии в этой области, а именно привлечь внимание как можно большего числа покупателей. За счет привлекательности и новизны ДР очень успешно воспринимается пользователями и уже приносит немалые прибыли компаниям, которые активно используют данную технологию. Уже сегодня существует немало примеров применения ДР в повседневной жизни людей, такие компании как ИКЕА и интернет-магазин Lamoda запустили сервисы ДР на своих сайтах [88, 89]. Рассмотрим некоторые приложения.

#### 1.1.4.1 Театры и кинотеатры

Дополненная реальность применяется в сети американских театров АМС (АМС Theatres Application) для поднятия рейтинга и привлечения внимания зрителей [90]. Пример приложения представлен на рисунке 1.10



Рисунок 1.10 – Приложение ДР для кинотеатров

Для группы компаний АМС Cinemas было разработано приложение ДР под названием АМС Theatres, которое оживляет постеры к фильмам с помощью

анимации. Зрители в кинозале наводят смартфон или другое устройство ДР с камерой на плакат, постер, обложку и т.п. и начинает воспроизводиться трейлер к фильму или ролик с рекламой, информацией о кинотеатре, расписании сеансов, афиша, стоимость билетов, правила безопасности и т.д. в виде текста, видео или аудио. Более того, с помощью приложения можно моментально купить билет на понравившийся фильм одним движением.

Приложение AMC Theatres для кинотеатров является инновационным дополнением при рекламе новых фильмов к устоявшимся привычкам киноманов, проводящих много времени в зале или в фойе в ожидании сеанса, рассматривая постеры, афиши и плакаты.

#### 1.1.4.2 Прогноз погоды

Прогноз погоды смотрят практически все независимо от возраста, настроения, уровня образования и достатка. Сегодня большинство телеканалов и интернет-ресурсов использует дополненную реальность для наглядного описания атмосферных явлений при рассказе о погоде [91]. Диктор рассказывает на нейтральном фоне, как правило это зеленый экран, а при монтаже добавляются дополнительные слои с анимацией, например, сильного дождя или наоборот яркого солнца, чтобы зритель понимал, какая погода его ждет завтра. Более того дополненная реальность позволяет рассказывать зрителям о разных природных явлениях, рассказ о которых раньше игнорировался, т.к. было сложно и скучно воспринимать метеорологические слова и термины. Теперь же можно наглядно показать тепловую волну или движение штормового фронта, наложить на интерактивную карту города или страны, тем самым создавая ощущение вовлеченности в происходящее на экране. Приложение Max Reality является новым программным продуктом телерадиокомпании The Weather Channel и полностью меняет представление о прогнозе погоды. Пример визуализации прогноза погоды представлен на рисунке 1.11.

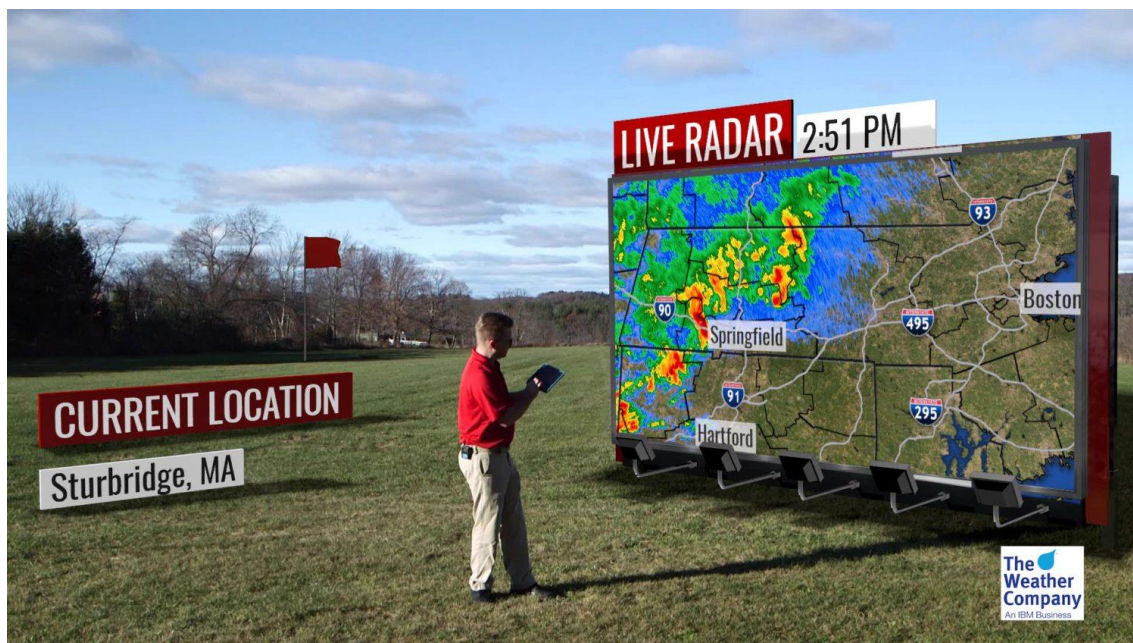


Рисунок 1.11 – Прогноз погоды

Приложение Max Reality вставляет трехмерные изображения в новости о погоде с помощью технологии дополненной реальности, таким образом зрители видят как будто настоящие объемные цветные дождевые облака, бури, снегопады и т.д.

#### 1.1.4.3 Продукты

Сегодня на рынке представлено множество продуктов и производителей, но не всегда покупатели уверены в качестве и безопасности того или иного продукта. Более того, часто информация о дате изготовления, месте производства, составе продукта расположена неудобно и покупатели тратят много времени на её поиск. Для решения этой проблемы разработано мобильное приложение дополненной реальности FoodTracer, с помощью которого можно легко узнать информацию о товаре, его составляющих, дате производства, поставки и т.д. [92]. В задачи приложения также входит обзор покупок, совершаемых в продуктовых магазинах, кроме того приложении может отследить путь поставки для некоторых продуктов. Пример работы

приложения представлен на рисунке 1.12. То есть цель приложения состоит в предоставлении покупателю доступа к информации о еде и обзору совершаемых покупок в продуктовых магазинах.



Рисунок 1.12 – Работа приложения FoodTracer

#### 1.1.4.4 Торговля

Большое изобилие интерьерных решений может напугать неподготовленного покупателя и как результат человек растеряется и ничего не купит. Одними из первых это поняли в крупнейшей компании по производству и продаже товаров для дома с магазинами по всему миру ИКЕА и стали оформлять площади магазина в виде готовых интерьерных решений. Но и это не всегда помогает покупателям, ведь обычно покупают не все сразу, а одну или несколько вещей и вписывают в уже готовый интерьер. Однако, не всегда понятно, как новая вещь впишется в обстановку комнаты. Поэтому ИКЕА стала выпускать специальные каталоги с функцией дополненной реальности и разработала мобильное приложение. Идея заключается в



следующем: печатный каталог является меткой и наведя на него смартфон покупатель может увидеть трехмерное изображение любого товара из каталога. Приложение выполняет трехмерную визуализацию, а интересующий товар пользователь выбирает самостоятельно. Пример работы приложения представлен на рисунке 1.13.

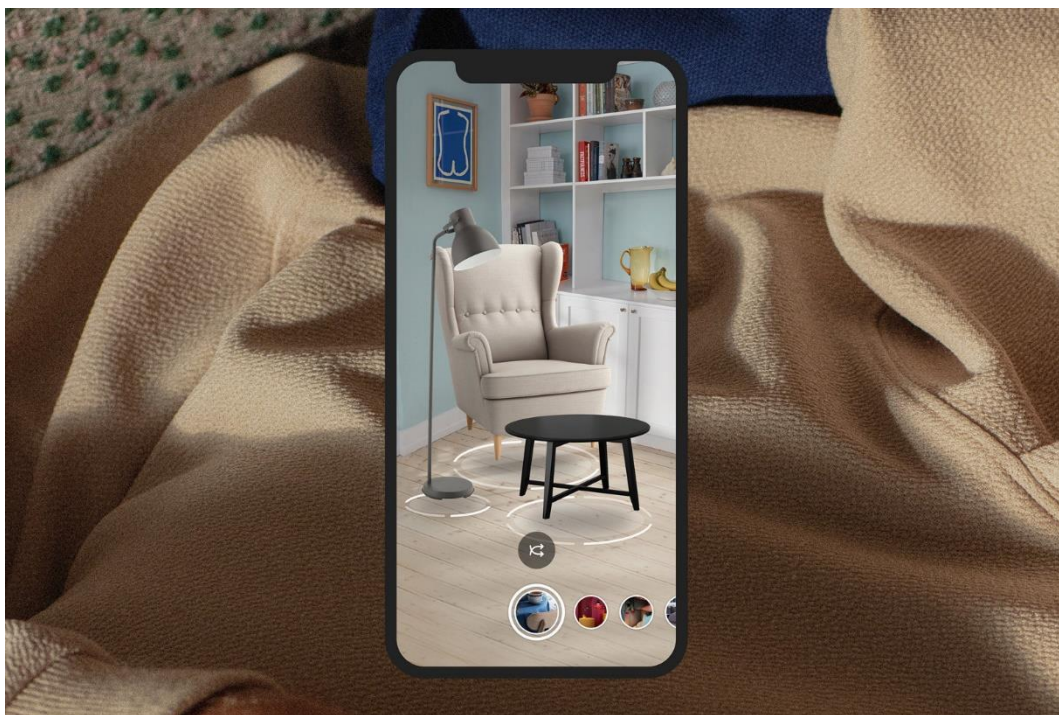


Рисунок 1.13 – Пример работы приложения ИКЕА

В рамках своих дизайнерских решений ИКЕА демонстрирует покупателям как новые товары из каталога впишутся в интерьер дома или квартиры, где их можно разместить и подходит ли размер. Таким образом, перед посещением магазина покупатели имеют представление какой цвет и размер им нужен, что упрощает процесс покупки и дает время на осмотр других вещей, которые возможно к покупке и не планировались. Недавно ИКЕА анонсировала, что будет расширять возможности приложения. Если ранее можно были выбрать только одну вещь из каталога и посмотреть подходит ли она, то теперь можно выбрать сразу несколько вещей и посмотреть совпадают ли они по стилю, по цвету, как будут смотреться вместе и т.д. как новые продукты будут выглядеть

в их домах, куда их можно будет разместить, впишется ли объект в интерьер дома.

### 1.1.5 Туризм

Наибольшее распространение приложения дополненной реальности получили в области туризма. Помимо несомненного удобства и информативности такие приложения являются продолжением концепции «умного» города и разрабатываются часто на уровне правительства города с целью привлечь максимально большое число туристов в город. Если людям удобно ориентироваться в городе, вся информация о работе музеев, отелей, ресторанов доступна и понятна, исторические памятники и архитектурные шедевры представлены в выгодном ракурсе, то и город будет процветать и получать дополнительную прибыль. Приложения дополненной реальности прекрасно отвечают поставленным задачам. Уже сегодня разработано внушительное количество интерактивных маршрутов, вспомогательных информационных туристических приложений, а проекты, связанные с поисанием экспонатов в музее близки к совершенству.

По ряду прогнозов к 2050 году 75% населения планеты будет сосредоточено в городах, поэтому улучшение инфраструктуры города имеет важное экономическое, политическое, культурное и социальное значение [93]. Очень много примеров применения дополненной реальности в академической среде и промышленности указывают на высокий потенциал применения ДР в туристической сфере [94]. Создание очков дополненной реальности, таких как Google Glass, подтолкнуло дальнейшему внедрению технологии ДР для информирования людей об окружающих объектах [95]. Интересным является применения ДР при осмотре античных объектов. Как правило, под влиянием времени и погоды древние исторические сооружения имеют тенденцию к разрушению. В Риме и Греции практически каждый камень представляет культурную ценность, но туристу не охватить такой объем знаний в

путешествии, длящемся несколько дней. Поэтому приложения, которые при взгляде на обломок колонны реконструируют недостающие части и отображают храм в том виде, в котором он существовал несколько тысяч лет назад, позволят существенно повысить информативность и восхитить любого туриста. Для успешной работы подобных приложений исторические и архитектурные объекты сначала реконструируются посредством трехмерных моделей, чтобы впоследствии взаимодействовать с другими объектами [96, 97]. Разработаны приложения, которые добавляют недостающую информацию к историческим рисункам [98], что в свою очередь привлекает внимание посетителей и заставляет больше времени проводить перед картиной [99] или даже взаимодействовать с ней [100]. В [101] дополненная реальность применяется для создания роботизированного гида, способного добавлять мультимедийные элементы к реальным экспонатам в музее, это и видеоролики, и резмерные модели, звуковая дорожка и т.д. Детям будет более интересно в музее, если экскурсия будет проходить в форме игры, так в [102] на основе ДР предложена историческая игра для усиления степени взаимодействия с туристами. В некоторых галереях созданы приложения, которые оживляют батальные сцены на картинах [103]. Интеграция дополненной реальности в музейное пространство интересует многих исследователей и ученых по всему миру [104 - 113].

#### 1.1.6 Экология

Защита окружающей среды всегда была принципиальным вопросом, а с ростом городов, это стало задачей комфортного и безопасного проживания людей. Многие люди страдают от астмы и других легочных заболеваний, связанных с загрязнением воздуха, своевременное информирование о смене ветра и наличии опасных примесей могло бы спасти много жизней и остановить прогрессирование заболеваний. С помощью приложений

дополненной реальности можно отслеживать изменение в окружающей среде и рекомендовать определенный перечень мероприятий для защиты от их воздействия. Так разработан ряд приложений, повышающих осведомленность граждан об окружающей обстановке [114], интеграция же с ИВ позволит более точно отслеживать экологические проблемы и изменения климатических условий [115]. Существует много способ сбора данных о состоянии воздуха, но как правило все они базируются на беспроводных сенсорных сетях [116 - 119] с добавлением RFID меток в некоторых случаях. При анализе качества воздуха учитываются такие показатели, как пыль, влажность, интенсивность света, ряд приложений отслеживает метеорологические данные и данные о движении и концентрации загрязняющих веществ [120, 121].

#### 1.1.7 Ремонт техники

Развитие технологий в настоящее время позволяет создавать настолько сложные механизмы, что для их эксплуатации необходимо большое число квалифицированных специалистов. Даже обычная техника, которой люди пользуются ежедневно сегодня представляет собой шедевр инженерной мысли. Для технического обслуживания, ремонта, сборки и наладки современной техники широко применяются технологии дополненной реальности [122]. В офисах, например, стоят сложные копировальные машины, которые реализуют много функций разного вида печати, сканирования, копирования и сразу разобраться сложно, куда подложить бумагу, как поменять картридж. При использовании технологии дополненной реальности любой сотрудник может одеть очки ДР или навести смартфон на принтер и ему отобразиться видеоинструкция или трехмерная модель принтера с пошаговой инструкцией как показано на рисунке 1.14. А если моделировать другую ситуацию, в которой девушка зимой на пустынной дороге сталкивается с поломкой автомобиля. Можно, конечно, вызвать помощь по телефону и несколько часов её дожидаться, но лучше одеть очки



ДР, открыть капот и произвести первоначальную диагностику, возможно проблема легко устранима. Таким образом, девушка смотрит на определенную деталь и ей отображается информация о том, что это такое, за что отвечает и как проверить работоспособен или нет данный элемент. Для реализации такого приложения в качестве технологической основы можно выбрать VANET (Vehicular Ad Hoc Network).

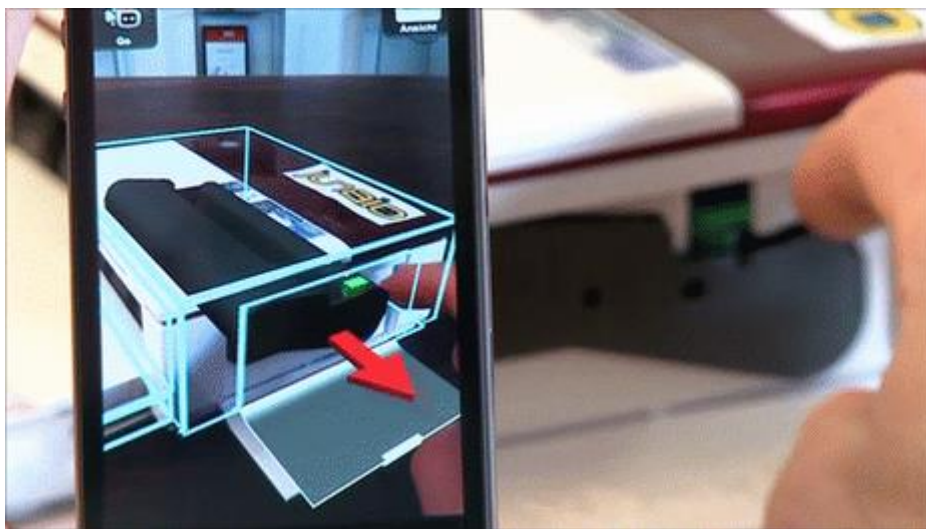


Рисунок 1.14 – Инструкция с ДР

Также в случае отсутствия сети может быть использована D2D коммуникация, которая позволит напрямую связаться с нужным объектом и получить необходимую информацию [123].

#### 1.1.8 Аннотация и визуализация

Данный класс приложений объединяет в себе очень много программных разработок, в том числе и ранее рассмотренных. Основное назначение таких приложений облегчить пользователям доступ к информации об объектах [124 - 126]. Например, на складе крупного интернет-магазина визуальные

подсказки помогут быстрее сориентироваться и найти нужную вещь. В библиотеке от пола до потолка стоят книги и если нужно найти определенную, то приходится тянутся и вытаскивать периодически книги, которые стоят высоко и не понять их название, в то время как в очках ДР достаточно посмотреть на корешок книги данные о ней тут же отобразятся пользователю: автор, название, год издания, издательство, аннотация и т.д. К этому классу можно отнести приложения умного города. Часто вход на станцию метро находится под землей или в торговом центре и найти его туристу или жителю другого района бывает проблематично, в очках ДР можно смотреть сквозь стены, внутрь здания и увидеть все магазины и вход в метро при желании. На рисунке 1.15 представлен пример приложения ДР, которое идентифицирует одежду на прохожих и показывает данные о том, где эта одежда была куплена, цену, какие размеры и расцветки остались и т.д.



Рисунок 1.15 – Приложения для распознавания одежды

Прогуливаясь по парку в очках ДР или со смартфоном ДР можно навести его на любое растение или дерево и узнать, что это за вид, сколько ему лет, как цветет, какими свойствами обладает и т.д.

#### 1.1.9 Управление роботами

Управление техникой на расстоянии несет ряд преимуществ, например, при проведении работ в труднодоступных районах или плохих климатических условиях необязательно привозить на место человека, достаточно доставить технику, а оператор из кресла в теплой комнате будет ей управлять [127 - 130]. В случае же, если управление на расстоянии проблематично из-за плохого канала связи, что приводит к возникновению задержек доставки и неадекватной реакции робота на управляющее воздействие, можно управлять виртуальной версией робота, тем самым отточив алгоритм действий. Таким образом, в стесненных условиях городской застройки или других ограничивающих факторах, оператор сначала планирует и определяет последовательность действий робота на локальной виртуальной версии робота в реальном времени и видит последствия своих манипуляций сразу же. После того, как выбран и утвержден наиболее подходящий план действий, оператор дает команду реальному роботу выполнить весь процесс. Подобные механизмы работы позволяют избежать ненужных ошибок, нежелательных разрушений и травм, задержек в процессе выполнения последовательности действий, а также спрогнозировать результаты воздействия на окружающие сооружения.

#### 1.1.10 Игры и развлечения

В последнее время игры с элементами дополненной реальности становятся лидерами мировой индустрии компьютерных игр. Чтобы погрузиться в такую игру, достаточно обычного смартфона или очков ДР. Можно смело утверждать, что это самый изобретательный класс приложений ДР [131]. Даже простая игра PokemonGo вызвала восторг у искушенных компьютерных игроков. Необычность и увлекательность заключалась именно в том, что объекты виртуального мира отображались в реальной окружающей человека среде. Объекты могут быть трехмерными, их можно снабдить виртуальными подсказками, что повышает интерес у пользователей. Активно применяется

технология ДР и при трансляции спортивных мероприятий, например, футбольных или хоккейных матчей при повторе голевой атаки стрелками другими значками показывают как развивалась атака, передачи, перехваты, создавая тем самым слой ДР. Подобные эффекты повышают эмоции зрителей от просмотра программ, дополненная реальность усиливает ощущения, добавляет информативности и красочности от просмотра, расширяет границы пространства.

Одно из распространенных программных обеспечений ARGaming, позволяет создавать захватывающие игры, действия которых часто используют реальное окружение игрока.

Игры, использующие данные геолокации, являются увлекательными и самыми удивительными в мире игр дополненной реальности. Они основываются на картах и объектах реального мира, площади, дома, улицы выступают в качестве игровых площадок. Приложение же дополняет знакомые места уникальными сюжетами, захватывающими квестами, фантастическими животными и инопланетными монстрами.

Для игры достаточно иметь смартфон с поддержкой GPS, в ходе которой игрок перемещается по городу и выполняет различные задания. Это новый способ узнать город, его историю, или создать выдуманный мир поверх реального.

Игра дополненной реальности WallaMe включает в себя технологию геолокации, а также развлекательные мероприятия. Игроки обмениваются скрытыми сообщениями в увлекательной игровой форме. Также в приложении есть функция, которая позволяет накладывать на фотографию любого места, сделанную пользователем, текст, изображения или что-то подписанное от руки. Далее можно поделиться фотографией этого места с друзьями и они, придя в эту точку, обнаружат оставленное для них скрытое сообщение. Сообщение можно сделать и открытым, т.е. доступным другим пользователям ДР приложения. WallaMe поставляется с геолокацией для ДР, стикерами, инструментами для рисования, возможностью общения в сети,

комментирование различных событий и камерой [132]. Пример игры WallaMe показан на рисунке 1.16.

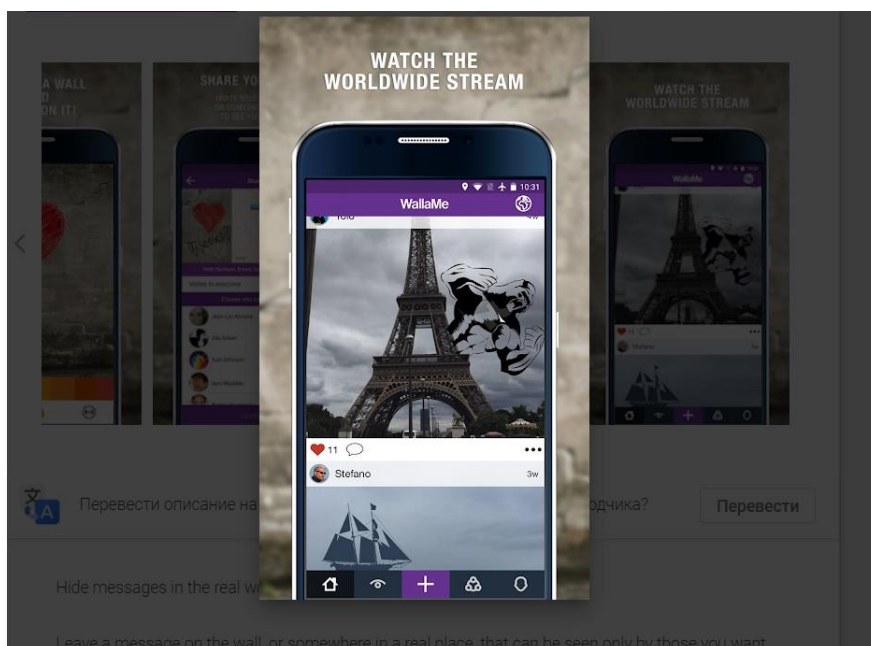


Рисунок 1.16 – Игра ДР WallaMe

Приложение ConductAR также погружает игрока в дополненную реальность и позволяет управлять игрушечными поездами. В ней пользователь контролирует движение поезда, который идет по рельсам вниз. Игрок может проложить свои маршруты, определить места остановок и забирать на них пассажиров. Однако, чтобы доехать до нужной остановки, нужно так направить поезд, чтобы он не встретился на пути ни с одним препятствием. В игре можно при управлении поездом переключать рельсы, делать вынужденные остановки поезда, чтобы избежать столкновения, и заново запускать его, для чего нужно направить на поезд камеру и одновременно нажать на экран. Конечно это требует определенных координационных навыков, так как поезда в ConductAR постоянно передвигаются, и важна точность в управлении [133]. Интерфейс ConductAR игры представлен на рисунке 1.17.



Рисунок 1.17 – Интерфейс игры ConductAR

Игра постепенно усложняется, становится больше поездов, туннелей, маршрутов и остановок, поэтому сначала необходимо пройти обучение, чтобы потом по мере прохождения уровней уверенно двигаться и управлять поездами, избегая столкновений и препятствий.

Для быстрого погружения в ConductAR разработчики рекомендуют сыграть для тренировки на столе или на любой другой плоской поверхности, чтобы было удобно вставать, передвигаться и комфортно играть. Игра требует концентрации внимания и может быть развивающей и познавательной для детей разных возрастов. Доступен ConductAR на платформе iOS.

#### 1.1.11 Военная промышленность

Отдельным классом стоят приложения дополненной реальности для военной промышленности. Хорошо известно, что симуляторы довольно давно применяются при обучении пилотов. Так в 1989 году военные получили разработку шлемы для полетов авиации, который модно было использовать при ежедневных тренировках пилотов боевых самолетов. В 1990 году с легкой руки инженера компании «Боинг» Томаса Престона прибор был назван

шлемом дополненной реальности. Данное название хорошо прижилось и прочно вошло в употребление. Специальное устройство проецировало на переднее стекло шлема информацию о полете, чтобы все необходимые данные удобно отображались перед глазами пилота. В 2012 году в газете «Известия» появилась статья о применении дополненной реальности в космической промышленности [134]. Проект получил название «Руки Бога» и был разработан итальянскими учеными из города Пиза. Система устройств позволяет проводить различные хирургические операции на орбите под наблюдением хирургов, и практически с помощью их виртуальных рук. Таким образом неспециалисты как бы на время перенимают опыт профессионалов. Данная разработка приближает нас к внедрению концепции Интернета навыков в повседневную жизнь. Также очки дополненной реальности широко применяются при отработке тактических приемов и боевых тренировках. Бойцы в очках ДР выполняют комплекс упражнений, а данные поступают в общий центр и там анализируются по каждому солдату отдельно.

Рассмотренные примеры применения дополненной реальности демонстрируют далеко не все возможности данной технологии. Тем не менее дают понять, что у дополненной реальности есть будущее и оно покрывает практически все сферы деятельности современного человека. Уже сегодня трафик, генерируемый приложениями ДР влияет на предоставление других услуг в сетях связи и поэтому требует отдельного исследования.

#### 1.1.12 Голографическое присутствие

Для повышения эффективности применения дополненная реальность все чаще применяется совместно с другими технологиями, например, с приложениями Интернета вещей, Тактильного интернета, виртуальной реальностью и голографическим телеприсутствием [135 - 137]. Голографическое присутствие делает дополненную реальность более зрелищной для пользователя и позволяет видеть виртуальные голограммы,



которые являются объемным цветным изображением. Современное оборудование позволяет создавать голограммы практически не отличающиеся от реальных вещей. В том числе такой эффект достигается за счет точного отслеживания положения пользователя в заданном пространстве и в зависимости от его расположения воспроизведения ему стереоскопического изображения.

Технологии ДР позволяют проецировать статические или анимированные объекты в реальные среды, расширяя тем самым физический мир. Более ранние разработки голограмм для ДР основываются на так называемых дисплеях в воздухе, иногда также называемых дисплеями в свободном пространстве. В воздухе отображаются проецируемые графические объекты на свободных проекционных поверхностях, таких как плохо видимая стена тумана («экран тумана»), создаваемая установленным вентилятором [138].

Одним из популярных является оборудование Hololens от Microsoft [139]. Поскольку и Microsoft HoloLens, и очки ДР способны отслеживать движения головы, они позволяют создавать впечатление постоянного присутствия голографических геопространственных объектов в окружении пользователя. Даже если пользователь ходит в определенной области, обычно внутри помещения, голограммы остаются и адаптируются к местоположению пользователя и перспективе просмотра. Эта постоянная и адаптируемая голографическая проекция может привести к подходам визуализации, которые приносят дополнительные преимущества для когнитивной обработки.

Представленный как «первый автономный голографический компьютер», Hololens объединяет физический и цифровой миры, позволяет пользователям взаимодействовать с цифровым контентом и взаимодействовать с голограммами в смешанной реальности. Работа [140] посвящена технической оценке использования Hololens для реализации мультимедийных приложений.

Как было сказано ранее в умных городах планируется внедрение голографических помощников, что обеспечивается взаимодействием технологий дополненной реальности и искусственного интеллекта. Японские



разработчики из компании Gatebox Labs предлагают пользователям приобрести виртуальную подругу. Физически покупатель приобретает коробку, или «Gatebox», содержащую голограмму молодой леди с голубыми волосами, которую зовут Азума Хикари [141]. В коробку также встроены датчики температуры, движения, освещенности и т.д., которые передают информацию приложению ДР. Голограмма Азума в основном была разработана для ведения беседы, программа подгружает данные о погоде, и девушка рекомендует захватить сегодня зонтик. Программа также анализирует информацию с других датчиков, расположенных в доме, может регулировать свет, будить утром на работу, отправлять сообщения на телефон владельца о состоянии некоторых устройств в квартире. Разработка компании Gatebox Labs представлена на рисунке 1.18.



Рисунок 1.18 – Разработка компании Gatebox Labs

Французские разработчики из компании Vivoka предложили голограмму в виде енота и назвали свою программу Zac [142]. Она также контролирует устройства в доме, понимает о чем её спрашивают и может общаться. Это некий вариант реализации умного дома, в котором помощник обладает

искусственным интеллектом и управляется голосом. Таким образом, управление устройствами в умном доме осуществляется через голосовые команды. Zас оснащен датчиками движения, присутствия и имеет доступ к камерам видеонаблюдения, что повышает безопасность. Удобной функцией является отслеживание энергопотребления устройств и автоматическая их регулировка, что позволяет экономить электроэнергию. Умный енот Zас владеет и медицинскими навыками, он подключается к интеллектуальному дозатору таблеток и напоминает о необходимости принять лекарство пожилым людям, а также может снимать их медицинские показатели.

Не менее зрелищным представляется использование голограмм и в спорте. Компания Orange первой провела живую теннисный матч с использованием голограмм и назвала этот эксперимент Holotennis. Идея заключалась в том, что игроки находятся далеко друг от друга, каждый на своем корте, видят голограмму соперника и отбивают мячи. В 2018 году с помощью дополненной реальности зрители уже могли наблюдать такой матч, т.е. была организована голографическая трансляция.

Также можно встретить голограммы и в сфере образования, так развитие технологических инструментов позволило повысить качество телеприсутствия в классе. В университете Tec de Monterrey в Мексике в период 2013-2015 годов был проведен ряд экспериментов с преподавателем, представляющим собой голограмму [143]. Этот формат проведения занятия позволяет студентам «чувствовать» присутствие профессора в классе через человеческое голографическое изображение, двунаправленное аудио и видео и автономные движения робота с дистанционным управлением.

В ближайшее время голографические разработки в совокупности с дополненной реальностью планируется реализовать на Токийских Олимпийских играх в 2020 году. Токио хочет удивить весь мир новейшими разработками и провести игры 2020 под эгидой инновационных решений. Предполагается трансляция некоторых спортивных событий в виде голограмм, за реализацию данного проекта отвечает крупный японский

телекоммуникационный оператор NTT DoCoMo. В помещении будет установлено специальное оборудование в виде большого куба с прозрачными гранями. Спортсмены в натуральную величину будут проецироваться внутри куба и можно будет наблюдать весь соревновательный процесс. К сожалению, пока возможно развернуть такую систему только в помещении, однако в качестве преимущества можно назвать отсутствие необходимости использовать дополнительное оборудования, такое как очки или смартфон.