

УДК 681.3

## Анализ характеристик дополненной реальности

Т.В. Аветисян<sup>1</sup>, А.П. Преображенский<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>Колледж Воронежского института высоких технологий, Воронеж, Россия

<sup>2</sup>Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Россия

*В работе рассматриваются основные характеристики технологии дополненной реальности. Выделены несколько этапов, которые наблюдаются в ходе развития технологий дополненной реальности. Обсуждаются особенности связи технологии дополненных тактильных ощущений с чувствами осязания людей. Приведены примеры практического применения технологии дополненной реальности.*

*Ключевые слова: дополненная реальность, технология, модель, обработка данных, устройство, коммуникация.*

## Analysis of augmented reality characteristics

T.V. Avetisyan<sup>1</sup>, A.P. Preobrazhenskiy<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>College of Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

<sup>2</sup>Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

*The paper discusses the main characteristics of augmented reality technology. There are several stages that are observed during the development of augmented reality technologies. The features of the connection of the technology of augmented tactile sensations with the senses of touch of people are discussed. Examples of the practical application of augmented reality technology are given.*

*Keywords: augmented reality, technology, model, data processing, device, communication.*

Технология дополненной реальности связана с цифровым наложением на реальный мир. Дополненной реальностью (AR, от англ. Augmented Reality) можно назвать неполное погружение человека в виртуальный мир, когда на реальную картину мира накладывается дополнительная информация в виде виртуальных объектов. В современном мире дополненная реальность может стать хорошим помощником как в повседневной жизни, так и в профессиональной деятельности. Наложение на реальный мир выражается в видео, аудио, тексте или компьютерной графике и является интерактивным с точки зрения реального времени. В качестве технической оболочки для технологии AR рассматривают специальные очки, компьютер, планшет, смартфон. На основе дополненной реальности возникают возможности для того, чтобы лучше понимать окружающий мир и почувствовать его по-другому [1].

AR позволяет пользователям видеть реальный мир в виртуальных объектах, которые полным или частичным способом наложены на объекты реального мира. То есть AR не полным образом заменяет реальность, а дополняет ее [2].

Технология AR состоит в наложении виртуальных образов на сфокусированные реальные предметы с использованием программного обеспечения и камеры на включенном устройстве, например, на смартфоне [3]. В качестве предметов из реальной жизни могут быть выбраны различные объекты, изображения, знаки и т. д.

На определенном этапе развития AR технология Kinect от Microsoft дала возможность осуществить большой шаг вперед в сфере распознавания целей для реального мира. Тогда человек стал частью AR, вследствие отслеживания движения тела.

До применения Kinect, цели, связанные с распознаванием AR, были большей частью статичными, они были связаны с напечатанными изображениями. Прежде чем был создан Kinect, чтобы осуществлять поддержку технологии AR с использованием человеческого тела, требовалось осуществлять покрытие людей специальными координатными метками, осуществлять печать изображений на одежде или даже делать особые татуировки. После появления Kinect исчез барьер между пользователем и дополненной реальностью, произошло их слияние воедино. Когда человек стоял перед экраном с подключенным устройством Kinect у него были возможности для того, чтобы взаимодействовать со своей трансформированной версией, как будто он стоит перед удивительным цифровым зеркалом. Происходило индивидуальное формирование AR под человека с учетом его движений и жестов.

Важным аспектом в человеческом восприятии является прогнозирование. Мы его используем в различной повседневной деятельности. Мозг может рассматриваться в виде системы памяти, в которой осуществляется хранение и воспроизведение полученного опыта с целью прогнозирования возможных сценариев развития.

С применением технологии Kinect исследователи из Лаборатории персональной робототехники Корнеллского Университета (США) провели программирование робота, который прогнозирует действия людей [3]. Он способен решать такие задачи, как разливание напитков, или открытие двери в холодильнике. Роботом происходит фиксирование движений тела, чтобы определить действие, которое производится в настоящий момент. После этого происходило его обращение к базе видеоданных. В ней содержится порядка 120 типов деятельности для того, чтобы предсказать какое из движений будет сделано в последующем.

Технология Kinect в настоящее время не применяется, ей на смену постепенно пришли другие технологии.

В настоящий момент на основе технологии компьютерного зрения автономные и компактные устройства со встроенными датчиками и камерами дают возможности проводить анализ пространства вокруг пользователей, осуществлять формирование карты пространства. В различных очках есть функция распознавания голоса и движений. Есть возможности для того, чтобы осуществлять управление, не прибегая к использованию рук. Происходит проецирование изображений на линзы очков или соответствующие мини-дисплеи. В связи с этим нет необходимости в дополнительных элементах в ходе генерации контента. Можно выделить бинокулярные (Hololens, DAQRISmartGlasses, Meta 2) а также монокулярные (GoogleGlass, Vuzix M3000) модели, на основе которых создаются очки и шлемы.

Для любого современного смартфона или планшета можно обеспечить поддержку реализации дополненной реальности, при этом достаточно установить необходимые программы. Для распознавания объектов часто прибегают к маркерной технологии. В качестве маркеров могут применяться QR-коды, различные сгенерированные точки, логотипы, элементы компьютерного зрения, а также распознавания лиц.

В качестве современных подходов можно отметить применение интерактивных стендов и киосков, которые проецируются в дополненной реальности. Подобные инструменты активным образом применяются для того, чтобы осуществлять различные продажи, проводить различные выставки. Анализ показывает, что стенды и киоски рассматриваются в виде широкоформатных экранов, которые дают возможности для отображения фотореалистичным образом визуализированных объектов для определенного контекста. В качестве примера можно привести демонстрацию соответствующих функций продуктов. Также информация может просматриваться в рамках интерактивного режима.

Эффект присутствия позволяет обеспечить новый уровень погружения, тогда происходит переход к новому уровню. На нем вследствие того, что технология взаимодействует со всеми чувствами, человек оказывается в более многомерном пространстве.

Процессы взаимодействия с другими человеческими чувствами, кроме зрения, будут играть наиболее важную роль в последующих волнах AR. В качестве примера может происходить сопряжение дополненного звука с визуальными эффектами. При этом звук можно применять в AR самостоятельным образом, без привлечения визуальной составляющей. Он может интегрироваться с элементами воздействия на другие органы чувств.

Технология проникновения в AR связана с тем, что создается новый гибридный режим, в котором происходит объединение реального и виртуального. AR будет наполнять физический мир цифровыми свойствами, при этом будет осязаемость виртуального мира. Происходит обработка исходных данных на основе программного обеспечения и ведется их сравнение с базами данных потенциально соответствующей информации. В случае, когда есть совпадения, происходит запуск технологии AR и будет наложение поверх реальности дополненного контента.

Есть три характеристики, объединяемые в AR: соединение реального и виртуального миров, интерактивность для режимов реального времени, обеспечение распознавания по трем измерениям. Распознавание заключается в том, чтобы эффективным образом осуществлять вписывание в реальный мир виртуальных объектов. Если нет точного распознавания, то будет нарушение иллюзии существования виртуальных объектов в реальном мире. Тогда не будет достижения эффекта реалистичности.

Трехмерные модели в AR могут изменяться. При этом они будут подстраиваться под уровень знания людей и их индивидуальные характеристики восприятия информации. Если поступает новая информация, то в следующий раз, когда исследователь ее рассматривает, AR изменяется. Технология AR «оживает», она изменяется в базе данных. Факторы внешнего мира взаимодействуют с дополненной средой. При этом технология адаптируется под индивидуальные особенности людей [4].

При анализе развития технологий AR выделяют несколько этапов. Первый этап связан с наложением цифровых образов поверх реальности. Например, это может быть 3D-модель футболиста, которая возникает на футбольной картонке. Контент при этом не меняется, если осуществлять повторное взаимодействие.

Во втором этапе большое внимание уделялось наблюдению. Люди рассматривались с точки зрения контекста, который определяет AR. При этом не просто применяются напечатанные объекты, возникают возможности для осуществления сенсорного и более тесного взаимодействия как с внешним миром, так и друг с другом.

Когда исследователь держит устройство и перемещает его по комнате, то камерой, распознающей глубину, происходит формирование предметов, которые размещены рядом. Можно определять физические границы, а также местоположение объектов вокруг. Таким образом, существуют возможности для определения мест расположения пола, стен, а также предметов мебели. Эффект присутствия обеспечивается за счет нового уровня погружения [5]. На этом уровне за счет того, что технология взаимодействует с чувствами пользователей, они оказываются в более многомерном пространстве. Создается новый гибридный режим, в котором происходит объединение реального и виртуального.

За счет AR происходит наполнение физического мира цифровыми свойствами, а виртуальный мир будет осязаемым. Воздействие технологии дополненных тактильных ощущений на чувства осязания людей происходит вследствие того, что изменяется давление воздуха, применяются деформируемые экраны и специальные контроллеры.

В качестве примера можно гладить виртуальную кошку и ощущать ее шерсть и мурлыканье.

На основе технологии AR есть возможности для того, чтобы формировать вкус и запах на основе таких устройств как Electronic Taste Machine, а также Scentee. Их предложил Эдриан Дэвид Чок [5]. Scentee является небольшим устройством, которое подключают к аудиоразъему смартфона. Оно дает возможности для того, чтобы были отправлены сообщения, источающие определенные запахи. Благодаря применению металлических датчиков Electronic Taste Machine может передавать на язык человека различные вкусовые ощущения. Это может быть кислый, горький, сладкий или соленый вкус. Это определяется типом электрического тока, который будет проходить через электрод.

Профессором Чоком предлагается осуществление взаимодействия с компьютерами таким же образом, как это можно наблюдать в реальном мире, когда используются все пять чувств. Вот его пояснения: «Представьте, что вы будете смотреть на свой рабочий стол, или на ноутбук, или на iPhone, так все будет находиться за стеклом в окошке. При этом вы или будете касаться экрана или наблюдать через него за происходящим. Если анализировать реальный мир, то мы можем приподнять стекло или открыть окно. Тогда мы сможем прикоснуться и почувствовать вкус или запах».

На основе технологий AR есть возможность определить, как будут выглядеть элементы мебели внутри дома, или одежда, после того как ее оденут.

Если обеспечивать перемещение робота в окружающей среде, применяется технология одновременной локализации и построения карты (SLAM – Simultaneous Localization and Mapping) [6]. Например, беспилотный автомобиль [7] от Google применяет такую технологию с собственными датчиками и камерами. Происходит обработка автомобилем как данных карты, так и данных для того, чтобы определять свое местоположение и обнаруживать объекты вокруг себя, при учете их размера, формы, направления и скорости движения. В программном обеспечении прогнозируется, что объекты могут сделать в будущем, и автомобилем выполняются соответствующие действия. Метод SLAM может быть использован людьми для того, чтобы наносить на карту свое окружение.

Технологии AR дают возможности помочь видеть незрячим людям. Устройство OrCam [8] позволяет слабовидящим на основе использования машинного обучения помочь в интерпретации и лучшего взаимодействия с физическим окружением. На основе такого устройства можно читать текст и распознавать лица. В устройстве OrCam есть камера, которую закрепляют на очках. На ее основе происходит непрерывное сканирование поля зрения пользователей [9]. При помощи устройства OrCam пользователь может указать на тот предмет, который для него интересен. С другой стороны, устройство само может идентифицировать людей и лица.

Мозг может быть обучен способности видеть при помощи звука. Для этого применяются устройства vOICE и EyeMusic [10, 11]. Камерой непрерывным образом происходит сканирование среды слева направо. При этом каждый из пикселей будет преобразован в звуковой сигнал. Частота является положением по вертикали, громкость рассматривается в виде яркости пикселя. Более яркие объекты, связаны с более громкими звуками. Частота иллюстрирует насколько объект высокий или низкий.

В качестве отличия следующего этапа развития AR можно отметить новый сенсорный опыт, который задействует и другие органы. Вследствие осязательных эффектов в AR существуют возможности для синхронизации того, что видим, с тем, что чувствуем. При этом создаются новые способы тактильной коммуникации. Например, механизмы тактильного отклика, применяемые внутри Apple Watch, предоставляют обратную связь для уведомлений. В AR существует виртуальная компонента в физиче-

ском пространстве. При этом если протянуть руку для того, чтобы прикоснуться к виртуальному объекту, мы почувствуем пустоту, то есть, задействуется визуальная составляющая.

В следующих поколениях AR становится возможным прикосновение к виртуальным объектам. Тогда еще больше размывается связь между реальным и виртуальным. Осознание дает возможности для того, чтобы убедиться, что объект существует физическим образом. Впервые технологию тактильных экранов E-Sense продемонстрировали в 2012 году [12]. В основе ее работы используются электростатические поля. Технология REVEL [13] позволяет обеспечивать не только интеграцию тактильных ощущений в сенсорные экраны, но и в предметы повседневного пользования. Основная идея состоит в том, что при работе устройство выдает слабый электрический сигнал в тело пользователя. При этом создаются слабые колебательные поля вокруг пальцев пользователя. При проведении пальцами по поверхности объектов пользователь чувствует определенную структуру. Можно обеспечить различные тактильные ощущения за счет того, что меняется уровень сигнала. Технологию можно применять к AR с той целью, чтобы добавлять текстуру к виртуальному контенту, который проецируется на стену или стол. Технологию можно построить индивидуальным образом для любого пользователя, чтобы собирать личный контент. Технология UltraHaptics [14] дает возможности для того, чтобы ощущать виртуальные объекты в воздухе.

Авторы работы [15] при проведении анализа внедрения технологий AR в медицине установили, что активным образом применяются некоторые разработки. Например, на основе подходов, которые были предложены Google (Google Glass) и Microsoft (Microsoft HoloLens9) в 2018 г. в канадской фирме CAE была проведена разработка и проектирование симулятора LucinaAR, предназначенного для оказания помощи акушерам-гинекологам при отработке техники приема родов, когда существуют различные варианты родовых осложнений. В симуляторе применяются детальные манекены младенцев и матерей. Также применяют AR-очки HoloLens от Microsoft. На их основе есть возможности для того, чтобы наблюдать движение плода и проводить оценку правильности соответствующего множества действий. Человеческий мозг имеет возможности осуществлять восприятие оцифрованных и электрохимических сигналов, путем создания новых ощущений. Вследствие AR врачи могут осуществлять взаимодействие с виртуальными 3D-моделями человеческого тела. В настоящее время врачи могут осуществлять работу с цифровыми моделями, а также с элементами трехмерной печати для разных этапов лечения.

Технологии AR активным образом применяются в реализации подготовки спасателей-пожарных [16, 17]. Для них необходимо поддерживать условия, при которых будет реализовываться поддержка формирования умений и навыков по принятию решений в условиях, связанных с нестандартными чрезвычайными ситуациями. Важно, чтобы специалисты-пожарные были готовы к тому, чтобы реализовывать аварийно-спасательные работы, а также процессы тушения пожаров внутри объектов, которые будут характеризоваться сложной планировкой. При этом будут обрабатываться сложные и опасные элементы без возникновения рисков для здоровья пользователей. Создаются соответствующие программные комплексы, в которых могут быть использованы сценарии, связанные с возникновением пожара на объектах. При этом важно обеспечивать выполнение определенного порядка действий. Они связаны с активацией систем пожарной сигнализации и оповещения на основе применения ручных пожарных извещателей на объектах, проведением поисков огнетушителей и определение выбора его типа, что определяется пожарной нагрузкой, приведением огнетушителей в режим готовности и непосредственное осуществление процессов тушения очагов пожаров.

Технологии AR могут быть использованы в образовании. Тогда возникают возможности для повышения квалификации специалистов, которые связаны с процессами моделирования [18, 19]. При этом требуется поддержка анализа соответствующих объектов, которые подвергаются моделированию. Например, студенты проходят практику на машиностроительном предприятии. При этом может быть задействована комната виртуальной реальности. Студента соотносят с некоторым участком в цехе. Требуется, чтобы на участке было размещено оборудование, основываясь на правилах и нормах техники безопасности. В ходе рассмотрения учитывается, что каждым из студентов будет вноситься свой вклад с точки зрения построения общей модели цеха. В итоге, можно на основе команды студентов осуществить процессы проектирования большого предприятия. Внутри одного виртуального окружения есть возможности взаимодействия разных специалистов.

Технологии AR могут осуществлять распознавание лиц обучающихся, чтобы определять, когда у них возникают сложности. Преподаватели могут применять такую технологию в ближайшем будущем, чтобы изменять содержание занятий в зависимости от того, какое воздействие оно оказывает на обучающихся.

Технологии AR могут быть использованы в торговой сфере [20]. В интернете организуется онлайн-ритейл, который позволяет обогатить взаимоотношения между потребителями и брендами. Есть возможности для его проведения в любых местах на основе применения мобильных устройств.

Выводы. Технология дополненной реальности открывает принципиально новый уровень взаимодействия человека с цифровым миром. Рассмотрены общие сведения, связанные с технологиями дополненной реальности, в частности, история их формирования и использования. Приведены некоторые особенности использования технологий AR в различных областях человеческой деятельности, а также технических элементов и устройств, которые применяются для того, чтобы осуществить реализацию рассматриваемых технологий для разных сфер. AR-технологии в существующих условиях наиболее широко применяются в следующих областях: игровая индустрия, сфера кинематографа, направления спортивных трансляций и шоу, образование, медицина, торговля и недвижимость, промышленность, в том числе, военная. Для того чтобы создавать виртуальное окружение либо реализовывать дополненную реальность, необходимо использовать специальное оборудование и аксессуары.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Иванова А. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения / А. Иванова // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – Вып. 3 (108). – С. 88-107.
2. Котельева А.В. Проблемы и перспективы дополненной реальности / А.В. Котельева, В.В. Барсов // Информационные системы и технологии: фундаментальные и прикладные исследования. – 2017. – Т. 1. – № 1. – С. 454-457.
3. Maples-Keller J.L. The use of virtual reality technology in the treatment of anxiety and other psychi-atric disorders / J.L. Maples-Keller [et al.] // Harvard Review of Psychiatry. – 2017. – Vol. 25. – Iss. 3. – P. 103-113.
4. Бутов Р.А. Дополненная реальность: перспективы использования в образовании / Р.А. Бутов // Труды 60-й Российской научной конференции МФТИ. – 2017. – Т. 1. – № 1. – С. 19-20.
5. Андрушко Д.Ю. Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе: проблемы и перспективы / Д.Ю. Андрушко // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2018. – № 6 – С. 5-10.

6. SLAM for dummies [Электронный ресурс]. – URL: [https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/36832/16-412JSpring2004/NR/rdonlyres/Aeronautics-and-Astronautics/16-412JSpring2004/A3C5517F-C092-4554-AA43-232DC74609B3/0/1Aslam\\_blas\\_report.pdf](https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/36832/16-412JSpring2004/NR/rdonlyres/Aeronautics-and-Astronautics/16-412JSpring2004/A3C5517F-C092-4554-AA43-232DC74609B3/0/1Aslam_blas_report.pdf) (дата обращения: 26.10.2023).
7. Google Cars Drive Themselves, in Traffic [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.nytimes.com/2010/10/10/science/10google.html> (дата обращения: 26.10.2023).
8. New Device Gives People With Vision Problems A Second Chance At Sight [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.cbsnews.com/newyork/news/new-device-gives-people-with-vision-problems-a-second-chance-at-sight/> (дата обращения: 26.10.2023).
9. The Impact of a Novel Artificial Vision Device (OrCam) on the Quality of Life of Patients with End-Stage Glaucoma [Электронный ресурс]. – URL: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2335212> (дата обращения: 26.10.2023).
10. EyeMusic: Introducing a «visual» colorful experience for the blind using auditory sensory substitution [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.runi.ac.il/media/x2kf2uqw/46b504\\_266e13362c8643e4a5b17dc107b7e476.pdf](https://www.runi.ac.il/media/x2kf2uqw/46b504_266e13362c8643e4a5b17dc107b7e476.pdf) (дата обращения: 26.10.2023).
11. The gadgets that enable blind people to see [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.israel21c.org/the-gadgets-that-enable-blind-people-to-see/> (дата обращения: 26.10.2023).
12. Просвечивающиеся тактильные экраны, включающие в себя невидимые соединения электронных компонент [Электронный ресурс]. – 2012-2023. – URL: <https://findpatent.ru/patent/250/2509339.html> (дата обращения: 26.10.2023).
13. How To Use Revel [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.youtube.com/watch?v=8QhFUt\\_AZqs](https://www.youtube.com/watch?v=8QhFUt_AZqs) (дата обращения: 26.10.2023).
14. A scoping review of the use and application of virtual reality in pre-clinical dental education. [Электронный ресурс]. – URL: [https://eprints.whiterose.ac.uk/138367/10/AAM\\_-\\_with\\_images\\_-\\_A\\_scoping\\_review\\_of\\_the\\_use\\_of\\_virtual\\_reality\\_simulation\\_in\\_Preclinical\\_Dental\\_Education\\_BDJ.pdf](https://eprints.whiterose.ac.uk/138367/10/AAM_-_with_images_-_A_scoping_review_of_the_use_of_virtual_reality_simulation_in_Preclinical_Dental_Education_BDJ.pdf) (дата обращения: 26.10.2023).
15. Salinas P. Understanding the conics through augmented reality / P. Salinas, R. Pulido // Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education. – 2017. – Vol. 13. – Iss. 2. – P. 341-354.
16. Малый И.А. Применение цифровых технологий для подготовки курсантов в области пожаротушения / И.А. Малый [и др.] // Открытое образование. – 2021. – Т. 25. – № 2. – С. 51-59.
17. Булгаков В.В. Иммерсивная форма подготовки: актуальность и перспективы внедрения в образовательный процесс вузов МЧС России / В.В. Булгаков // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: «Информатика и информатизация образования». – 2020. – Т. 54. – № 4. – С. 68-78.
18. e-learning studios | VR solutions | Coventry [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.e-learningstudios.com/vr-solutions> (дата обращения: 26.10.2023).
19. Iqbal J. A review on making things see: Augmented reality for futuristic virtual educator / J. Iqbal, M.S. Sidhu, S. Wang // Cogent Education. – 2017. – Vol. 4. – Iss. 1.
20. Дополненная реальность в Онлайн-ритейле [Электронный ресурс]. – 2006-2023. – URL: <https://habr.com/ru/articles/465227/> (дата обращения: 26.10.2023).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Аветисян Татьяна Владимировна**, преподаватель, Колледж Воронежского института высоких технологий, Воронеж, Россия.

*e-mail:* [Avetisyan\\_tat@yandex.ru](mailto:Avetisyan_tat@yandex.ru)

**Преображенский Андрей Петрович**, доктор технических наук, профессор, Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Россия.

*e-mail:* [app@vvt.ru](mailto:app@vvt.ru)