

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»
Факультет бизнеса и менеджмента

Курсовая работа

На тему «Исследование возможностей и опыта использования технологий дополненной реальности в экспозиционно-выставочной деятельности музеев»

Выполнила студентка Константинова К.Э.
3 курса, направление подготовки: 38.03.05 Бизнес-информатика
Образовательной программы "Бизнес-информатика"

Научный руководитель
старший преп., зав.
кафедрой
Определенов В.В.

Москва, 2018

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Определение AR и обзор технологий.	5
1.1. Принцип работы	5
1.2. Классификация технологий AR	6
1.3. Функционал AR	6
1.4. Сферы использования.....	7
Глава 2. Мобильные приложения дополненной реальности	9
2.1. Платформы для разработки приложений.....	10
2.2. Опыт использования приложений AR музеями	13
Глава 3. Очки дополненной реальности	16
3.1. Google Glass	17
3.2. Microsoft Hololens.....	20
3.3. Epson Moverio	23
3.4. Опыт использования очков дополненной реальности музеями	26
Глава 4. Практическая часть	31
4.1. Тестирование Epson Moverio BT-300	31
Заключение	36
Список литературы	39
Приложение №1	41
Приложение №2	43
Приложение №3	44
Приложение №4	45
Приложение №5	46
Приложение №6	48

Введение

За время развития цивилизации человечество накопило поистине огромный пласт культурного наследия. К сожалению, многие шедевры и памятники культурного наследия не смогли дойти до нас во всем своем великолепии, однако память о них хранится в основных институтах памяти: музеях, библиотеках и архивах,. Современный мир развивается с невероятной скоростью, появляются все новые инновационные технологии, и мы уже не можем воспринимать мир таким, как раньше. Теперь люди погружены в информационную среду, и новое поколение с самого детства использует различные гаджеты для быстрого получения информации об окружающей среде и взаимодействия с ней. Они стали неотъемлемой частью нашей жизни, изобилующей технологиями, о которых раньше мы и мечтать не могли. В связи с этим изменилось и отношение к искусству и само искусство, объекты которого в настоящем времени часто создаются с помощью цифровых инструментов или сами предстают в цифровом виде. Чтобы сохранить интерес к традиционным формам искусства, музеям приходится адаптироваться под аудиторию и менять формат взаимодействия человека с объектами культуры. В связи с этим, все чаще музеи стали включать в программу интерактивные проекты и внедрять в свою деятельность инновационные технологии, одной из которых является дополненная реальность или Augmented Reality(AR).

С каждым годом наблюдается развитие технологий дополненной реальности. На данном этапе рынок технологий AR растет и становится все более доступным. Может возникнуть логичный вопрос: какие именно возможности технологий дополненной реальности сейчас могут быть использованы в сфере музейной деятельности? А в ближайшем будущем? Какие задачи они могут решить? Будет ли это экономически эффективным решением и каких усилий потребует? Чтобы дать ответ на эти вопросы, требуется более детальное изучение опыта и возможностей применения технологий дополненной реальности музеями, чему и посвящена данная работа. Тема актуальна для изучения, поскольку внедрение новых AR-технологий вносит кардинальные изменения в сферу культуры. Учреждения музейного типа должны быть к ним готовы, идти в ногу со временем и пристально изучить все стороны вопроса заранее.

Цель исследования: проанализировать возможности использования технологий дополненной реальности в экспозиционно-выставочной

деятельности музеев. **Объектом исследования** являются развивающиеся технологии AR, имеющие потенциал применения в музеях, а также музейное пространство экспозиционно-выставочной деятельности. **Предмет исследования:** возможности технологий дополненной реальности в экспозиционно-выставочной деятельности музеев, их необходимость и эффективность. Для достижения цели исследования необходимо решить следующие задачи:

- 1) Изучить и проанализировать информацию об актуальном состоянии сферы технологий дополненной реальности
- 2) Выделить технологии AR, применяемые в музейной деятельности
- 3) Изучить технические аспекты выбранных технологий и опыт их использования в конкретных музейных учреждениях
- 4) Выявить преимущества и недостатки использования данных технологий AR в экспозиционно-выставочной деятельности музеев
- 5) Разработать выводы относительно дальнейшего развития данных технологий и практические рекомендации касательно внедрения технологий дополненной реальности в учреждения музейного типа.

В ходе написания курсовой работы были использованы журнальные статьи, новостные колонки, статьи периодических изданий, научные статьи, веб-сайты.

Работа содержит 4 главы. В I главе дается определение дополненной реальности и общий обзор технологий. II глава посвящена мобильным приложениям дополненной реальности и опыту их использования. В III главе содержится информация о 3 наиболее популярных очках дополненной реальности: Google Glass, Microsoft Hololens и Epson Moverio, а также их сравнение. IV глава несет практический характер; в ней проводится оценка очков Epson Moverio BT-300 по результатам тестирования.

Глава 1. Определение AR и обзор технологий.

Дополненная реальность (англ. augmented reality, AR — «расширенная реальность») — технологии, которые дополняют реальный мир, накладывая информацию в виде виртуальных объектов в режиме реального времени с целью улучшения восприятия информации и получения дополнительных сведений. Впервые термин «дополненная реальность» ввел исследователь компании Boeing Томас Коделл в 1990 году, когда разрабатывал наплечную систему целеуказания и индикации полета.

Для предотвращения путаницы в терминах следует прояснить разницу между «Виртуальной реальностью» или англ. Virtual Reality (VR) и дополненной реальностью. В чем между ними разница? В то время как VR полностью погружает вас в новый цифровой, искусственный мир, блокируя всю аудиовизуальную информацию реального мира, AR лишь добавляет цифровые объекты в реальность. Тремя основными признаками дополненной реальности можно назвать 1) комбинацию реального и виртуального мира, 2) интерактивность и 3) трехмерное представление объектов. Отличным примером дополненной реальности является нашумевшая игра «Pokemon go».

1.1. Принцип работы

Настоящая дополненная реальность должна не просто помещать виртуальные объекты поверх реального изображения, но и привязывать их к окружающей обстановке. В этих целях могут использоваться метки в реальном мире, к которым привязывается виртуальный объект, либо якоря (GPS-координаты).

Необходимо учитывать и положение пользовательского устройства в пространстве, считывать и обрабатывать показания компаса, акселерометра и гироскопа, чтобы правильно отображать виртуальный объект. Объектами AR-технологии могут быть видео и аудиоматериалы, 3D-модели, текстовый контент и проч.

Приложения с дополненной реальностью создаются с помощью платформы для разработки, которая позволяет создавать собственные AR-приложения с нуля или интегрировать AR-функционал в уже готовые приложения. К основным типам дисплеев для работы с дополненной реальностью относятся **смартфон, ПК и умные очки** (Head mounted displays – HMD). Они оснащены цифровыми камерами, GPS, акселерометрами,

магнитометрами, гироскопами, которые и являются устройствами отслеживания. От данных, получаемых с этих устройств, зависит результат работы приложения AR.

Система дополненной реальности должна обладать мощным процессором и иметь достаточный объем оперативной и видео памяти для обработки изображений с камеры.

1.2. Классификация технологий AR

Классифицировать технологии дополненной реальности можно несколькими способами.

По типу представления информации:

- 1) *Визуальные* – информация передается в виде изображения
- 2) *Аудио* – информация передается в виде звука
- 3) *Аудиовизуальные* – смесь первых двух типов

По способу получения информации об окружающей реальности:

- 1) *Геопозиционные* – для получения сведений используются сигналы систем позиционирования GPS, Glonass; компасы и акселерометры для определения угла поворота
- 2) *Оптические* – считывают информацию с помощью камеры

По степени мобильности:

- 1) *Стационарные* – такие системы нельзя перемещать, поскольку они перестанут функционировать
- 2) *Мобильные* – системы этого типа можно легко перемещать в пространстве

По способу взаимодействия с пользователем:

- 1) *Автономные* – предоставляют пользователю дополнительную информацию без дальнейшего отклика на его действия
- 2) *Интерактивные* – способны отвечать на действия пользователя и активно с ним взаимодействовать¹

1.3. Функционал AR

¹ (Яковлев Б.С, 2013)

AR-технологии различаются между собой по функционалу. Ниже рассматриваются возможные глобальные функции AR-технологий и устройств.

1. **Анализ эмоциональной окраски:** устройство сканирует одного или нескольких человек, с помощью установленных приложений проводит анализ жестов, мимики, языка и поведения. В итоге может быть получена обратная связь о настроении или реакции персон(ы) и корректировка поведения.

2. **Распознавание лица:** технологии позволяют сканировать лицо человека и сопоставлять его с уже имеющимися лицами в базе, с целью его идентификации и получения дополнительных сведений.

3. **Идентификация объектов:** устройство может обнаруживать, распознавать объекты и отслеживать их положение в пространстве при помощи компьютерного зрения. Положение пользователя AR контролируется относительно объектов.

4. **Предоставление справочной информации:** после определения объекта устройство автоматически запускает поиск информации о нем и выдает пользователю.

5. **Трансляция информации с мобильных телефонов на гарнитуры AR:** все задачи, выполняемые пользователем при помощи смартфона, могут быть легко перенесены на AR гарнитуру, что позволяет не отвлекаться.

6. **Обработка, считывание и сканирование:** AR-устройства могут оснащаться вычислительными устройствами. На данном этапе они могут быть громоздкими и походить на внешние блоки, подключаемых к гарнитуре, но со временем они станут компактной составляющей AR-очков. Эти части смогут отслеживать движения пользователя, их местонахождение и производить быстрое трехмерное сканирование пользователей и окружающей обстановки для быстрой передачи данных.

1.4. Сферы использования

Технологии дополненной реальности успешно используются во многих сферах.

Маркетинг и рекламный бизнес пользуются технологиями дополненной реальности ввиду их зрелищности, которая помогает увеличивать объемы продаж и вызывает общественный резонанс. Функциями AR снабжаются витрины, промо-стенды и интерактивные площадки.

Презентация продукта в 3D формате формирует положительное впечатление от товара и гарантирует заинтересованность потенциального покупателя, а также его более детальную осведомленность о целостном облике продукта.

Развлекательная индустрия является одной из самых крупных ниш для дополненной реальности. WOW-эффект побуждает использовать AR в event-индустрии, кинематографе, шоу и т.д.

Образовательный процесс теперь тоже обогащен дополненной реальностью. Различные обучающие приложения дополненной реальности, используемые для получения новых знаний или преобразования 2D-объектов из учебников в 3D-модели, стали намного доступнее.

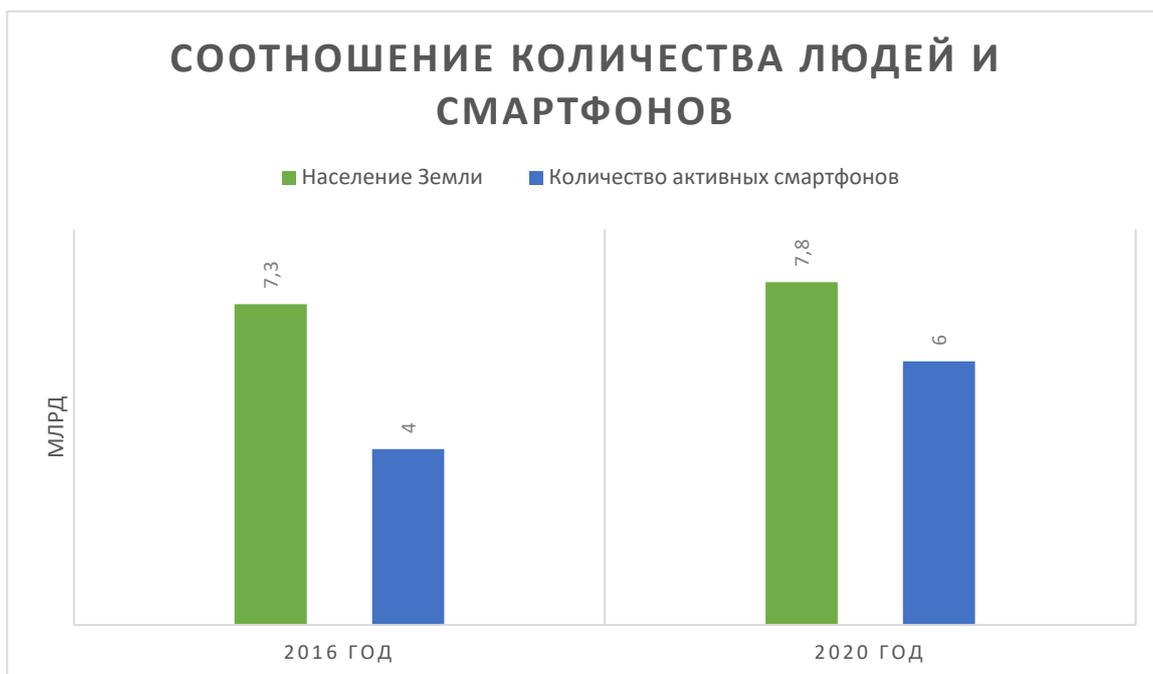
В строительстве, архитектуре, инженерии, биологии и археологии дополненная реальность создает более качественную визуализацию, снижая риски и экономя время прототипирования.

С недавнего времени AR технологии начали активно использоваться и в **экспозиционно-выставочной деятельности**.²

² <http://3dday.ru/services/dopolnennaya-realnost/>

Глава 2. Мобильные приложения дополненной реальности

На конец 2016 года в мире зарегистрировано более 4 миллиардов активных в использовании смартфонов. По прогнозам IHS Markit количество подобных устройств к 2020 году достигнет отметки в 6 миллиардов. Население Земли на данный момент составляет около 7.3-7.4 миллиардов человек, к 2020 году предположительно достигнет отметки в 7.8-8 миллиардов.



То есть мы можем наблюдать значительный рост процента людей, владеющих смартфонами. При этом для работы с более простыми приложениями дополненной реальности подходит большая часть смартфонов с Android 4.4+ или IOS 8+, оснащенных хорошей камерой и GPS, с подключенным мобильным интернетом. Довольно сложно назвать количество смартфонов, поддерживающих дополненную реальность в настоящий момент, поскольку все зависит от самого мобильного приложения и платформы, на основе которой он был разработан. Однако можно с уверенностью сказать, что мобильные приложения на основе дополненной реальности в настоящий момент и в будущем являются наиболее популярным и доступным ее видом.³ К 2021 году капитализация рынка мобильной AR составит **\$83 миллиарда**. Согласно результатам исследования Digi Capital 75% доходов от AR смогут обеспечить четыре сферы: компьютерные комплектующие, данные мобильных сетей, реклама и электронная коммерция. Поэтому имеет смысл

³ <http://news.ihsmarkit.com/press-release/technology/more-six-billion-smartphones-2020-ihs-markit-says>

развивать технологии дополненной реальности в этом направлении ввиду наличия широкой аудитории.

2.1. Платформы для разработки приложений

Приложения для работы на смартфонах не обязательно писать с нуля. Для более быстрой разработки мобильных приложений с дополненной реальностью существуют различные платформы с готовыми компонентами и инструментами. Наиболее крупная из них – **ARKit**. Она поддерживается на устройствах Apple с IOS 11 и процессором A9+, причем никаких дополнительных аппаратных средств не требуется. Это значит, что более 200 миллионов устройств в мире готово к работе с данной технологией (iPhone SE, iPhone 6s, iPhone 6s Plus, iPhone 7, iPhone 7 Plus, iPad Pro (9.7, 10.5 и 12.9 дюйма), iPad (2017), iPhone 8, iPhone 8 Plus, iPhone X). Apple заявляет, что именно камеры в iPhone 8, iPhone 8 Plus и iPhone X калиброваны для работы с AR.

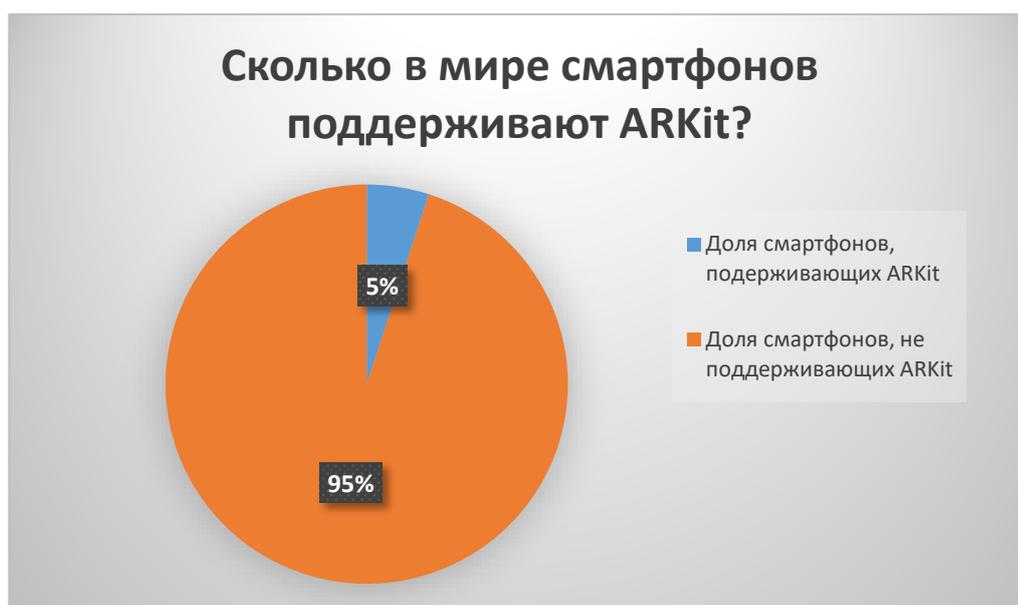


Рисунок 1: Доля устройств, поддерживающих ARKit

Несмотря на то, что доля поддерживающих ARKit смартфонов кажется маленькой, на деле это огромный рывок вперед, учитывая, что платформа работает не больше года. Учитывая сравнительно большое количество устройств, готовых к работе с технологией дополненной реальности на основе ARKit, можно сделать вывод о целесообразности массового применения. С начала запуска ARKit в сентябре 2017 года пользователи скачали из AppStore более 13 миллионов приложений с его поддержкой. Всего же в AppStore около

2 000 таких программ, поэтому можно не сомневаться в повышенном интересе аудитории к AR.

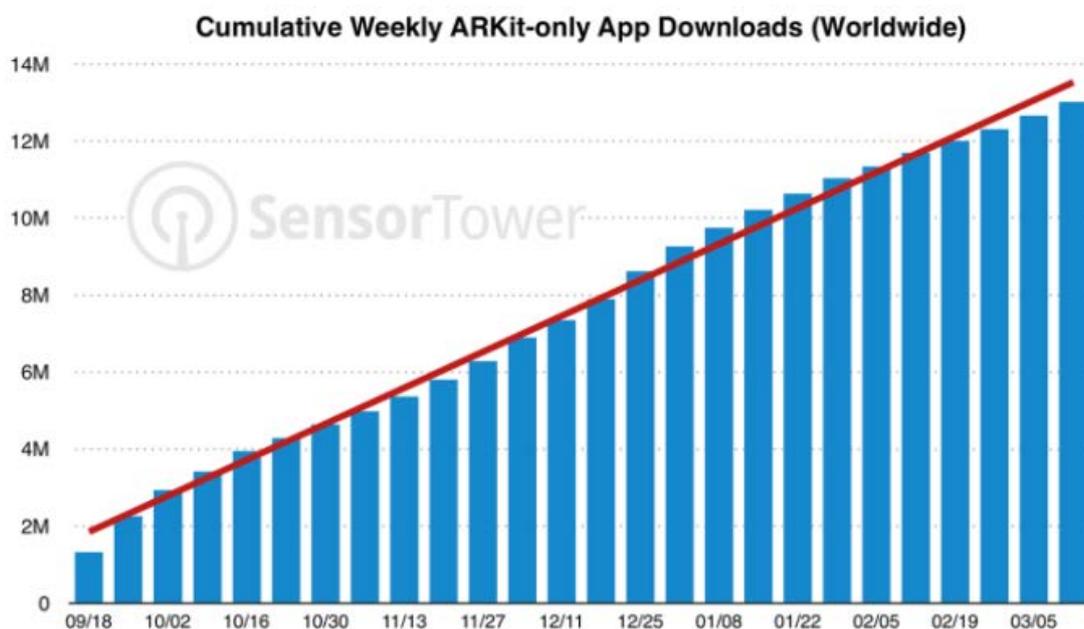


Рисунок 2: количество скачиваний приложений с поддержкой ARKit
(Источник: sensortower.com)

Среди **плюсов** ARKit разработчики IOS-приложений отмечают его простоту в использовании и высокий уровень качества фреймворка, к возможностям которого относятся: создание и размещение 3D объекта в пространстве, создание текстуры и настройка освещенности и определенной реакции при взаимодействии. ARKit доступен для платформ Unity, Unreal Engine 4, SceneKit, SpriteKit, Metal.

К **минусам** можно отнести проблемы с закреплением изображения при плохой освещенности помещения и недостаточно высоком качестве камеры, а также не всегда верный расчет расстояния до объекта. При распознавании пространства нет взаимодействия со стенами, объект дополненной реальности закрепляется на плоскость; маркеры не поддерживаются. Чтобы объекты могли не только располагаться в пределах распознанных плоскостей, но и взаимодействовать с объектами окружающего мира, требуется огромное количество времени и усилий на развитие технологий и разработку с привлечением машинного обучения. Подобный формат станет доступным для массового использования только через 5-10 лет,

На данный момент среди способов использования платформы можно отметить построение маршрутов, различных видов квестов, создание экскурсий и др. В дальнейшем станут реализуемы различные сервисы для

примерки одежды и создания интерьера в зданиях. Возможно, в будущем Apple выпустит конкурента Microsoft HoloLens и Google Glass на основе имеющихся технологий.

Для пользователей Android существует аналог ARKit от Google под названием **ARCore**. Он уже работает более чем на 100 миллионах Android-устройств и совместим с моделями смартфонов серии Google Pixel, а также Samsung Galaxy S7, S7 Edge, S8, S8+, S9, S9+ и Note 8; LG V30, V30+; ASUS Zenfone AR; OnePlus 5. Данный инструментарий пришел на замену платформы Google Tango.



Рисунок 3: Доля устройств, поддерживающих ARCore

Среди других платформ для разработки приложений с AR можно выделить следующие:

- **OpenCV** – библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом;
- **Vuforia SDK** – ПО для мобильных устройств, позволяющее создавать приложения дополненной реальности. Оно использует технологию компьютерного зрения для того, чтобы распознавать и отслеживать плоские изображения и простые 3D-объекты в режиме реального времени; распознает цилиндрические маркеры и текст; поддерживается на Android, iOS, UWP и Unity.
- **Metaio SDK** – готовая библиотека для создания мобильных приложений дополненной реальности; доступен для Android, iOS и ПК платформ
- **String** – библиотека для создания мобильных приложений ориентирована на iOS устройства;

- **Kudan AR SDK** – инструментарий разработчика программного обеспечения дополненной реальности (Software Development Kit) с 2D/3D-распознаванием объектов. Используется для создания AR-приложений для iOS и Android; совместим с Unity.
- **Catchroom** - у компании есть 3 предложения для разработчиков контента дополненной реальности: редактор CraftAR Content Creator, AR SDK для мобильных приложений, облачный сервис для распознавания изображений Cloud Image Recognition.
- **Infinity AR** - площадка для создания 3D-сцен окружающего пространства, которые дополняются четкими виртуальными элементами. Обладает высокой детализацией объектов, включающей освещение, отражение, прозрачность, тени и др.⁴

Большинство смартфонов, выпущенных за последние 5 лет, поддерживают эти платформы ввиду своевременного прогресса в массовом производстве смартфонов. Приложения с AR становятся все более доступными для пользователей смартфонов. А значит сейчас смартфоны – наиболее удобный и доступный девайс для работы с AR. В будущем разработчики и пользователи ожидают появления таких функций, как: взаимодействие реальных объектов с виртуальными (например, пнуть волейбольный мяч) и возможность делиться дополненной реальностью с другими (группы людей видят один и тот же объект на фиксированных точках с разных устройств). Однако следует понимать, что развитие AR технически ограничено.

2.2. Опыт использования приложений AR музеями

Для оценки нынешнего интереса музеев к AR и определения бюджета, выделенного российскими музеями на разработку мобильных приложений и других составляющих проектов с дополненной реальностью, были проанализированы заказы на сайте Единой информационной системы в сфере закупок. Согласно полученным данным, к настоящему моменту 6 учреждений музейного типа совершили закупки, связанные с разработкой приложений/проектов с дополненной реальностью. Закупки были совершены в период, начиная с 2015 года. Стоимость закупок варьировалась от 314 000 руб. до 6 000 000 руб. В некоторых случаях стоимость назначалась как среднее от цен, предложенных исполнителями. Более подробно о заказчиках и

⁴ <https://ar-conf.ru/ru/news/6-platform-oblegchayushchih-sozdanie-prilogeniy-v-ar-formate-66289> © AR/VR/MR Conference

закупках см. Приложение №1. С составляющими стоимости и этапами реализации проектов с дополненной реальностью можно ознакомиться в Приложении №2. Можно сделать вывод, что российские музеи заинтересовались возможностями дополненной реальности еще в 2015 году и были морально готовы к изменениям.

Самое популярное музейное приложение, основанное на дополненной реальности в России – **Artefact**. Бесплатное приложение доступно для версий Android 5+ и IOS 10+. Министерство культуры России и проект «Культура.РФ» создали интерактивный гид по выставкам, предоставляющий музеям самостоятельно добавлять контент. В приложение встроена система распознавания изображений, благодаря чему пользователь может быстро получить информацию о соответствующей картине. Необходимо навести камеру мобильного телефона на произведение искусства, и далее на экране отображается название и интерактивные метки, с помощью которых посетитель может узнать больше о деталях экспоната (предлагаются статьи и аудиогиды). Если он был отреставрирован, то приложение показывает его первоначальный вид или авторские эскизы. На данный момент приложение используется многими музеями России, например, ГМИИ им. А.С.Пушкина, обладающим одним из крупнейших в России художественных собраний зарубежного искусства, Русским музеем, Реставрационным центром им.Грабаря и другими.

По словам Владимира Определенова, заместителя директора ГМИИ им. А.С. Пушкина по информационным технологиям, сначала приложение было опробовано в День музеев на 10 произведениях искусства. И лишь после положительной реакции зрителей музей решил создать гид для всех произведений Галереи искусства Европы и Америки XIX-XX веков. Гид создавался в течение 3 месяцев, была проведена огромная работа по написанию материалов, подготовке аудиогидов, написанию текстов.⁵

Важно заметить, что не все люди до конца понимают суть дополненной реальности, а потому называют этим термином технологии, напоминающие AR, но таковыми не являющиеся. Подобная неосведомленность вызывает путаницу. Например, в **Русском музее** реализована технология, позволяющая получить дополнительную информацию о полотнах путем сканирования QR-кодов мобильной камерой. Благодаря нововведению пользователю предоставляется более точная информация об исторических полотнах (кто на них изображен, какое событие демонстрируется и чем вызвано). Решение

⁵ (Владимиров, 2018)

технических задач музей поручил одному из крупнейших операторов связи России – МТС.

В этом случае технология не принадлежит полю дополненной реальности, поскольку считывание QR-кодов не является в полной мере компьютерным зрением; приложение просто передает информацию на мобильные устройства. «Дополненная реальность решает три задачи — мотивация (для молодежи), прокладка маршрута (внутри зашит в путеводитель по помещениям) и помощь в созерцании и восприятии, последнее для нас самое главное» - говорит о внедренном приложении Алексей Бойко, заведующий сектором музейно-педагогических технологий Российского центра музейной педагогики и детского творчества Русского музея.⁶ Это высказывание демонстрирует недостаточный уровень осведомленности руководства и работников музея о принципах работы дополненной реальности. Поэтому данный пример внедрения подобного приложения нельзя рассматривать как случай работы с AR-технологией.

Среди западных музеев, решивших опробовать новую технологию, можно выделить **Британский музей**, решивший воспользоваться технологиями дополненной реальности для большего эффекта вовлеченности. Теперь экскурсия превратилась в историческую головоломку, которую дети проходят, используя планшетное приложение. Для начала работы необходимо установить игру “Gift for Athena” и находить определенные статуи по очертаниям, взамен получая вознаграждение и информацию об объекте. По информации на сайте в настоящий момент музей сам предоставляет планшеты (предоставленные Samsung) для работы с приложением группе школьников и студентов до 30 человек на 1 час при бронировании экскурсии заранее. Можно сделать вывод, что подобное нововведение отлично прижилось и информацию о нем разместили на сайт, поскольку решили внедрить данную технологию на постоянной основе ввиду увеличенного количества посетителей⁷

Еще одним хорошим примером выступает **Национальный музей в Кракове**, использовавший дополненную реальность в галерее польского искусства XIX века. Сотрудниками музея было выбрано 8 наиболее интересных картин; для них были составлены сценарии, выбраны актеры и проведены съемки. В результате при наведении мобильной камеры на полотно посетители видели захватывающее представление, историю, которую картина рассказывала про себя. Благодаря масштабной рекламной

⁶ <http://expert.ru/2011/12/20/russkij-muzej-popal-v-tsifrovuyu-puchinu/>

⁷ (Yannis Ioannidis, 2014)

кампании, предусматривающей развешенные по всему городу плакаты с изображением картины, предлагающие людям позвонить ей или написать сообщение, и задействованной социальной сети Facebook многие узнали о выставке и приняли решение попасть на открытие. За 4 месяца выставку посетили **более 94000 человек**, что можно считать отличным результатом.⁸

Согласно исследованиям Тайваньских ученых различные системы гиды с использованием дополненной реальности положительно влияют на заинтересованность и информированность посетителей музея. Наблюдение показало лучшую усвояемость материала именно у групп, имеющих дело с мобильным гидом с AR в отличие от обычных.⁹

Таким образом, дополненная реальность имеет свойство привлекать посетителей и обладает большим потенциалом использования в области музейной деятельности. Выделяются следующие **плюсы использования AR-технологий** в музейной сфере:

- доступность информации через мобильные приложения
- мгновенный доступ к информации и ее сохранение
- наглядность экспонатов
- доступ к любым экспонатам, в том числе не выставленным
- обучение развлекательным путем
- вовлеченность посетителей в процесс изучения объектов культуры
- увеличение посещаемости музеев и повышение лояльности посетителей
- аналитика аудитории музея
- экономичность, быстрота и динамичность разработки приложений

Технологии дополненной реальности помимо wow-эффекта дают возможность по-новому подать информацию, которая в привычном виде может становиться скучной, и вовлечь человека в активное изучение культурного мира интерактивным путем.

Глава 3. Очки дополненной реальности

Согласно отчету компании CCS Insight в 2017 году компаниям во всем мире было продано всего **24 тысячи AR очков**. Цифра определенно небольшая, поскольку пока компании предпочитают лишь тестировать подобные устройства на предмет эффективности в их деятельности. Однако

⁸ <https://augmentedreality.by/news/ar-in-museum/>

⁹ (The Runet, 2016)

по прогнозам специалистов количество продаж смарт-очков в корпоративном секторе достигнет 1 млн устройств к 2022 году.

По данным другого источника, а именно IDC Worldwide, число коммерческих поставок очков в 2016 году было **более 110 тысяч**.

	Сегмент	Число поставок в 2016 г.	Доля сегмента в 2016 г.	Число поставок в 2021г	Доля сегмента в 2021	CAGR ¹⁰
AR очки	Коммерческий	110 512	68%	20 454 138	83.3%	184.1%
AR очки	Потребительский	51 946	32%	4 114 598	16.7%	139.7%
Всего AR очков		162 458	100%	24 568 736	100%	172.9%

Источник: IDC Worldwide AR/VR Headset tracker, June 19, 2017

Несмотря на то, что данные сильно разнятся, можно наблюдать повышение спроса на очки дополненной реальности, а значит производители и разработчики будут стремиться к усовершенствованию технологий, и инвесторы будут вкладывать миллиарды долларов в развитие. Очки дополненной реальности станут частью будущего.

В сфере разработки очков дополненной реальности в настоящее время появляется много новых игроков, например, Bose и Magic Leap. Однако наиболее известными и технически проработанными устройствами дополненной реальности на данный момент являются автономные очки Google Glass, Epson Moverio, Microsoft HoloLens. Имеет смысл детально рассмотреть их устройство и сферы применения, плюсы и минусы, а также сравнить полученную информацию для выявления оптимальных стратегий использования в музейной деятельности.

3.1. Google Glass

В настоящее время доступна уже третья версия Google glass. Несмотря на старания производителя, первоначальная версия потерпела крах в качестве продукта для масс-маркета, и компания сменила стратегию; теперь миру доступны Google Glass 3.0 (другое название: Explorer Edition C)

¹⁰ Среднегодовой темп роста в сложных процентах



Рисунок 4: Google Glass 3.0

Новая версия отличается изысканным дизайном и высокой технологичностью. Управление девайсом осуществляется за счет голосовых команд, движения глаз или с помощью встроенного тачпада. Благодаря увеличенной в 2 раза оперативной памяти (2 Гб) устройство стало работать быстрее, однако в некоторых случаях все еще может тормозить (например, медленно осуществляется голосовой поиск). Также теперь можно сменить смартфон, к которому подключаются очки по BlueTooth одним нажатием; раньше это можно было сделать лишь с помощью полного аппаратного сброса. Миниатюрный проектор проецирует информацию на маленький экран справа от глаза пользователя. Для воспроизведения звука используется костно-проводящий динамик (трансляция звука посредством вибраций через височные кости). Более подробный обзор технических характеристик см. в Приложении №3. Стоимость очков на данный момент около 127000 руб; доступны по предзаказу.¹¹

Среди **возможностей использования** данных очков можно отметить:

Уведомления в реальном времени: Пользователи могут отвечать на звонки, сообщения, почту, не доставая мобильное устройство из кармана или

¹¹ <https://virtuality.club/store/ochki-dopolnennoj-realnosti/google-glass-3-0>

сумки. Благодаря функции Notification glance можно просматривать уведомления после взгляда на экран очков.

Визуальные и аудио-инструкции: Устройство позволяет получать различные инструкции в режиме онлайн. Эта функция довольно удобна при готовке, выступлении на конференции, починке устройств, переводе на другой язык и т.д. Google glass может ассистировать операции, используя X-ray изображения во время них.

Быстрый доступ к информации: Пользователи могут мгновенно получить доступ к необходимой сетевой информации. Сюда можно отнести новости, социальные сети, электронную почту и проч.

Мгновенная запись видео или фотосъемка: Камера, встроенная в очки, делает снимки и видеозаписи без помощи смартфона, при этом материал сохраняется по папкам. Видео так же может транслироваться в режиме реального времени в видео-чатах. Можно настроить сохранение фото и видео в Google+ и отправлять по Hangouts.

Дополненная реальность: очки могут быть помощником в дизайне интерьера, показывать направления пути как навигатор, включать другие приложения для визуализации. В документации Google Glass имеются идеи для простых AR игр, использующих человеческий голос и датчики движения для взаимодействия.

Непрерывное мобильное видение: Многие люди ожидают от ОНМД именно способность наблюдать и интерпретировать происходящее посредством компьютерного зрения. Обнаружение и распознавание лиц уже возможны, однако Google не поощряет это. Компьютерное видение может использоваться в ряде других задач, включая распознавание текста, геометрические понимания сцены и контекстную регистрацию.¹²

Приложения для очков можно загрузить из магазина **Glassware**.

Помимо пользовательской версии, Google разработал еще и **Google Glass Enterprise Edition** для нужд бизнеса. Версия поддерживает такие функции, как получение инструкций и запись разговора. В основном, очки приспособлены для использования работниками технических специальностей и работниками медицинской сферы. Среди компаний-пользователей можно выделить DHL, Boeing и Volkswagen

¹² (Robert LiKamWa, 2014)

3.2. Microsoft Hololens



Рисунок 5: Microsoft Hololens

Данные очки смешанной реальности были выпущены компанией Microsoft в 2016 году. На данный момент доступны 2 версии: коммерческая и для разработчиков. В устройстве используется 64-разрядная операционная система Windows Holographic (версия Windows 10). Конструкция представляет собой надеваемый на голову обруч весом в 579 грамм. Тонированные линзы с волнообразной призматичной структурой отправляют в глаза пользователя изображения с боковых микродисплеев. Перед использованием Hololens требуется калибровка межзрачкового расстояния. Размер регулируется при помощи колесика, что очень удобно. Наверху расположены кнопки управления яркостью экрана (в левой части) и громкостью звука (в правой). Располагающиеся рядом кнопки различаются по форме (выпуклая и вогнутая) для различения на ощупь. Динамики находятся в нижней части устройства и передают звуки и виртуальной реальности, и внешние. Устройство способно генерировать бинауральный звук, что позволяет имитировать его направление. Пользователь испытывает иллюзию слышимости звука от виртуального объекта. Hololens полностью автономны. Более подробно с техническими характеристиками можно ознакомиться в Приложении №4.

Управление устройством ведется при помощи жестов, голоса (используется голосовой помощник Cortana) или с помощью кликера и кнопок. Также отслеживается взгляд пользователя для зрительного управления

курсором. Голограммы, на которые установлен курсор, подсвечиваются. При этом интерфейс такой же, как на обычном Windows.

Имеется несколько жестов для управления:

- *Air tap* – опускание и поднятие указательного пальца; имитирует нажатие кнопки мыши
- *Tap and hold* – опускание указательного пальца с последующим сохранением положения для скроллинга и работы с элементами
- *Bloom* – соединение кончиков пальцев и затем раскрытие ладони; запускает меню.

Чтобы увидеть то, что происходит на экране Hololens, можно загрузить на компьютер специальное приложение, с помощью которого ведется все внешнее управление очками благодаря беспроводному подключению, и запустить функцию Live Streaming. Это может помочь разработчикам редактировать какие-либо приложения, смотреть как работают очки, записывать результаты.

К неоспоримым **плюсам** устройства можно отнести отличное управление объектами виртуальной реальности и их закрепление в пространстве; сканирование пространства работает отлично. Звуковое сопровождение объемное и достаточно громкое, при этом шумы реального мира не перекрываются. Устройство оказывает минимальное воздействие на вестибулярный аппарат, т.е. не вызывает головокружения или других побочных эффектов после использования. Горячий воздух от работы системы выводится через дужки очков, что делает использование комфортным.

Среди **минусов** устройства можно отметить большой вес (579 г), дороговизну (3000\$ за версию для разработчиков и 5000\$ за коммерческую версию на официальном сайте) и небольшой угол обзора в 33.4°. С учетом разрешения 720×1268 на глаз это дает 43.6 пикселей на градус. Из-за этого не возникает полноценного эффекта погружения в AR — она выводится будто в небольшом окошке в поле зрения. Так же из-за небольшого объема оперативной памяти (2 Гб, 1 из которых приходится на видеоускоритель) на приложения накладываются определенные ограничения, и устройство может подтормаживать. Время работы аккумулятора на данный момент тоже не оптимально, поскольку при сильной нагрузке (например, игре в шутер) время работы ограничено примерно 2 часами. При более пассивном использовании (например, работа в браузере) устройство может проработать до 5 часов. Также имеются проблемы с голосовым управлением: пока оно доступно лишь на английском языке, работает медленно и не всегда надежно.

В скором времени готовится к выходу в свет **Hololens 2.0** с кодовым именем «Sydney». В отличие от предшественника, модель сможет распознавать объекты и голоса без подключения к Интернету с помощью чипа HPU (Holographic Processing Unit) 2.0 с сопроцессором искусственного интеллекта. Это сделает процесс более быстрым. Устройство получит модуль LTE для истинно-мобильных голографических вычислений. Устройство будет работать на версии Windows 10 под названием «Oasis» и иметь CShell, новый пользовательский интерфейс Microsoft, работающий на всех типах устройств.¹³

Сферы использования

Основной целевой аудиторией Hololens является бизнес, при этом компания-производитель надеется на широкое использование устройства в будущем массовым потребителем.

Компания **Ford** начала использование устройства при проектировке автомобилей. Hololens позволяет проектировщикам сразу увидеть, как будет смотреться выбранный дизайн без лишнего прототипирования, что значительно экономит время и не допускает утечки информации (модель автомобиля видит только человек, надевший шлем). Сотрудники компании отмечают, что при использовании данной технологии процесс разработки модели нового автомобиля ускорился с нескольких недель до пары часов, а дизайнеры получили пространство для экспериментов. Специалисты Ford планируют в ближайшем будущем перенести в AR промежуточные этапы разработки деталей автомобилей.¹⁴

Одним из возможных видов применения может стать «голографическая телепортация», позволяющая при количестве камер 2 и больше воспроизводить перед пользователем 3D модель человека из реального времени. В ноябре 2016 года было заявлено, что функция работает в движущемся автомобиле при скорости передачи данных 30-50 мбит/с, однако на данный момент неизвестно, будет ли «голопортация» доступна для массового использования.

Вдобавок Hololens используют или планируют использовать для показа мод, демонстрации автомобилей, обучения студентов, помощи хирургам в проведении операций и создания системы кругового обзора для бронетехники.

Большинство приложений на платформе Windows запускаются и на данном устройстве и выглядят как 2D голограмма. Впрочем, некоторые API

¹³ <https://3dnews.ru/968035>

¹⁴ (Кузнецов, 2017)

Windows 10 не поддерживаются. Для разработки 3D приложений рекомендуется движок Unity и специальный движок для AR – Vuforia SDK. Microsoft Visual Studio рекомендуется как IDE.¹⁵

3.3. Epson Moverio



Рисунок 6: очки дополненной реальности Epson Moverio BT-300

Компания Epson представила миру уже третью вариацию своих очков дополненной реальности: **Epson Moverio BT-300** (версия для разработчиков). Их называют биноклярными, поскольку в отличие от Google Glass, устройство производит отображение картинки для обоих глаз одновременно и с виду напоминает обычные оптические очки. Благодаря их прозрачности становится возможным добавлять виртуальные элементы в поле зрения человека. И только человек, надевший очки, может видеть накладываемое поверх окружающего мира изображение, что гарантирует полную приватность. Приложения для очков можно загрузить из специального магазина Moverio Apps.

Легкость очков достигается благодаря особой конструкции: сами очки соединены проводом с пультом, который и берет на себя тяжесть вычислительного узла. Благодаря этому теоретически их особо удобно носить на носу ввиду отсутствия лишнего груза.

Подробный обзор технических характеристик см. в Приложении №5. На данный момент у компании имеются еще 2 версии очков: **BT-350** для

¹⁵ https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_HoloLens

коммерческого использования и **PRO BT-2000/2200** для профессионального использования инженерами и техниками.



Рисунок 7: Epson Moverio BT-350

Версия BT-350 предусматривает регулировку дужек; имеется шейный ремешок и усиленный корпус. Все эти версии кроме PRO BT-2200 продаются в том числе на территории РФ у авторизованных партнеров, но официальных магазинов в России нет. Для заказа устройства для нужд бизнеса предлагается заполнить специальную форму на www.epson.ru для получения обратной связи от специалистов компании.¹⁶

Отличия между версиями Epson Moverio BT-300 и BT-350 можно увидеть в таблице ниже:

Таблица 1: Отличия Epson Moverio BT-300 и BT-350

	Epson Moverio BT-300	Epson Moverio BT-350

Стоимость (официальный сайт)	64 700 руб.	120 300 руб.
Установленные приложения	Moverio Apps Market, MovExplorer	MovExplorer
Объем встроенной памяти, Гб	16	16+32Гб microSD
Габариты очков без затемнителей, мм (ГхШхВ)	178x191x25	181x193x30
Масса очков без затемнителей, г	69	119
Гарантия, месяцы	12	24

Можно заметить, что коммерческая версия стоит в 2 раза дороже версии для разработчиков, и закупка нескольких десятков очков дополненной реальности от Epson для массового использования обойдется очень дорого.

Отличия между версиями Epson Moverio VT-300 и Pro VT-2000 см. в Приложении №6.

Сферы использования:

Одним их стандартных способов применения **Epson Moverio VT-300** в образовательной деятельности (куда можно включить и музейную) является накладывание дополнительных виртуальных объектов (несущих дополнительную смысловую нагрузку) вокруг/на основной объект реального мира с целью большей наглядности процесса обучения, запоминаемости информации и глубины впечатлений.

Среди возможностей использования версии **VT-350** непосредственно в сфере экспозиционно-выставочной деятельности можно выделить показ субтитров на разных языках, навигацию по зданию, «оживающие» музейные экспонаты, видео с сурдопереводом, интерактивные карты, игровые приложения и многое другое. Благодаря прочному магниевому корпусу обеспечивается защита от износа и вандализма. Более того, на очки распространяется двухлетняя гарантия. Заряда аккумулятора хватает на 6 часов бесперебойной работы.

Обычный пользователь имеет возможность играть и в обычные, и в 3D-игры, основанные на дополненной реальности, в любом месте и в любое время. Так же, как и смотреть фильмы.

Одним из наиболее интересных способов применения можно назвать управление квадрокоптером. В этом случае очки используются как FPV-дисплей. Прозрачность очков позволяет не терять из виду сам летательный

объект, в то время как на экране отображается еще и картинка с камеры квадрокоптера.¹⁷

Модель очков **Pro BT-2000** используется специалистами компаний для координации действий, оказания услуг удаленной сервисной поддержки, отправление всплывающих подсказок или загрузки поэтапных руководств по работе со сложным оборудованием. Доступный удаленный контроль за качеством продукции позволяет сократить производственные потери компаний. Очки могут быть использованы в сложных условиях благодаря отличной степени пыле- и влагозащищенности, соответствующей стандарту IP54, и защитному экрану, соответствующему стандарту безопасности ANSI Z87.1 и способному выдержать попадание быстро летящего мелкого предмета.¹⁸

3.4. Опыт использования очков дополненной реальности музеями

Желая следовать технологическому прогрессу музеи все чаще стали задумываться об использовании очков дополненной реальности в своей экспозиционно-выставочной деятельности. И несмотря на дороговизну технологии и ее относительную новизну несколько музеев уже успели опробовать AR очки в деле или подготовить выставки, на которых посетители могли бы использовать свои очки.

Например в **Музее де Янга** в Сан-Франциско на выставке Кита Харинга рядом с картинами были установлены маячки **IBeacon**, считывая сигналы которых через приложение **GuidiGo** пользователи очков **Google Glass** могли получать дополнительную информацию. Однако за неимением большой аудитории пользователей **Google Glass**, изменения в посещаемости были незначительны.

В 2017 году корпорацией **Microsoft** было объявлено об использовании очков **Hololens** в музее японского храма **Кеннин-дзи**, где демонстрируются экспонаты в обстановке смешанной реальности. Это первый случай использования очков **Hololens** в выставочной деятельности. Благодаря данной технологии древние экспонаты «оживают», и посетитель видит дополнительные визуальные эффекты, звуки и текстовую информацию. Музей намеревался увеличить количество посетителей, однако информации по результатам найти не удалось.

¹⁷ <https://www.popmech.ru/technologies/364922-smotri-igray-letay-ochki-dopolnennoy-realnosti-ot-epson/>

¹⁸ <http://www.epson.ru>

На данный момент российской компанией Holo Group уже разработано приложение **MR Guide**, позволяющее создавать экскурсии на основе HoloLens в кратчайшие сроки без знания программирования. Это особенно важно для экспозиционных и выставочных пространств, поскольку разработка и интеграция цифрового контента в окружение теперь значительно упрощена. Чтобы создать голографическую экскурсию, нужно загрузить необходимый контент в программу. Это могут быть аудиоматериалы, видеоматериалы, фотографии, текстовые файлы и объемные модели. Сложность процесса сравнима с созданием презентации в PowerPoint. На создание 20-минутной экскурсии уйдет около 2 часов. Для сравнения: раньше это занимало от 3 до 6 месяцев работы большого числа сотрудников. Благодаря простоте процесса музеи и другие выставочные пространства имеют возможность дополнять реальность любым цифровым интерактивным контентом, тем самым решая проблему посещаемости. Приложение MR Guide можно найти в Microsoft Store для HoloLens в виде демоверсии с ограничением контента либо полной платной версии с ценой около 1000\$.

Однако по словам Владимира Определенова, заместителя директора ГМИИ им. А.С. Пушкина по информационным технологиям, проверить работоспособность приложения на практике до сих пор так и не удалось. По всей видимости компания HoloGroup на данный момент живет на деньги фонда.

Очки дополненной реальности **Epson Moverio** также уже использовались в музейной деятельности, однако в этом случае эксплуатировалась их более старая версия, **BT-200**. В 2015 году технология AR была введена в пользование **Астраханским музеем-заповедником**, где благодаря считыванию маркеров и кодов экспонатов стало возможным увидеть рядом некий виртуальный объект (например, ожившего мамонта из выставки).¹⁹

В 2017 году Еврейский музей и центр толерантности также ввел в эксплуатацию **Epson Moverio BT-350**. Каждому посетителю выдавались очки, с помощью которых он мог беспрепятственно перемещаться по музею и смотреть экспозиции, усваивая материал в игровой, увлекательной форме с использованием дополненной реальности. В течение всей экскурсии рассказ экскурсовода сопровождался дополнительным визуальным материалом. Очки при этом управляются мастер-планшетом. Наиболее важным является то, что экскурсовод при помощи своего мастер-планшета может не только контролировать контент в очках посетителей, но и управлять проекционным,

¹⁹ <https://iot.ru/gorodskaya-sreda/samyte-tekhnologizirovannye-muzei-mira>

осветительным и звуковым оборудованием музея. Информации по дальнейшему использованию очков обнаружено не было.²⁰

3.5. Сравнение очков

Для выделения значительных отличий между 3 моделями очков, о которых было рассказано выше, составлена таблица с ключевыми различающимися параметрами.

Таблица 2: Важные технические различия Google Glass, Hololens и Epson Moverio

	Google Glass 3.0	Epson Moverio BT-300	Microsoft Hololens
Стоимость	От 114 000 до 135000 руб.	Около 65 000 руб.	Около 290 000 руб.
Вес	120 г	69 г	579 г
Разрешение	640x360	1280x720	макс. 1.268 x 720
Емкость аккумулятора	750 мАч (от 1 до 4 часов в зависимости от нагрузки)	2950 мАч (около 5 часов)	16,500 мВт (2-5 часов работы);
Русский язык	нет	да	нет
Операционная система	iOS, Android	Android	Windows 10
Регулировка посадки	да	нет	да
Интерфейс	iOS	Android	Windows

Выводы по таблице и рекомендации

Самое очевидное и серьезное различие между очками – их *стоимость*. На данный момент самыми дорогими очками дополненной реальности являются Hololens. Возможно, из-за использования уникального голографического процессора HPU, работу которого можно назвать действительно качественной. Вторые по стоимости – очки Glass от Google, на третьем (и что является их плюсом) – Epson Moverio. Следует отметить, что по проработанности технологий, Google Glass уступают Epson Moverio, и потому их цена не оправдана. Для использования в музейной деятельности все вышерассмотренные очки слишком дорогие, поскольку массовая закупка девайсов (например, 30 пар очков для предоставления экскурсионной группе)

²⁰ <http://www.epson.ru/publication/culture/1179063/>

требует слишком большого бюджета и не будет экономически выгодным решением, поскольку все же у очков имеются существенные технические недостатки.

Второй важный момент – *возможность регулировки размера*. Все рассмотренные очки, кроме Epson Moverio BT-300 ее предусматривают, поскольку это действительно важно для распространения. Отсутствие регулировки делает BT-300 неподходящим большей части людей, а соответственно, и для музеев.

Вес очков также является важной частью удобства. В отличие от своих довольно легких соперников Hololens - довольно тяжелое устройство и потенциально может вызвать дискомфорт при долгом ношении, что пока не дает ему права стать идеальным по удобству. Хотя теоретически, ношение подобного девайса в рамках экскурсии не будет долгим и потому не должно вызывать дальнейшие неудобства.

Говоря о *разрешении*, Google Glass явно проигрывает. Высокое разрешение является одним из показателей качества, необходимого уровня которого данные очки не достигли, а значит, для массового использования пока не готовы.

По времени *автономной работы* очки не сильно различаются. Точное время работы аккумулятора каждого из устройств довольно сложно установить, поскольку при разной нагрузке устройство потребляет разное количество энергии. Однако видно, что аккумуляторы Moverio и Hololens все же более емкие (до 5-6 часов), но этого недостаточно для полного рабочего дня музея.

Для использования устройства в экспозиционно-выставочной деятельности Российских музеев важно, чтобы устройство поддерживало *русский язык*. Данным преимуществом обладают лишь очки от Epson. Ввиду отсутствия поддержки русского языка Microsoft Hololens и Google Glass становятся на данный момент неприменимы в музейном пространстве России, поскольку значительная часть населения не владеет английским языком, который поддерживают эти очки.

Итак, на данный момент **Microsoft Hololens** являются лидером среди очков дополненной реальности благодаря уникальному голографическому процессору HPU, который больше нигде не используется. Отлично работающая система распознавания и закрепления объектов позволяет пользователю успешно взаимодействовать с дополненной реальностью. Однако компании-производителю требуется решить ряд проблем для подготовки Hololens к массовому использованию музеем:

- 1) Необходимо увеличить угол обзора для более полного погружения в дополненную реальность. Решить эту проблему пока технически довольно сложно, поскольку для показа объектов дополненной реальности на всем поле обзора устройство должно быть очень мощным и иметь аккумуляторы с огромной емкостью. Пока это невозможно сочетать с удобством и легкостью.
- 2) Требуется улучшение голосового управления и его поддержка на русском языке.
- 3) Стоимость устройства делает его непозволительным для использования массовым потребителем. Данная проблема может решиться только спустя годы из-за сложности и дороговизны используемых технологий.

Очки имеют потенциал использования в экспозиционно-выставочной деятельности музеев через несколько лет, но пока их массовая закупка нецелесообразна ввиду вышеуказанных причин. Сегодня данное устройство подходит для заказа в основном разработчикам контента и тестирования людям/организациям для примерного ознакомления с возможностями и задачами, которое оно может решить в будущем.

Google Glass больше позиционируются как устройство для личных нужд. Очки необходимо подключать к личному смартфону или компьютеру, а потому их использование музеями не имеет смысла. Более того, техническая сторона вопроса также требует доработок. Пока пользовательская версия очков может быть полезна только в качестве «замены» смартфона для целевой аудитории с высоким уровнем достатка, а версия Enterprise Edition может использоваться в профессиональных целях.

Использование **Epson Moverio** в музее на сегодняшний день так же нецелесообразно ввиду высокой стоимости, неадаптированного ПО и некоторых прочих технических проблем. Посетителям в возрасте будет довольно сложно управлять интерфейсом, а самая молодая аудитория, возможно, найдет очки неудобными в носке из-за отсутствия регулировки размера.

Глава 4. Практическая часть

Важной частью анализа любого продукта является личное знакомство с ним, его характеристиками и сопоставление предоставленной информации с реальностью. Далее следуют впечатления и выводы оценочной группы после тестирования Epson Moverio BT-300 в Пушкинском музее.

4.1. Тестирование Epson Moverio BT-300

Прежде всего, стоит сказать, что тестировалась версия для разработчиков.

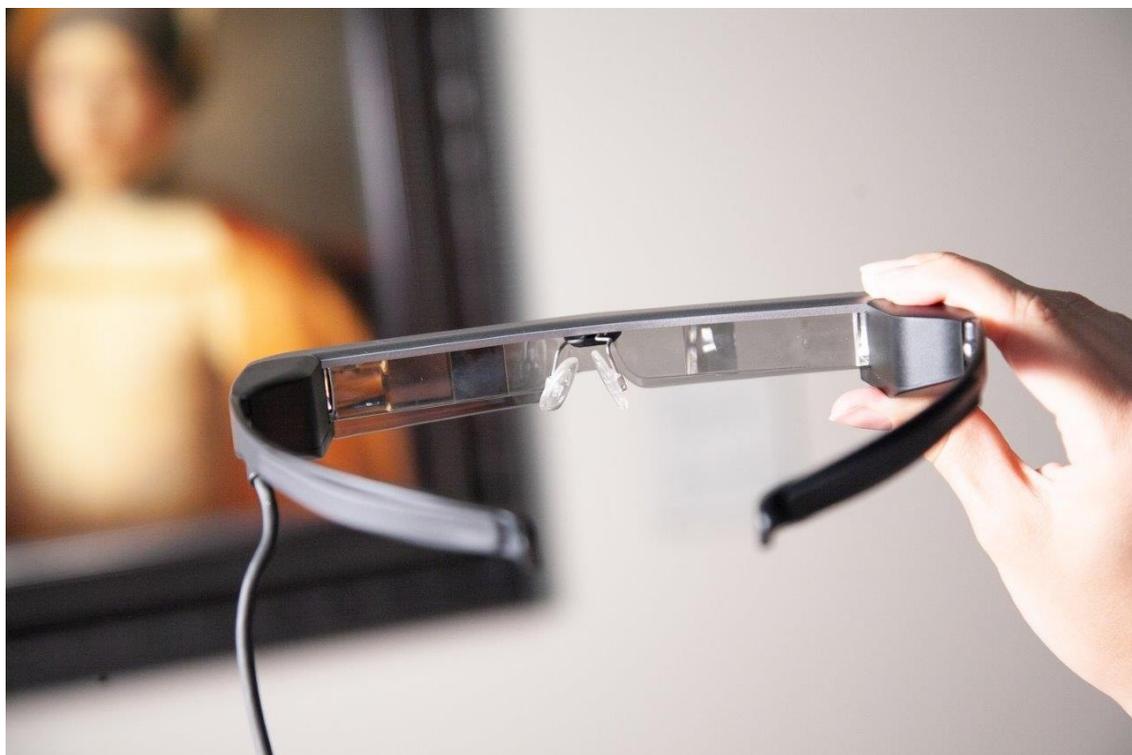


Рисунок 8: внешний вид Epson Moverio BT-300

В связи с этим был обнаружен ряд ограничений в использовании. В комплекте к очкам (не заряженным в начале) прилагаются наушники с микрофоном, чехол для переноски, оправа для линз, серый затемнитель, инструкция по быстрой настройке, диск с документацией, кабель USB, адаптер питания, пульт управления весом в 129 грамм с дополнительным креплением и вставные линзы без диоптрий в качестве демонстрационной версии. На очки было перенесено мобильное приложение Артефакт от Министерства культуры РФ, и при надевании очков на экране компьютера изменялась показываемая картина (как и в обычной версии Артефакта, можно было увидеть картину до

реставрации, пролистать варианты, получить о ней дополнительную информацию в виде текста и аудиозаписи).



Рисунок 9: Процесс использования очков

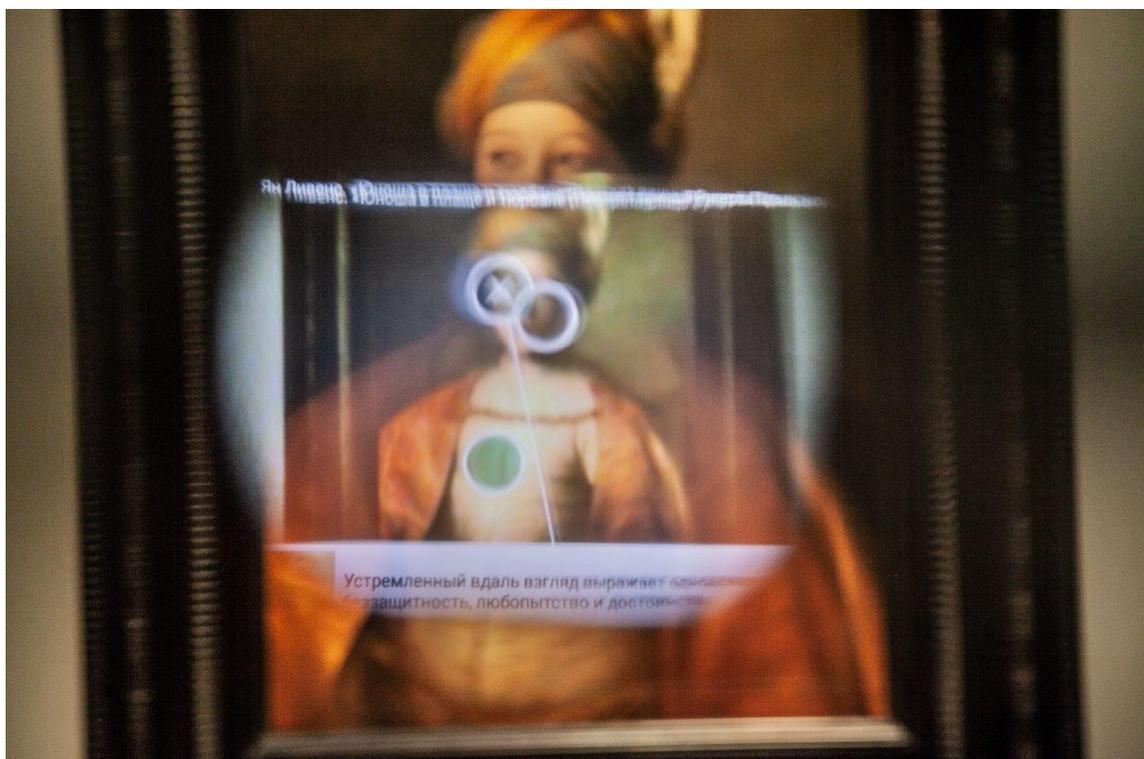


Рисунок 10: Интерфейс устройства при работе с приложением Artefact

При первоначальном надевании очков выявился первый недостаток – размер. Для обхвата головы 53 см очки большие и неудобные, на голове не

держатся; размер не подлежит регулировке. Отсюда можно сделать вывод, что для детей такое устройство не будет комфортным в носке. Очки должны сидеть хорошо на людях с объемом головы больше среднего. Важно заметить, что у коммерческой версии VT-350 дужки могут регулироваться, однако ее стоимость практически в 2 раза выше, чем у версии для разработчиков. К сожалению, протестировать коммерческую версию не удалось ввиду ее дороговизны; при сравнении использовались характеристики производителя. Такой разрыв в цене не очень понятен, поскольку именно возможность регулировки положения устройства на голове очень важна для распространения, но большой отрыв в цене сдерживает потенциальных покупателей от приобретения. Вес очков действительно практически не чувствуется на голове.

Надевать очки дополненной реальности на очки, корректирующие зрение сверху неудобно (однако при другой форме очков с диоптриями возможна более удобная посадка) и чревато царапинами. Для решения этого вопроса компания-изготовитель предусмотрела линзы, которые можно вставить в конструкцию. Однако в пользовательской инструкции компания предлагает самим посетителям заказать подходящие линзы у окулиста, не гарантируя, что это будет возможно в 100% случаев. Это подходит при личном использовании одного девайса, но как быть с большим потоком людей – вопрос. Шаг между диоптриями составляет 0.25, у многих людей глаза требуют разных диоптрий на правый и левый глаз, есть также те, кто страдает от астигматизма. Учитывая все это, вопрос подбора необходимых линз становится очень сложным, довольно дорогим и требующим исследования. Наиболее логичным решением проблемы на данном этапе является эксплуатирование очков в контактных линзах посетителями, имеющими такую возможность. Предупреждение об этом должно быть размещено на сайте музея. Для посетителей, всегда носящих только очки, придется надевать очки дополненной реальности поверх своих.

Очки соединяются с пультом проводом, пульт оснащен емкостным тачпадом с поддержкой multitouch и функциональными кнопками вкл/выкл, домой, меню, назад, перезагрузка, регулировка громкости, функции (яркость, 2D/3D). Благодаря новому дисплею контрастность и цветопередача на высоте, чувствуется погружение в мир дополненной реальности. Сразу освоиться в программах и приложениях довольно трудно, сенсорная панель не всегда верно реагирует на движения пальца, мышка очень резкая, и требуется настройка чувствительности и скорости. На очки были установлены приложения, адаптированные под смартфон, и для этого формата это

оказалось неподходящим вариантом. Требуется адаптация интерфейса и пульта управления под устройство, необходимы кнопки для более понятного управления.

К очкам можно дополнительно подключить наушники. После этого действия чувствуется неудобство из-за обилия проводов и конструкции на голове. Так же плюсом являлась бы функция автоматического включения звука при подключении наушников.

По мнению двух других тестировщиков данной модели очков, интерфейс требует доработки из-за полного соответствия обычному мобильному интерфейсу Android, который не подходит для данного устройства. Неудобство при надевании очков из-за их ширины проявилось лишь у девушки девятнадцати лет; у молодого человека с обхватом головы 59 см подобной проблемы не возникло. Также была отмечена нехватка калибровки изображения и плохая отзывчивость тачпада на swipe²¹ пальцем. При этом мнение одного из тестировщиков (девушка, 19) сводилось к целесообразности использования очков в музейной деятельности ввиду их способности привлечь посетителей необычностью и вызвать желание опробовать девайс, а согласно мнению второго тестировщика (парень, 20) на данном этапе абсолютно не целесообразно массовое использование очков музеем ввиду недоработанного ПО и сложности в использовании аудиторией в возрасте.

В процессе тестирования были сформированы критерии оценки девайса на предмет удобства и совершенства технологии. Для удобства респондентам предлагалось оценить те или иные характеристики устройства по 5-балльной шкале. Далее следует таблица с усредненными результатами оценки. Зеленым выделены параметры, оцененные выше среднего (оценка 4 и больше).

Таблица 3: Усредненные результаты оценки Epson Moverio VT-300 тестовой группой

Дизайн устройства	3,7
Удобство интерфейса	3,7
Качество изображения (контрастность, яркость, разрешение)	4
Калибровка изображения	2,7

²¹ Неотрывное движение пальцем по тачпаду, напоминающее смахивание

Оптимальность расстояния до «окошка»	3,3
Качество звука	3,7
Понятность управления пультом	3,7
Отзывчивость тачпада	3
Посадка на голове	2,3
Легкость устройства	4
WOW-effect	4,3
Степень погружения в AR	3,7
Дороговизна	3,7
Желание повторного использования	4
Применимость в музее	3,3
Общее впечатление	3,3
Итого	3,5

Таким образом, по результатам тестирования можно сделать вывод, что использование этих очков приносит wow-effect пользователю и теоретически может решить проблему посещаемости музеев молодой аудиторией ввиду высокого качества изображения, легкости самого устройства и желания повторного использования, однако на данной стадии не является экономически выгодным вариантом для массового применения в экспозиционно-выставочной деятельности музеев из-за несовершенства технологий, неудобства использования и высокой цены. Интерфейс требует адаптации для успешного функционирования; имеет место быть недостаточная оптимизация ПО.

Заключение

Целью курсовой работы было выявление возможностей использования технологий дополненной реальности в экспозиционно-выставочной деятельности музеев. Для достижения цели были проанализированы мобильные приложения с дополненной реальностью, а также очки дополненной реальности; рассмотрены случаи использования подобных технологий в музеях и сформированы выводы относительно их дальнейшего развития и целесообразности применения в экспозиционно-выставочной деятельности музеев.

Итак, работу с приложениями и смартфоном музеев, несомненно, нужно продолжать, поскольку итоговая стоимость внедрения подобных технологий относительно невелика, но приносит wow-эффект в процесс ознакомления с экспонатами и решает проблему посещаемости, привлекая новую аудиторию и делая посещение музея запоминающимся. Благодаря уже имеющемуся положительному опыту внедрения подобных технологий имеется уверенность в целесообразности и успешности работы музеев с AR-приложениями. Большой плюс мобильных приложений с AR в сравнении с очками дополненной реальности в том, что пользователь уже умеет обращаться со своим смартфоном и ему не нужно заново привыкать к некой конструкции на голове, которая может вызывать дискомфорт ввиду своей необычности.

Благодаря росту количества смартфонов, поддерживающих AR, мобильные приложения станут еще более доступными для обычных людей. Поэтому у разработчиков не возникнут проблемы с аудиторией. Более того, огромное количество платформ для разработки AR значительно ускоряет и упрощает процесс создания приложений с дополненной реальностью. Все вышесказанное является отличным условием для дальнейшего развития технологий AR для смартфонов; упор следует сделать на взаимодействии с объектом виртуальной реальности, что на данный момент является недоступной функцией, и подсоединении искусственного интеллекта. Одним из перспективных направлений AR в ближайшем будущем, возможно, станет создание неких AR примерочных, где посетители музея смогут увидеть себя в том числе в исторических нарядах, и реальное взаимодействие с объектами искусства.

В то же время, не стоит останавливаться в развитии очков дополненной реальности, поскольку на данный момент в этот рынок вложено много денег, и есть решаемые проблемы, над которыми нужно работать. У очков имеется

хороший потенциал, но они не готовы к использованию музеями ввиду своей дороговизны и частичной технологической непродуманности. Пока их использование целесообразно только в качестве эксперимента. Подобные девайсы актуальны для молодежи, желающей попробовать что-то новое. За последнее время виден прорыв в технологии AR очков, но идеальными по удобству и цене они станут еще не скоро. Согласно Gartner Hype Cycle 2017 (gartner.com), AR находится в нише разочарования в развитии и выйдет на плато продуктивности лишь через 5-10 лет.

Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017

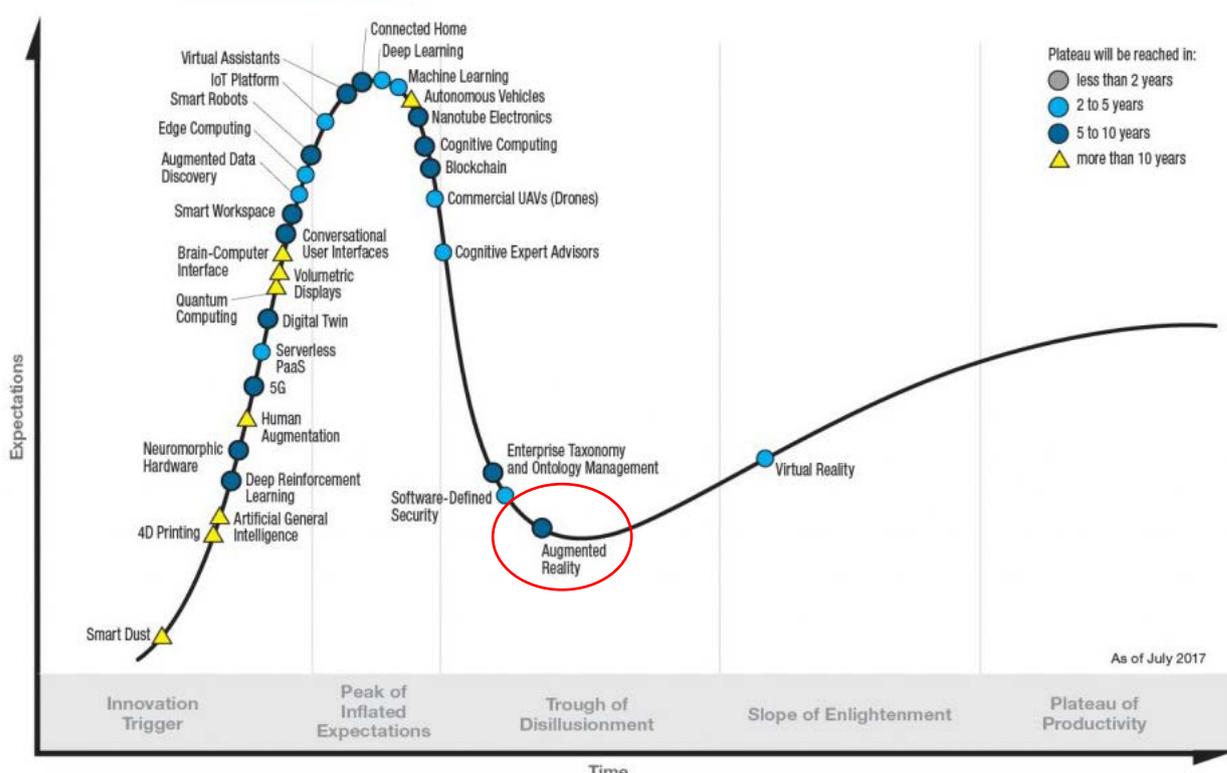


Рисунок 11: Gartner Hype Cycle 2017

Через несколько лет технологии AR могут достигнуть небывалого успеха в развитии. А пока рекомендуется делать упор на использование музеями мобильных приложений с дополненной реальностью, ввиду достаточной проработанности и доступности технологии, а также тестировать AR-очки для личного ознакомления или проводить тестовые сессии использования посетителями одного девайса на ограниченном числе экспонатов для сбора отзывов и полезных рекомендаций.

Список литературы

1. Яковлев Б.С, П. С. (2013). Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*.
2. [Электронный ресурс] URL: <http://3dday.ru/services/dopolnennaya-realnost/> (Дата обращения: 20.05.2018)
3. [Электронный ресурс] / IHS Markit - аналитический ресурс. URL: <http://news.ihsmarkit.com/press-release/technology/more-six-billion-smartphones-2020-ihs-markit-says> (Дата обращения: 15.05.2018)
4. [Электронный ресурс] / AR/VR/MR Conference. URL: <https://ar-conf.ru> (Дата обращения: 10.05.2018)
5. Владимиров, И. (3 март 2018 г.). Дополнить реальность Матисса. *Российская газета - Федеральный выпуск №7514 (51)*.
6. [Электронный ресурс]/ Эксперт ONLINE – аналитический ресурс. URL: <http://expert.ru/2011/12/20/russkij-muzej-popal-v-tsifrovuyu-puchinu/> (Дата обращения 17.05.2018)
7. Yannis Ioannidis, O. V. (4 april 2014 г.). Tell me a story: augmented reality technology in museums. *The Guardian*.
8. The Runet. (2016). В музей не только за бесплатным Wi-Fi. URL: <https://therunet.com/articles/7097> (Дата обращения: 10.05.2018)
9. <https://virtuality.club><https://virtuality.club>
10. Robert LiKamWa, Z. W. (23 april 2014 г.). Draining our Glass: An Energy and Heat.
11. [Электронный ресурс] Кузнецов, В. (2017). Автоконцерн Ford начал использовать HoloLens для проектировки автомобилей. *HI-news.ru*. /Новостной портал. URL: <https://hi-news.ru/auto/avtokoncern-ford-nachal-ispolzovat-hololens-dlya-proektirovki-avtomobilej.html> (Дата обращения: 17.05.2018)
12. [Электронный ресурс] / Википедия – свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_HoloLens (Дата обращения: 25.05.2018)
13. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Epson. URL: <http://www.epson.ru> (Дата обращения 08.05.2018)
14. [Электронный ресурс] / Популярная механика. URL: <https://www.popmech.ru/technologies/364922-smotri-igray-letay-ochki-dopolnennoy-realnosti-ot-epson/> (Дата обращения: 12.05.2018)

15. [Электронный ресурс] / iot.ru – Новости интернета вещей. URL: <https://iot.ru/gorodskaya-sreda/samyte-tehnologizirovannye-muzei-mira> (Дата обращения: 18.05.2018)
16. [Электронный ресурс] А.Скрынникова. (2017). Все, что нужно знать про VR/AR-технологии. Rusbase. URL: <https://rb.ru/story/vsyo-o-vr-ar/> (Дата обращения: 13.05.2018)
17. [Электронный ресурс] / Rusbase. URL: <https://rb.ru/story/ar-cases/> (Дата обращения 10.05.2018)
- 18.[Электронный ресурс] / Блог лаборатории Маугри. URL: <http://blog.maugry.ru/blog/technologies/augmented-reality-in-museums/> (Дата обращения: 25.04.2018)
19. [Электронный ресурс] / Информационно-аналитическое агентство Content Review. URL: <http://www.content-review.com/articles/39733/> (Дата обращения: 14.05.2018)
- 20.[Электронный ресурс] / Habr. URL: <https://habr.com/company/friifond/blog/322230/> (дата обращения: 11.05.2018)
21. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Единой Информационной системы в сфере закупок. URL: <http://www.zakupki.gov.ru>
22. [Электронный ресурс] / 3D News – Daily Digital Digest. URL: <https://3dnews.ru/968035> (Дата обращения: 21.05.2018)
23. [Электронный ресурс] / Augmented Reality. By. URL: <https://augmentedreality.by/news/ar-in-museum/> (Дата обращения: 13.05.2018)

Приложение №1

Таблица 4: Госзакупки учреждений музейного типа, связанные с дополненной реальностью

Заказчик	Закупка	Стоимость
Федеральное государственное бюджетное учреждение культуры "Государственный историко-культурный музей-заповедник "Московский кремль"	Разработка структуры и ключевых технологических решений мобильного приложения с рабочим названием "Музеи Кремля. AR. Археологические шурфы" для платформы iOS/Android с использованием технологий дополненной реальности.	860 840 руб.
Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение Культуры "Всероссийское музейное объединение "Государственная Третьяковская Галерея"	Создание выставочного проекта Третьяковской галереи с применением технологий виртуальной и дополненной реальности в Новой Третьяковке	314 000 руб.
Санкт-Петербургское Государственное Бюджетное Учреждение Культуры "Центральный выставочный зал "Манеж"	Оказание услуг по разработке художественного образа и тематическо - экспозиционного плана выставочного проекта «История Манежа - дополненная реальность»	2 537 000 руб. (источник финансирования: субсидии на госзадания)
Министерство Культуры РФ	Арт-музей Якутии" - дополненная реальность в музее, как новая форма публикации коллекций Национального художественного	750 000 руб. (источник финансирования:

	музея Республики Саха (Якутия), с аудиовизуальным инструментарием для людей с ограниченными возможностями, Мобильное приложение	федеральный бюджет)
Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение Культуры "Новгородский Государственный Объединенный Музей-Заповедник"	Оказание услуг по созданию мультимедийных средств презентации музейного пространства ФГБУК "Новгородский государственный объединенный музей-заповедник", в том числе с применением технологии дополненной реальности	6 000 000 руб (источник финансирования – целевая субсидия)
Акционерное Общество "Выставка Достижений Народного Хозяйства"	Разработка мобильного комплекса интерактивно-дополнительной реальности уличной экспозиции военной техники	1 180 000 руб. (цена была сформирована как среднее цен на услуги от 3 разных исполнителей: ООО «народный архитектор», ООО «Парадокса», ООО «3Дримтим»)

**Стоимость и этапы реализации проекта с дополненной
реальностью**

Стоимость реализации проекта рассчитывается индивидуально в зависимости от требований заказчика. Учитываются такие факторы, как: разработка программного обеспечения, дизайна, аренда/покупка оборудования, работа технического персонала.

Этапы работы включают в себя ТЗ (техническое задание), составление сценария, создание прототипов низкой и высокой детализации, дизайн приложений и 3D моделей, программирование, создание метки, тестирование, доработку, запуск.²²

²² <http://3dday.ru/services/dopolnennaya-realnost/>

Приложение №3

Таблица 5: Технические характеристики Google Glass

Разрешение дисплея	640x360 пикселей
Объем встроенной памяти	16 Гб
Объем оперативной памяти	2 Гб
Совместимость с ОС	iOs, Android
Сенсорная панель	Да
Голос	Да
Акселерометр	Да
Гироскоп	Да
Датчик приближения	Да
Интерфейсы	Micro USB
Запись видео	Да
Иное	Передача звука через кость
Поддержка карт памяти (MicroSD)	Нет
Комплектация	Очки, чехол, micro USB-USB кабель, адаптер питания, силиконовые накладки на переносицу (4 шт)
Наушники	Встроенные
Наличие сторонних устройств позиционирования	Нет
Вес	120 грамм
Процессор	Cortex-A9; 1,2 ГГц
Корпус	Титановый сплав
Камера	5 Мп

Поддержка	Wi-Fi, BlueTooth
-----------	------------------

Приложение №4

Таблица 6: Технические характеристики Microsoft Hololens

Операционная система	Windows 10.0.11802.1033 32-bit
CPU	Intel Atom x5-Z8100, 1.04 ГГц, Intel Airmont (14 нм), 4 логических процессора 64-bit
GPU/НPU	HoloLens Graphics
GPU Vendor ID	8086h (Intel)
Выделенная видеопамять	114 Мб
Лимит одновременно используемой системной памяти	980 Мб
Оперативная память	3 Гб
Внутренняя память	64 Гб (54.09 Гб доступно)
Объем памяти для приложений	900 Мб
Емкость аккумулятора	16,500 мВт (2 часа работы);
Разрешение фото	2.4 МП (2048×1152 пикселей);
Разрешение видео	1.1 МП (1408×792 пикселей);
Количество кадров видео (FPS)	30
акселерометр	да
гироскоп	да
магнитометр	да

Комплект поставки:

- 1) очки дополненной реальности Microsoft Hololens,
- 2) специальный пульт для управления голограммами (при желании голограммами можно управлять не руками, а с помощью пульта),
- 3) зарядное устройство для очков Hololens,
- 4) тряпочка для протирки стёкол очков,
- 5) кейс для переноски очков дополненной реальности Microsoft Hololens,
- 6) инструкция по использованию

Приложение №5

Таблица 7: Технические характеристики Epson Moverio BT-300

Дисплей	
Количество ЖК-дисплеев	2
Тип ЖК-дисплея	Si-OLED
Диагональ ЖК-дисплея, дюймы	0.43
Формат ЖК-дисплея	16:9
Разрешение ЖК-дисплея	1280x720
Поле зрения, градусы	23
Размер воспринимаемого изображения	40 дюймов с 2.5 м, 320 дюймов с 20 м
Глубина цвета	TrueColor (24 бита)
Частота обновления, Гц	30
Операционная система	
Тип	Andriod
Версия	5.1
Обновление	Через интернет
Установленные приложения	MovExplorer, Moverio Apps Market
Датчики	
Камера	да
Разрешение камеры	5 МП
GPS	В тачпаде (A-GPS)
Компас	В очках, в тачпаде
Гироскоп	В очках, в тачпаде
Акселерометр	В очках, в тачпаде
Микрофон	Есть (в гарнитуре)
Подключение	
Беспроводная сеть (Wi-Fi)	IEEE 802.11b/g/n
Bluetooth	3,0/4,0
USB	2,0
Размер USB	MicroUSB
Процессор и память	
Процессор	Intel® Atom™ x5
Частота процессора, ГГц	1.44
Количество ядер процессора	4
Объем оперативной памяти, Гб	2
Объем встроенной памяти, Гб	16

Поддержка карт памяти	да
Тип поддерживаемых карт памяти	MicroSD, MicroSDHC
Максимальный объем карт памяти, Гб	32
Форматы файлов и звук	
Поддерживаемые форматы видео	MP4 (MPEG 4+AAC), MPEG2 (H.264+AAC)
Воспроизведение 3D-видео	да
Поддерживаемые форматы аудио	AAC, Dolby Digital Plus, MP3, WAV
Поддерживаемый формат 3D-видео	Side By side (Горизонтальная стереопара)
Технология звука	Dolby Digital Plus
Питание	
Зарядное устройство в комплекте	да
Напряжение питания сети	100 В - 240 В +/- 10%, 50 Гц/60 Гц
Тип батареи	Литий-полимерная
Емкость батареи, мА*Ч	2950
Габариты и вес	
Габариты очков без затемнителей, мм (ГхШхВ)	178x191x25
Габариты контроллера, мм (ГхШхВ)	116x56x23
Масса контроллера, г	129
Масса очков без затемнителей	69

Приложение №6

Таблица 8: Технические отличия Epson Moverio BT-300 и Pro BT-2000

	Epson Moverio BT-300	Epson Moverio Pro BT-2000
Тип ЖК-дисплея	Si-OLED	Поликремниевая активная матрица
Диагональ ЖК-дисплея, дюймов:	0.43	0.42
Разрешение ЖК-дисплея:	1280x720	940x540
Частота обновления, Гц:	30	60
Версия:	5.1	4.0.4
Предустановленные приложения:	Moverio Apps Market, MovExplorer	SEViewer
Bluetooth:	3,0/4,0	3.0
Процессор:	Intel® Atom™ x5	TI OMAP 4460
Частота процессора, ГГц:	1.44	1.2
Количество ядер процессора:	4	2
Объем оперативной памяти, Гб	2	1
Объем встроенной памяти, Гб:	16	8
Поддержка multitouch:	да	нет
Поддерживаемые форматы видео	MP4 (MPEG 4+AAC), MPEG2 (H.264+AAC	MP4 (MPEG4+AAC / Dolby Digital Plus), MPEG2 (H.264+AAC / Dolby Digital Plus)
Емкость батареи, мА*Ч:	2950	1240
Габариты очков без затемнителей, мм (ГхШхВ):	178x191x25	205x136x100
Габариты контроллера, мм (ГхШхВ):	116x56x23	70x157x353

Масса контроллера, г:	129	265
Масса очков (без затемнителей), г:	69	290