

УСТРОЙСТВА ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Дополненная реальность (Augmented Reality, AR)

- Дополненная реальность – это среда, создаваемая путем наложения информации или объектов на воспринимаемый мир в реальном времени при помощи электронных устройств.
- Основная цель дополненной реальности – усилить ощущения пользователя от привычных ему вещей. Задачей ДР не является создание принципиально иного мира, а подразумевается работа с реальными объектами и улучшение уже существующей среды.
- Рекомендация J.301 Международного союза электросвязи (МСЭ) характеризует дополненную реальность, как тип смешанной реальности, где графические элементы интегрированы в реальный мир, чтобы улучшить пользовательский опыт и обогатить информацию.
- ДР следует отличать от виртуальной (virtual reality, VR) и смешанной (mixed reality, MR), под последней понимают интеграцию виртуальной и дополненной реальности.
- VR целиком заменяет реальный мир искусственно созданной средой, в которой все объекты синтетические, соответственно, и человек, полностью погруженный в виртуальную среду, не будет слышать и видеть истинный мир вокруг него.
- Дополненная реальность, в отличие от виртуальной, не предполагает создание совершенно нового мира со своими объектами и структурами, а нацелена на насыщение новыми возможностями существующей действительности.
- ДР производит соединение реальных и виртуальных объектов, поэтому появляется возможность видеть физическую вещь с наложенными поверх неё виртуальными данными, что, как следствие, позволяет улучшить взаимодействие с данным объектом и получить больше информации о нём.

- В 1968-м году компьютерный специалист и профессор Гарварда Айван Сазерленд со своим студентом Бобом Спрауллом разработали устройство, получившее название «Дамоклов Меч». И это была первая система уже именно дополненной реальности на основе головного дисплея.
- Впервые термин «дополненная реальность» появился ещё в 90-х годах прошлого столетия, и был изобретён Томасом Коделлом, исследователем корпорации Boeing, как и все великие изобретения, вследствие разработок для военных целей.
- Томас Коделл использовал этот термин для описания цифровых дисплеев, которые использовались при постройке самолетов. Сборщики носили с собой портативные компьютеры и могли просматривать чертежи и инструкции, используя шлемы с полупрозрачными дисплеями.



- В 1978-м, Стив Манн придумал первое приспособление для AR, которое не было прикручено к потолку. В EyeTap использовалась камера и дисплей, дополняющий среду в режиме реального времени. Это изобретение стало основой для будущих проектов, но массово не использовалось.
- Первое массовое использование дополненной реальности стало возможно благодаря Дену Рейтону, *который* в 1982-м году использовал радар и камеры в космосе для того, чтобы показать движение воздушных масс, циклонов и ветров в телепрогнозах погоды. Там AR до сих пор используется таким образом.
- В 1993-м году в университете штата Колумбия Стив Файнер представил систему KARMA (Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance, переводится примерно как «Интерактивный помощник по обслуживанию»), позволявшую через шлем виртуальной реальности увидеть интерактивную инструкцию по обслуживанию принтера.
- В 98-м году НФЛ впервые использовала дополненную реальность, разработанную компанией Sport Vision, в прямой трансляции спортивных игр. Во время матчей на картинку с камеры, обзорно показывающей игровое поле, добавлялись технические линии и информация о счете.
- В 99-м НАСА применила систему дополненной реальности в приборной панели космического аппарата Икс-38, который научился отображать объекты на земле вне зависимости от погодных условий и реальной видимости.

Исследователь из компании Intel Рональд Азума в 1997 г. выделил три основных признака, которыми должна обладать система дополненной реальности:

- комбинирование реального и виртуального мира;



- интерактивность;



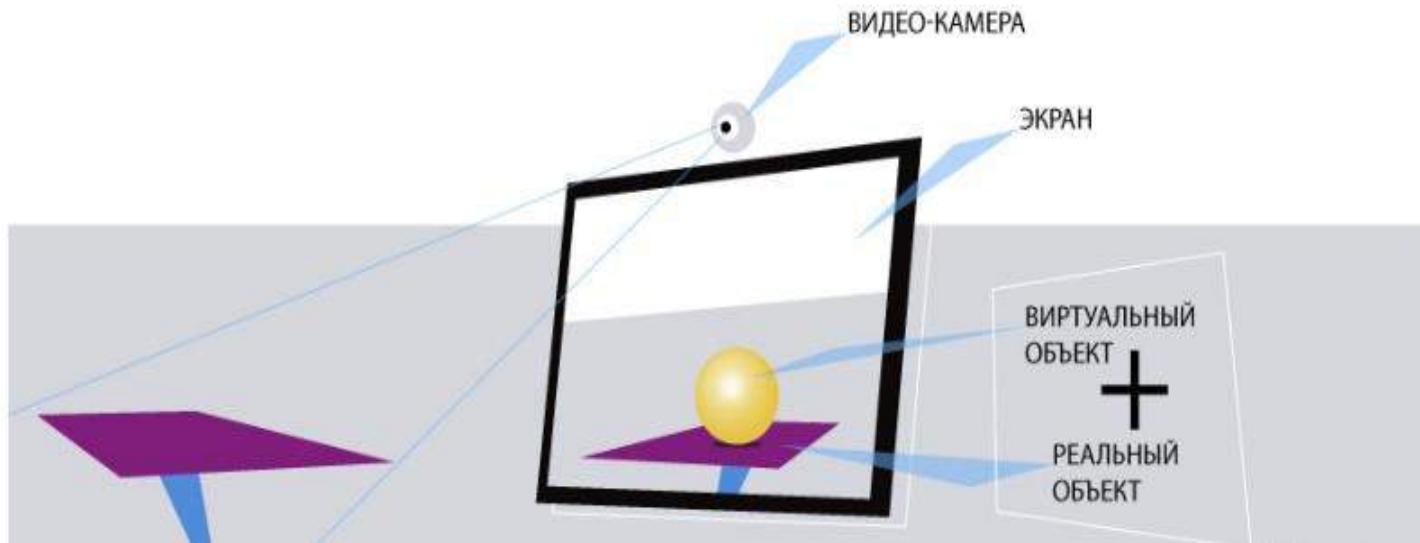
- трехмерное представление объектов.



Схема наложения виртуального объекта на реальный

Общая схема создания дополненной реальности во всех случаях следующая:

- камера AR-устройства делает снимок реального объекта;
- программное обеспечение (ПО) устройства идентифицирует полученное изображение,
- выбирает или вычисляет визуальное дополнение, соответствующее изображению,
- объединяет реальное изображение с его дополнением и
- выводит окончательное изображение на устройство визуализации.



Отображение объектов ДР

- **Пространственные**

- Данный тип использует информацию от различных датчиков устройства: акселерометра, компаса, гироскопа и GPS.
- Обработка данных, полученных с сенсоров, позволяет достаточно точно определить местоположение пользователя и его ориентацию в пространстве.

- **Оптические**

- Оптические технологии основаны на распознавании изображения, полученного с камеры устройства.
- На данный момент их существует несколько видов:
 - безмаркерная AR;
 - маркерная AR;
 - проекционная AR;
 - AR на основе наложений.

Безмаркерная AR

- Безмаркерная дополненная реальность анализирует окружающее пространство через объектив камеры и пытается выделить плоские поверхности. В этом заключается главное преимущество данной технологии – виртуальные объекты можно размещать на любой идентифицированной поверхности.
- Данная система основана на отслеживании перемещения телефона с помощью сенсоров устройства и изменения ключевых точек изображения, захваченного камерой. Визуальная информация объединяется с инерционными изменениями датчиков устройства для определения положения и ориентации устройства относительно пространства.
- При использовании этой технологии пользователь может перемещаться в пространстве как ему заблагорассудится, даже если он уйдет в другую комнату, а потом вернется, виртуальные объекты все равно останутся на своих местах.

Принцип действия маркерной AR

- Принцип работы данной технологии основан на алгоритме, который распознает ключевые точки маркера и достраивает изображение, используя виртуальный объект, в последствии располагающийся на месте маркера.
- Главный недостаток этого типа – обязательное наличие маркера в объективе фотоаппарата. В основном эти технологии нашли свое место в рекламных продуктах и книгах.



Проекционная AR

- Данный тип использует проецирование синтетического света на физические поверхности, а в некоторых случаях даёт возможность взаимодействовать с ним.
- Это голограммы, которые можно наблюдать в фантастических фильмах. Определение пользовательского взаимодействия происходит путем фиксации различий между поданным изображением и измененным пользователем.

AR на основе совмещений (наложений)

- В этом случае происходит полная или частичная замена исходного представления дополненным.
- Ключевую роль здесь играет распознавание объектов, без которого вся концепция просто невозможна.

Head-up display (HUD)

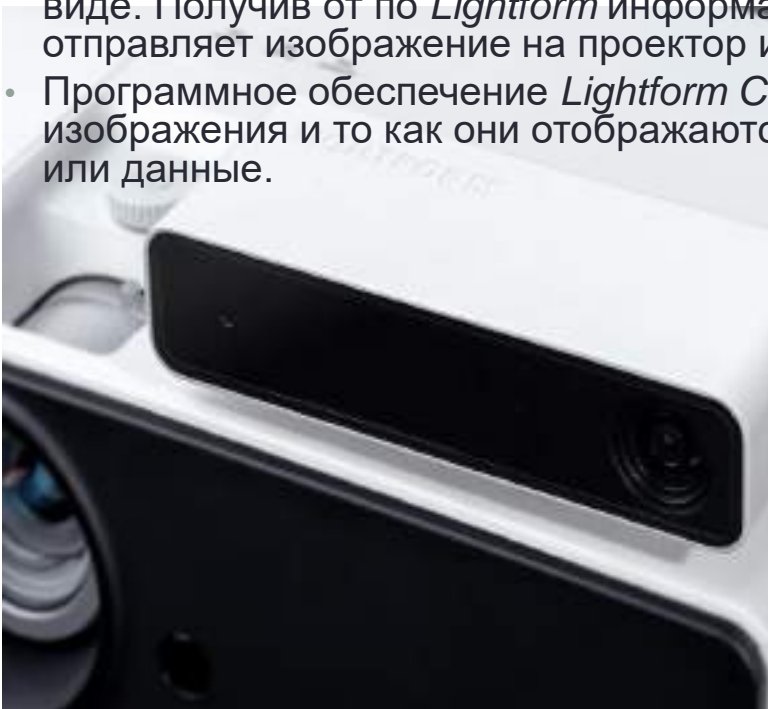
- Специальные устройства AR. Одним из примеров является head-up display (HUD) – отправка данных на прозрачный дисплей прямо в поле зрения пользователя.
- Первоначально представленные для обучения военных летчиков, эти устройства стали использоваться в гражданской авиации, автомобилестроении, промышленности, спорте и т. д.



Устройство дополненной реальности

Lightform

- Устройство представляет из себя 3D сканер, который позволяет создать объемную карту помещения во всех подробностях. Расположение объектов в пространстве фиксируется, заносится в память и в дальнейшем используется как проекционная поверхность.
- Внутри устройства располагается камера с высоким разрешением, которая позволяет захватить мельчайшие объекты в комнате и их отсканировать, после этого приложение *Lightform* сможет выводить на отсканированные поверхности различную информацию.
- Устройство подключается любому компьютеру и проектору по *HDMI*. На компьютере любое изображение обрабатывается и подготавливается для отображения в трехмерном виде. Получив от по *Lightform* информацию о расположении объектов, компьютер отправляет изображение на проектор и тот визуализирует трехмерное изображение.
- Программное обеспечение *Lightform Creator* позволяет редактировать полученные изображения и то как они отображаются на поверхности, добавляя различные эффекты или данные.



Устройство дополненной реальности

Lighform

- Так обычные часы на кухне могут вывести подсказку, что пора выходить из дома или сделать важный звонок. Комнатные растения могут визуально напомнить о том, что сегодня их забыли полить и что с ними может произойти. А лежа в ванной, на стене можно просматривать фильмы или читать электронную почту. Устройство планировалось использовать как дома, так и в коммерческих организациях.
- *Lighform* работает со стационарными объектами, в случае движения объекта, проекционное изображение на нем нарушается. Однако, компания заявляет, что устройство быстро перенастраивается и пересканирует нужный объект меньше, чем за минуту. Для того, чтобы обеспечить скорость работы устройства, используются высокопроизводительные аппаратные компоненты, которые самостоятельно могут осуществлять вычисления. Для детализации пространства и анализа геометрии помещения применяется камера с высоким разрешением и алгоритмы, на основе искусственного интеллекта, что позволяет сканеру в точности воссоздать комнату со всеми объектами в ней и улавливать даже небольшие движения объектов в её пределах.
- К достоинствам данного устройства можно отнести компактный размер, возможность проекции изображений на любые поверхности, быстрая настройка. К недостаткам можно причислить отсутствие мобильности, необходимость подключения дополнительного оборудования, пока относительно высокая стоимость.



3D-камера SID

- Компания *Weeview*, которая является производителем *Eye-Plug* - первого в мире съемного 3D-фотоаппарата, совместимого со смартфонами, представила свою новую разработку 3D-камеру, которая накладывает спецэффекты дополненной реальности. Новаторская технология *SID* для стереоскопического просмотра позволяет создавать свой мир с невероятным трехмерным контентом.
- Эта камера имеет небольшой размер и способна записывать объемные видео, причем пользователи имеют возможность регулировать параметры видео для получения оптимальных стереоскопических эффектов. Для работы с камерой *SID* необходимо скачать мобильное приложение, которое позволит реализовывать такие функции, как живая 3D-трансляция, выдвигание на передний план для увеличения отдельных объектов видеоизображения, и для отслеживания объекта в видео автоматическое следование.



3D-камера SID

- Камера позволяет снимать видео с максимальным разрешением 2880x1440 (3К) на 30 кадров в секунду, а также фотографии 32 Мп с разрешением 8064x4032.
- Две стереоскопические камеры имеют объективы F2.4 с углом обзора в 160°.
- Новинка оборудована Wi-Fi адаптером по стандарту IEEE 802.11n для возможности беспроводного соединения, *microUSB* портом для зарядки и слотом *microSD* карты для хранения.
- Среди плюсов работы камеры можно выделить
 - компактные размеры,
 - возможность снимать видео в формате 3D с высоким разрешением и накладывать на него эффекты ДР,
 - подключение к различным устройствам, приемлемая стоимость.
- Однако, есть и ряд недостатков:
 - Проект находится в стадии разработки, продажа устройств ограничена;
 - Отсутствие экрана.

RealSense 3D Camera

Для оценки субъективных параметров эмоций используется новую камеру от **Intel - RealSense 3D Camera**.

С помощью этой камеры можно определять, какую эмоцию в данный момент выражает лицо - радость, грусть, страх, злость и т.д.

Камера оснащена тремя линзами:


- ❖ обычной камеры;
- ❖ инфракрасной камеры;
- ❖ инфракрасного лазерного проектора.



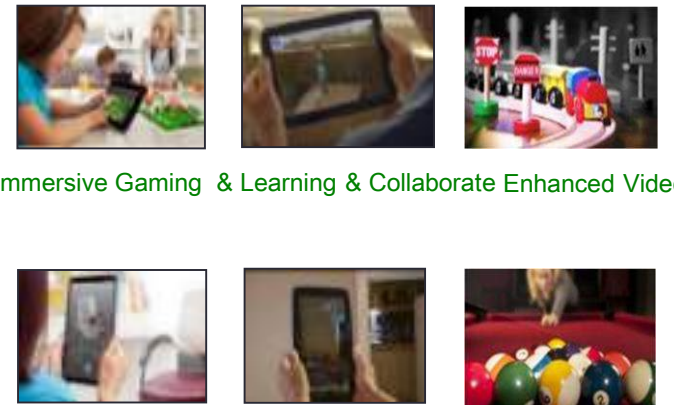
RealSense 3D Camera

- Камера *Intel RealSense 3D* считывает 78 точек на лице человека и может определить любую эмоцию, которую испытывает зритель во время просмотра видео.
- Она состоит из фронтальной камеры F200, которая включает в себя 2 камеры: первая снимает видео в цветном режиме *RGB*, вторая представляет из себя стереоскопическую инфракрасную камеру, которая позволяет захватить глубину изображения.
- Диапазон работы камеры не большой до 1,5 м, зато она обеспечивает высокую точность в распознавании лиц и жестов, что позволяет управлять различными процессами с помощью движения рук и головы.

3D Cameras Spanning Devices



Immersive Collaboration /Creation Learning and Edutainment Interact Naturally Capture and Share Gaming and Play



Immersive Gaming & Learning & Collaborate Enhanced Video

Capture the World in 3D Enhanced Photography



FRONT Camera

F200
Interact with users
And small objects

Different Usages for Each Camera

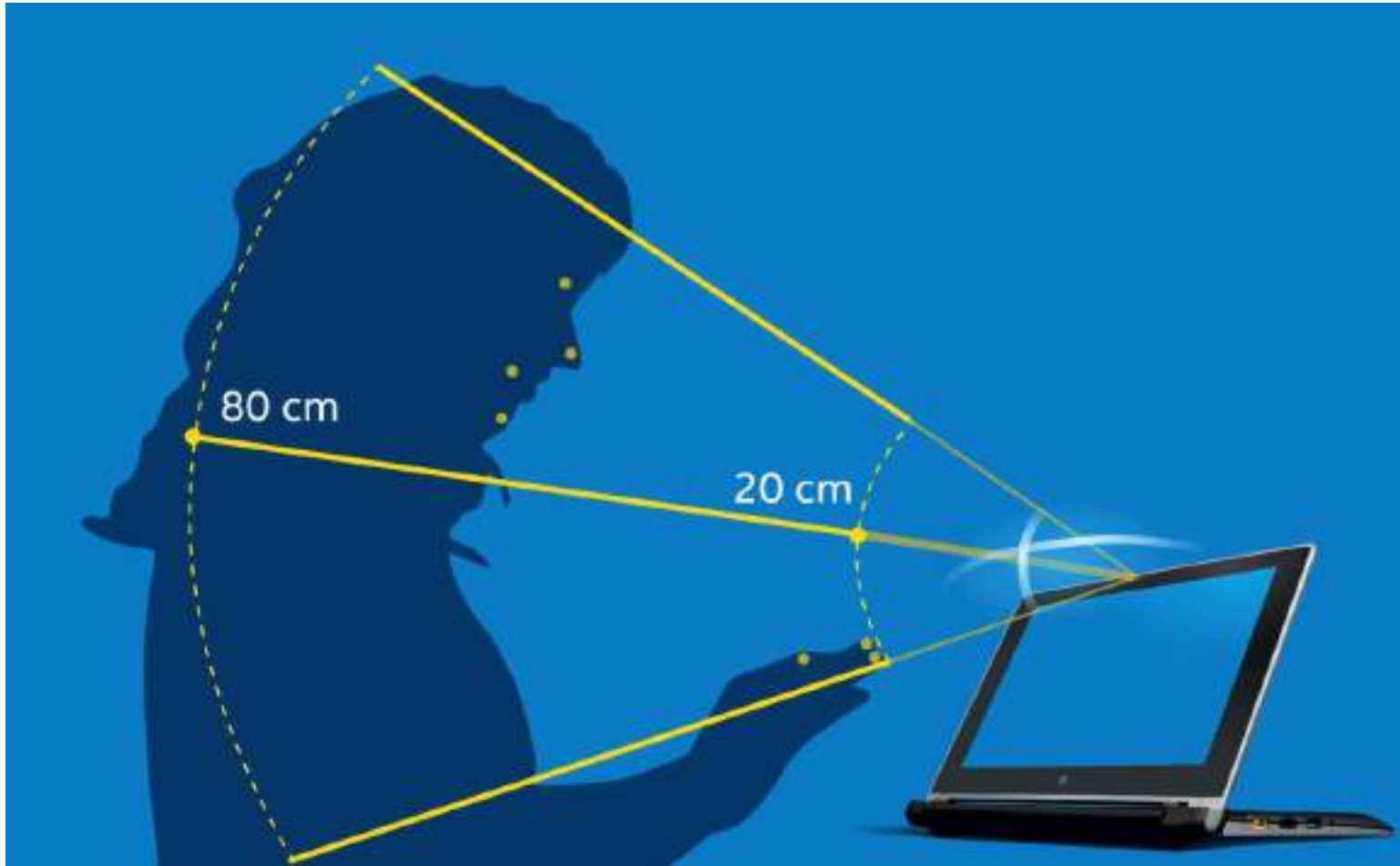
REAR Camera

R200
Understand the environment

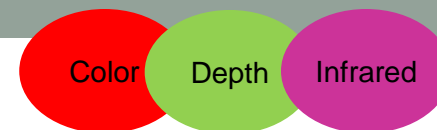
R100 Snapshot
Enhanced Photography



Hand Tracking and Orientation



Применение



Immersive Collaboration,
Creation



Gaming and Play



Interact Naturally



Learning and
Edutainment



Capture and Share



Broad Enabling



Smart Contact Lenses

- **КОНТАКТНЫЕ ЛИНЗЫ** проецируют изображение непосредственно в глаз пользователя;
- дают возможность любому человеку измерять уровень глюкозы и поддерживать здоровье.



Принцип работы умных контактных линз

- Антенна, расположенная на периферии, собирает радиочастотную энергию, которая поступает от отдельного переносного передатчика.
- Схема преобразования питания обеспечивает постоянный ток, чтобы можно было запитать другие части системы и отправляет инструкции в схему управления дисплеем.
- Дисплей расположен в центре и может состоять как из светодиодов, которые включаются и выключаются по необходимости, так и жидкокристаллических элементов, прозрачность которых будет модулироваться схемой управления.
- Модуль накопления энергии, который может быть выполнен как большой конденсатор, подсоединяется к солнечному элементу и обеспечивает импульс для линзы.
- Биосенсор моделирует поверхность роговицы, выполняет анализ и предоставляет данные телекоммуникационному модулю для передачи на внешнее устройства и далее в сеть.
- Вся информация передается через беспроводную сеть с помощью встроенных антенн на смартфон или планшет пользователя для дальнейшей обработки

Google Smart Contact Lens

- Компания *Google* была одной из первых, кто включился в разработку и создание умных контактных линз и запатентовал результаты своей работы.
- Разработанные *Google* контактные линзы позволяют измерять уровень сахара в крови и контролировать состояние больных диабетом.
- *Google Smart Contact Lens* выполняют заложенные в них функции, используя беспроводной чип и миниатюрный датчик глюкозы, который анализирует состояние водянистой влаги в глазу.
- Электроника в линзе располагается между двумя мягкими слоями материала линзы.
- *Google* также планируют добавить крошечные светодиоды, которые будут предупреждать пользователей, когда их уровень глюкозы достигает определенных пороговых значений. Электроника, используемая в линзах, настолько мала, что они выглядят как крошечные блики, поэтому их не так страшно надевать.

Линзы *IMT Atlantique*

- В 2019 году инженеры технологического университета *IMT Atlantique* из Франции представили свою разработку умных контактных линз.
- Контактная линза является автономной и содержит микробатарею. Микробатарея может в течение нескольких часов питать линзу, которая в этот момент передает информацию по беспроводной сети или воспроизводит данные.
- Данная разработка позволит более глубоко исследовать когнитивные функции и продвинуть исследования в области человеко-машинного взаимодействия. Основная сложность при создании линзы была в разработке гибкого и очень маленького по размерам источника питания. Инженеры утверждают, что использование гибкой электроники на базе графена позволит расширить функциональный потенциал линз, например, добавить функцию дополнительного зрения и интегрировать устройства вычисления.



Очки дополненной реальности

- В общем плане очки ДР представляют собой гарнитуру для смартфонов, работающих на базе различных операционных систем, в частности *Android*. Устройства выглядят как обычные очки, которые состоят из прозрачного дисплея, который одевается на голову и располагается чуть выше правого глаза, и записывающей видеокамеры высокого разрешения. Также «умные» очки содержат аудио выход, батарею питания, мини-*USB*, кнопки включения/выключения устройства, миникомпьютер, состоящий из сенсорной панели, микрофона, камеры и маленького дисплея.
- Очки могут направлять аудиосигналы непосредственно во внутреннее ухо. Запас работы батареи рассчитан на день без подзарядки при полном функционировании устройства. В основном энергия тратится на передачу данных по беспроводным технологиям таким, как *Wi-Fi*, мобильная сеть, *Bluetooth*, иногда в зависимости от сложности задачи и принципов работы приложения, затрачиваемая на ее выполнение, энергия может увеличиваться. Встроенный компьютер поддерживает навигационные функции – *GPS*, а очки ДР **Google Glass** содержат объем памяти в 12 Гигабайт, который синхронизирован с «облаком» *Google*. Встроенная камера позволяет делать фотографии и снимать видео с различным качеством, как правило 5 Мп и видео с *HD*-разрешением 720р. Дисплей воспроизводит изображения разрешением в среднем 640x360 пикселей.
- Очки дополненной реальности многофункциональны, за счет подключения к смартфону и выходу в глобальную сеть, способны реализовывать приложения ДР разной степени сложности, а также просты и удобны в использовании. В последнее время на рынке появилось много вариантов очков и с каждой новой версией они становятся все меньше по размеру и производительнее.

Очки ДР *North Focals*

- В 2018 году в Лас-Вегасе, США прошла выставка *Consumer Electronics Show*, посвященная новейшим техническим разработкам, и на ней было представлено много нового оборудования в области дополненной реальности. Очки *Google Glass*, представленные ранее, обладали рядом недостатков, которые были проанализированы и учтены производителями очков ДР. Основная идея заключалась в том, чтобы проецировать контент на сами очки, что уменьшает их размер и делает все более похожими на обычные очки.
- Очки в первую очередь выполняют свою основную функцию – улучшение зрения, поэтому разработчики особое внимание уделили модному дизайну очков. *North* использует специальную технологию для сканирования лица и получения идеальных измерений глаз для улучшения работы ДР. Также в паре к очкам пользователь получает небольшое кольцо, которое используется для навигации по меню *Focals*. Очки могут воспроизводить текстовые сообщения, музыку и карты. Для популяризации очков по всему миру разработчики поставили сравнительно невысокую цену.



ДР очки *Vuzix Blade*

- Для более понятного сравнения, можно сказать, что эти очки как умные часы первого поколения, не все до конца продумано, но уже сейчас интересно и удобно ими пользоваться. Уже реализованы такие вещи, как управление музыкой, камера, просмотр изображений, некоторые игры, также запущено приложение транскрипции в реальном времени.
- Хорошо сделан дисплей, фотографии выглядят четкими и яркими, присутствует 8-мегапиксельная камера и 4 Гб памяти, которые можно заполнить чем угодно, однако время непрерывной работы составляет около 3-4 часов.



Очки ДР компании *Solos*

- Компания **Solos** предложила вариант очков ДР, который подходит для людей, ведущих активный образ жизни, например, велосипедистов. Очки снабжены небольшим дисплеем, позволяющим в режиме реального времени просматривать множество полезных данных, включая скорость, частоту вращения педалей, частоту сердечных сокращений и зоны питания.
- Предполагается, что очки будут работать с существующими фитнес-приложениями и предлагать навигацию, также по *Bluetooth* они совместимы с другими комплектами для велосипедистов. Очки были протестированы командой по велоспорту США, показали себя легкими и удобными и получили положительные отзывы.



Очки ДР *Raptors*

- Подобно разработкам *Solos*, израильская компания *Every sight* накопила многолетний опыт в создании головных экранов для военных и создала собственные умные очки ДР для велосипедистов.
- С внутренними элементами, подобными смартфонам, очки ДР *Raptors* используют систему проекторов на базе *OLED* для обеспечения работы дисплея, который наряду с множеством встроенных датчиков может отображать данные картографирования, информацию о частоте сердечных сокращений и другую информацию о поездке.
- У них также есть камера, предлагающая кадры в стиле экшн-камеры и голосовые команды для использования функций громкой связи.
- Они стоят дороже, чем очки *Solos*, но они просты в использовании, включают в себя отличный дисплей в виде головы и имеют приятное добавление режимов тренировки, чтобы эффективно использовать подключенные умные устройства.
- К преимуществам данной модели можно отнести длительный срок службы батареи, до 8 часов, передняя камера 13,2 Мп позволяет снимать *HD* видео и фото, оснащение интуитивно понятной сенсорной панелью, велосипедисты могут переключаться между различными оттенками козырька в зависимости от погоды.
- В качестве минуса можно сказать, что в сочетании с дополнительными аксессуарами, эти очки могут быть дорогими.

Очки дополненной реальности Epson Moverio BT-200

- Очки подключаются к внешнему системному блоку, работающему под управлением Android 4.0.4 и имеющему тачпад. В них встроено два полупрозрачных мини-дисплея с суммарным разрешением 960x540, а также камера, позволяющая задействовать сценарии дополненной реальности.



Очки дополненной реальности Epson Moverio BT-300

- **Epson MOVERIO BT-300**, также известные как *MOVERIO BT-300 FPV*, справились с неуклюжестью своего предшественника и предлагают более утонченную пару очков ДР. Они легче, чем предыдущая модель, но ещё не идеальны. - это качественные интеллектуальные очки с дополненной реальностью, с впечатляющими характеристиками и доступной ценовой ценой.
- В этой модели используется значительно более четкий *OLED*-дисплей с разрешением *HD 720p* и 5-мегапиксельная фронтальная камера. Они также работают на базе четырех ядерного процессора *Intel Atom*, а ОС *Android* позволяет самостоятельно разрабатывать приложения ДР.
- Умные очки *Epson* всегда были ориентированы на бизнес, но *BT-300* немного расширил область их применения. Есть также версия для БПЛА, которую можно использовать для управления квадрокоптером.
- К преимуществам можно отнести *OLED* дисплей с высоким разрешением, версия ПО для управления БПЛА, длительное время автономной работы и выделенный контроллер. Однако, минусы тоже есть, к ним можно причислить маленький угол обзора и память, ограниченная 32 Гб картой *microSD*.



Спортивная концепция компании *Panasonic*

- Во время матча фанаты смогут просматривать профиль игрока и спортивную аналитику, наложенную в виде графики на игру на поле, а также можно в реальном времени участвовать в ряде новых действий, таких как прогнозирование формирования атак.



Анализ моделей очков дополненной реальности

Модель очков ДР	Страна производитель	Угол обзора, °	Год выпуска	Стоимость, \$
Epson MOVERIO BT-300	Япония	23 ⁰	2016	699, 0
EverySight Raptor	Израиль	-	2018	649, 0
Google Glass Enterprise Edition	США	-	2017	1 800, 0
Kopin SOLOS	США	10, 68 ⁰	2016	499, 0
ODG R-7	США	30 ⁰	2017	2 750, 0
Toshiba dynaEdge AR100 Viewer	Япония	-	2018	1 8999, 0
Vuzix Blade Smart Glasses	США	-	2018	1000, 0
ThirdEye Gen X1	США	40 ⁰	2017	1 299, 0
Vuzix M300	США	20 ⁰	2016	999, 0

Голографический смартфон

- Рынок дополненной реальности ежегодно пополняется новыми устройствами и это не только хорошо зарекомендовавшие себя очки ДР. Следует отдельно отметить новинку, которая поступила в продажу в конце 2018 года, - это первый голографический смартфон, разработанный компанией *RED*, и получивший название ***Hydrogen One***.
- Изначально *RED* специализируется на производстве высококачественных камер. По задумке авторов отличительной особенностью смартфона и главным его преимуществом станет возможность просматривать различный контент в трехмерном формате, не одевая при этом очки ДР. Для этого необходимо активировать режим *H4V* и голограммы появятся перед экраном.



- Также, смартфон позволяет делать трехмерные фотографии и мгновенно отображать их, посмотреть фильмы в формате 3D без использования специальных очков или гарнитур.
- Наиболее привлекательной для пользователей является функция отображения видеозвонков в голографическом режиме, т.е. можно разговаривать в реальном режиме времени с голограммой собеседника.
- В тоже время был добавлен эффект «объемного звучания» к динамикам смартфона, который создает впечатление слышимости звуков, которые находятся далеко или приближаются.
- Однако, спорный дизайн и достаточно высокая стоимость в 1300 \$, привели к низким продажам.
- Также были жалобы на качество голографического изображения.
- В связи с этим компания решила закрыть данный проект и, проанализировав ошибки, приступила к созданию нового смартфона с поддержкой голограмм под названием **Hydrogen Two**.



Спасибо за внимание!