

Практический VR: шпаргалка по дизайну

В этой шпаргалке:

1. Быстрый учебник
2. Руководство
3. Процесс
4. Инструменты
5. Глоссарий
6. Платформы

1. Быстрый учебник

Новичок в VR?

Держите быстрый маршрут, который поможет сориентировать вас в самых важных вещах, которые вам нужно знать о виртуальной реальности. К сожалению, невозможно по-настоящему сориентироваться без прямого доступа к системе виртуальной реальности, а для наиболее доступных и быстрорастущих популярных платформ требуется телефон Android.

Я рекомендую приобрести тот, который поддерживает Daydream Ready. Все, что вы пытаетесь узнать о виртуальной реальности до того, как ее попробуете, будет напрасной тратой времени.

Говорить о VR - это как танцевать об архитектуре. Вам нужна основа опыта, чтобы закрепить это обучение.

1. Основные принципы дизайна (~ 20 мин.)

Приложение [Google Cardboard Design Lab](#) для Android - это лучший способ усвоить основополагающие принципы хорошего дизайна виртуальной реальности в том виде, в котором мы их понимаем сегодня.

2. Эргономика и процесс

[Майк Алджер - один из лучших участников UX в VR.](#)

Майк Алджер рассказывает о важных вещах, которые вам нужно знать об эргономике в виртуальной реальности, приводит несколько примеров того, как следует думать о дизайнерских решениях, а также дает несколько мыслей о процессе проектирования и документации для команд.

3. Помимо основ (~ 30 мин.)

Наконец, взгляните на некоторые из действительно творческих исследований, проводимых командой [Daydream Labs](#).

3 части: взаимодействие, погружение и общение. Их эксперименты намекают на то, что еще предстоит изучить при разработке зрелых шаблонов проектирования.

x. Coda

Итак, добро пожаловать в дизайн для VR.

Прежде чем вы продолжите, важно подчеркнуть, что большая часть приведенного выше контента ориентирована на приложения, зависящие от присутствия: развлечения и игры. Между приложениями, зависящими от присутствия, и приложениями, ориентированными на задачи, есть фундаментальные различия.

Пользовательский интерфейс, который вы разрабатываете для игры, никогда не будет иметь тех же потребностей, что и пользовательский интерфейс, который вы разрабатываете для инструмента повышения производительности.

Неправильное применение условностей от одного к другому станет источником большинства вопросов в пользовательском опыте VR.

2. Руководство или I x D Interaction Design Guidelines

#1 Virtual reality is a gateway to enable new experiences, perspectives and abilities

#2 Sessions are 30+ minutes

#3 Used in the home, comfortably seated

Общие принципы

Сохранение частоты кадров выше 60 кадров в секунду имеет первостепенное значение, а обеспечение стабильной частоты кадров является ключевым моментом.

Оптимизируйте производительность

Сохранение частоты кадров выше 60 кадров в секунду имеет первостепенное значение, а обеспечение стабильной частоты кадров является ключевым моментом. Без этого вы рискуете заболеть «морской болезнью».

Вестибулярный аппарат человека непостоянен. Это означает обсуждение с вашей командой разработчиков эстетических ограничений вашего мира. Более низкая точность и более высокая стабильность лучше, чем более высокая точность и более низкая стабильность. PSVR, имеющий более низкое разрешение, но работающий со скоростью 120 кадров в секунду, является хорошим примером этого на аппаратном уровне.

Сделайте ставку на комфорт

В VR действует закон Фиттса (Fitt's law). Убедитесь, что пользователь может использовать экономию движения: действия кластера, которые используются вместе (например, следующий/предыдущий), делайте объектами магнитными/привязанными к сетке и т. д. Заранее знайте, ваше приложение разрабатывается, чтобы сидеть или стоять, или требует полное вращение на 360 °.

Сделайте ставку на простоту обучения

Поскольку нет жестких правил того, как люди должны взаимодействовать с вещами в виртуальной реальности, есть вопросы по пользовательскому интерфейсу. Это означает, что все должно обеспечивать четкую обратную связь, взаимодействие объясняться действиями, а не текстовыми инструкциями, а ключевые концепции вводиться своевременно. Land's End - лучший пример - игра невероятно проста в освоении, и есть только одна строка текста, которая проинструктирует вас, что делать.

Избегайте чрезмерной буквальности

Мы потратили большую часть десятилетия на устранение чрезмерного скевоморфизма. Первый инстинкт, который у многих людей возникает в VR, - заставить все вести себя как реальные аналоги. Нам не нужно воссоздавать все мелочи повседневной жизни - банку с рассолом не должно быть так сложно открывать в виртуальной реальности, как в реальной жизни. Используйте подсказки из реального мира там, где это полезно, но пользуйтесь тем фактом, что физика и характер среды VR являются гибкими.

Звук - важная деталь

Это сложно преуменьшить, и это самый большой отход от того, к чему мы привыкли в программном обеспечении. Люди не будут выполнять многозадачность в VR - по крайней мере, пока - и, конечно, не будут делать что-либо еще в реальном мире, пока они находятся в VR. Они будут полностью поглощены виртуальной реальностью, а их внимание будет полностью сосредоточено на поставленной задаче. Звук помогает им сориентироваться и сосредоточиться на задаче. Это также один из основных способов обратной связи с пользователем.

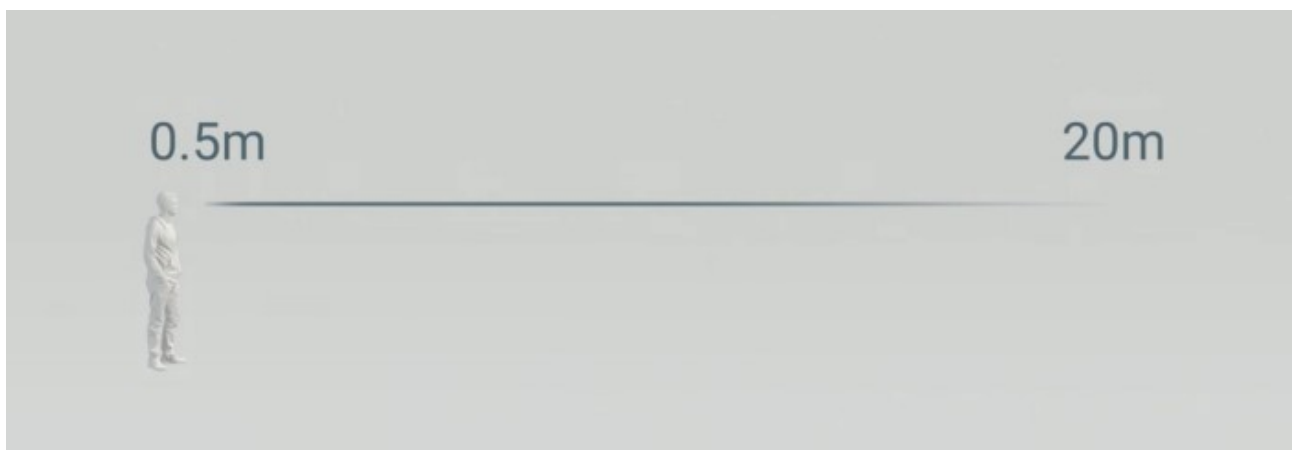
Камера (взгляд пользователя)

- **Не прикрепляйте предметы к камере.** Это становится неудобно, если ты не можешь оторвать взгляд от чего-то. Подумайте, каково это, когда ваши очки покрываются пятном.

- **Не ускоряйте и не замедляйте камеру.** Держите камеру в движении с постоянной скоростью. Ускорение и замедление заставят пользователя чувствовать себя некомфортно. Следуйте этим правилам: вперед>назад, вверх/вниз> движение влево/вправо, быстрое срезание камеры> плавное вращение камеры.
- **Старайтесь соответствовать высоте глаз пользователя.** Этот человек низкий или высокий? Подумайте о разнице во взглядах между маленьким ребенком и самым высоким человеком в мире. Это намного проще с системами с позиционным отслеживанием, но может быть рассмотрено заранее, когда позиционное отслеживание недоступно.

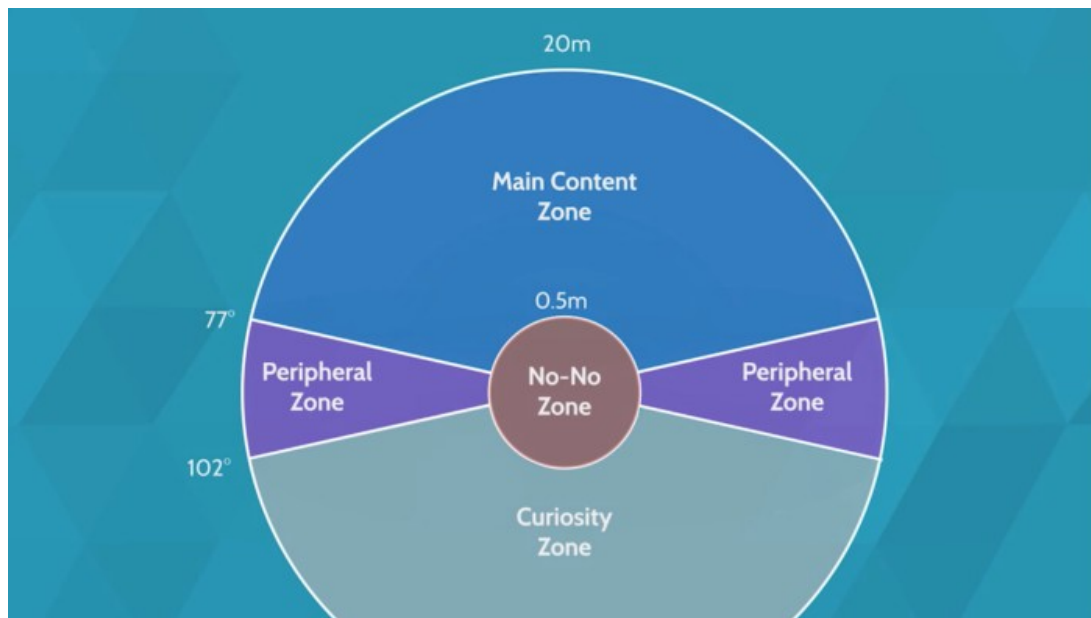
Элементы пользовательского интерфейса

Позиционирование:



Зона Златовласки для элементов пользовательского интерфейса

На все, что ближе 0,5 м, сложно сфокусироваться. Все, что дальше 20 метров, потеряет свою глубину или «трехмерность». Естественно, благодаря экранным дисплеям виртуальной реальности и оптике, которые у нас есть сейчас, глаза будут фокусироваться на расстоянии 2м. Объекты будут чувствоваться наиболее комфортно на расстоянии 2-10 метров от пользователя.

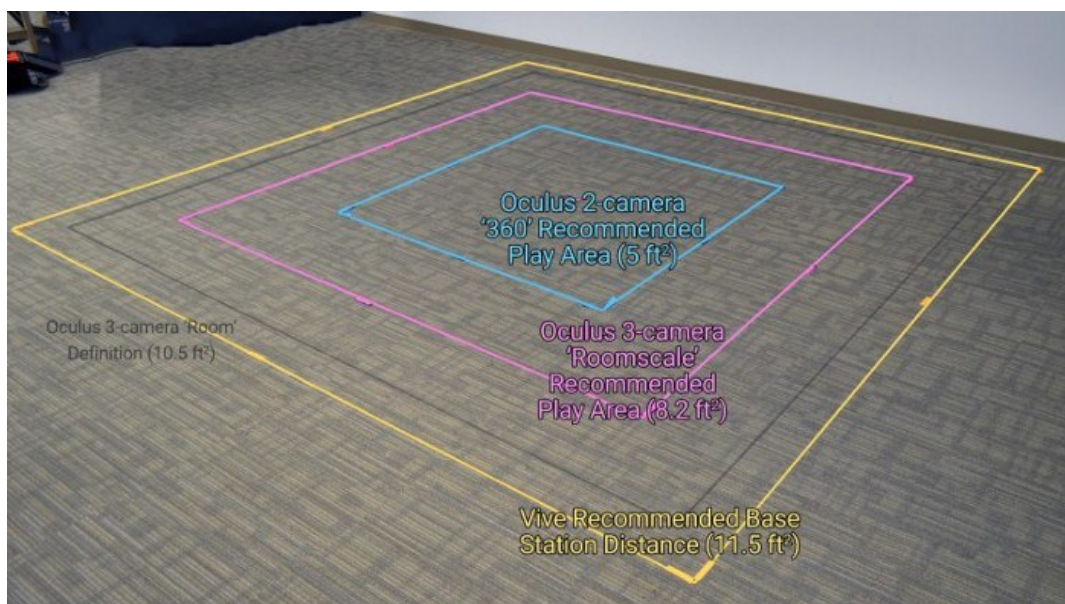


Отличный шаблон для различных зон контента

Что касается вращения головы, дизайнер Samsung Interaction Алекс Чу исследовал удобные диапазоны движений:

- Влево / вправо: до 30 ° для комфорта, максимум 55 °
- Вверх: до 20 ° для комфорта, максимум 60 °
- Вниз: до 12 ° для комфорта, до 40 ° максимум

А для впечатлений в масштабе комнаты, вот сравнение рекомендуемых размеров "комнаты" в Rift и Vive:



<http://www.roadtovr.com/oculus-touch-and-htc-vive-roomscale-dimensions-compared-versus-vs-visualized>

Взаимодействие:

- Необходимы фокус и активные состояния. На данный момент не нужно указывать на это, но очевидно, что в VR нет ничего действенного, поэтому либо объект, либо прицельная сетка указывают на то, что при фокусировке на что-то можно действовать. Звуки помогают поддерживать это, особенно в активном состоянии.

Движение:

- Избегайте бокового движения с близкими/крупными объектами и на высоких скоростях.
- Если вы считаете, что движение уместно, короткие/медленные шаги по направлению к камере и от нее намного легче принять.
- Избегайте быстрого движения к пользователю. Помните, что вы делаете, когда что-то быстро приближается к вашему лицу: вы пригибаетесь. Это, вероятно, не тот инстинкт, который вы хотите вызвать у пользователей, особенно для практических приложений.
- Будьте осторожны при перемещении пользователя. Если вам нужно переместить пользователя в трехмерном пространстве (что на самом деле означает перемещение камеры), не используйте ускорение - только линейное движение. Лучший вариант - мгновенно переместить их из одной позиции в другую (это называется «телепортацией»). Следуйте этим правилам: вперед> назад, вверх/вниз> движение влево/вправо, быстрое срезание камеры> плавное вращение камеры.

Сетки:

- Предмет должен отображаться на том же расстоянии, что и контент, на котором фокусируется пользователь.
- Иметь состояние наведения и активное состояние.
- В большинстве случаев следует показывать только рядом с интерактивным объектом или над ним.

Текст:

<https://medium.com/emerson-stone/designing-user-interfaces-for-virtual-reality-ea04d4935f6a?source=linkShare-fb161c89eb88—1483909391>

Чем больше, тем лучше

Избегайте отображения текста на белом или полупрозрачном фоне.

Поскольку текущие HMD имеют размер около 13 пикселей в день, высота текста должна составлять ~ 1,5 градуса. Или примерно 20 пикселей в высоту на большинстве современных дисплеев.

Окружающая обстановка

Заземление:

- Держите пользователей под рукой. Это подразумевается буквально. Создайте поверхность пола, которая будет подтверждать человеку, что он находится на твердой земле.
- Создайте рамку для важного контента. Среда должна быть спроектирована так, чтобы направлять взгляд пользователя на важный контент.

Навигация:

- По умолчанию пользователь ориентируется на самый важный интересующий объект.
- Вы часто обнаруживаете, что вам нужно переключить пользователя с одной сцены на другую. Убедитесь, что когда вы это сделаете, вы переориентируете новую сцену, чтобы она соответствовала тому, куда смотрит пользователь.
- Используйте звук, движение, свет и цвет, чтобы привлечь внимание пользователя.
- На языке кино мы знаем, что движение, контраст и цвет - лучшие визуальные способы привлечь чье-то внимание. Но в VR у нас есть уникальная проблема: кто-то потенциально может повернуться спиной к важному элементу. В идеале вы должны уменьшить вероятность этого момента, но если это произойдет, звук - лучший способ убедить пользователя повернуть голову к нему лицом.

Небо/фон:

- В вашей трехмерной среде должно быть небо; это эквивалент фона. Обычно это будет либо сфера (текстура панорамы с использованием равнопрямоугольной или какой-либо другой проекции), либо куб с текстурой из 6 частей, «сложенной» внутри коробки.

3. Процесс

Рисование от руки

Это должен быть единственный исключительно 2D-этап в процессе разработки макета и взаимодействия.

Объемные макеты

Воплотите свои идеи в мир виртуальной реальности как можно быстрее, чтобы проверить удобство ваших объемных макетов. Можно обмануть и использовать плоские 2-мерные дизайны из Sketch в качестве текстур для приблизительного пользовательского интерфейса. Не используйте экран ноутбука в качестве прокси - фактически оцените их на HMD. На самых ранних этапах вам, вероятно, следует

использовать технику, называемую «серым боксом», когда вы используете плоские закрашенные объекты для грубого макета - аналогично каркасному моделированию для 2D-интерфейсов. Убедившись в удобстве макета, вы можете сосредоточиться на повышении точности.

Пользовательский тест!

Тестируйте рано и часто с реальными пользователями. Важно протестировать множество людей, а не только пользователей, уже имеющих опыт работы с виртуальной реальностью. Вполне вероятно, что кто-то впервые попробует ваше приложение, а также впервые попробует VR.

4. Инструменты

Прототипы и слои

90% вашего дизайна, по крайней мере, в наши дни, должно быть прототипом. Вот несколько инструментов, которые я считаю хорошими и плохими для этих целей.

Примечание: пример [Tilt Brush](#)

Отличные инструменты

Ничто еще не соответствует моему определению отличного инструмента для создания прототипов/верстки. Надеюсь, это скоро изменится.

Вот статья о последних новостях о редакторе Unity в виртуальной реальности: <http://uploadvr.com/unity-finally-dates-vr-authoring-tool-next-month>

Хорошие инструменты

- [A-Frame](#): библиотека для быстрого моделирования простых интерактивных процессов в виртуальной реальности, построенная Mozilla на основе [ThreeJS](#). Очень ценный и очень быстрый процесс обучения, чтобы начать работу. Лучший инструмент для создания прототипов для небольших кросс-функциональных команд. Обратной стороной является то, что для случаев использования виртуальной реальности в телефоне у него недостаточно низкая задержка, чтобы его можно было надежно использовать для пользовательского тестирования.
- [Dayframe](#): небольшой шаблонный проект, чтобы ускорить прототипирование возможностей Daydream VR, в котором используются веб-сокеты, позволяющие эмулировать контроллер Daydream с помощью запасного смартфона, который у вас есть.
- [Unity](#): полноценная среда для создания кроссплатформенных VR-приложений. Довольно сложный по сравнению с двумя вышеупомянутыми вариантами, но гораздо более полный и мощный. Поскольку этого достаточно для большинства реальных производственных работ, он предназначен для ваших прототипов с высокой точностью. Тем не менее, кривая обучения сложная.

Менее хорошие инструменты

- [Sketch-to-VR](#): простой плагин для размещения идей в Sketch, а затем их быстрого экспорта в сцену A-Frame. Если у вас будет хорошо развита интуиция в отношении того, что работает, а что нет, это может быть немного более ценным в качестве первого быстрого шага для блокировки сцены. Однако у меня есть сомнения, так как он слишком удаляет динамизм, который дает виртуальная реальность.
- [FramerJS VRComponent](#): если вы привыкли к FramerJS, лучшему инструменту для создания прототипов с поддержкой сценариев, вы можете использовать то, что вы уже знаете, и начать создавать прототипы «VR» в знакомой среде. Самый большой (и в конечном итоге фатальный) недостаток заключается в том, что он на самом деле не поддерживает стереокамеру, поэтому вы пока не можете опробовать свои прототипы в реальной виртуальной реальности.

Моделирование

Список хороших инструментов для моделирования, с которых можно начать

- [MagicaVoxel](#): отлично подходит для простого моделирования в стиле лего/майнкрафт. Модели на основе вокселей для 3D - это то же самое, что пиксель-арт для 2d.
- [TinkerCAD](#): этот инструмент отлично подходит для действительно быстрого создания простых многокомпонентных трехмерных фигур.
- [Blender](#): более сложная программа в плане обучения, но отлично подходит, когда вы хотите серьезно заняться созданием сложных объектов.
- [Sketchup](#): неплох, хотя вам понадобится дополнительный плагин для создания .obj

Кроме того, вы можете найти множество моделей в Интернете. Наверняка появятся новые магазины активов, чтобы удовлетворить потребности, которые еще не были удовлетворены. Продолжим список:

- [Sketchfab](#): отличная библиотека VR-контента, которую можно просматривать в WebVR. На данный момент это в основном Flickr 3D-контент.
- [Thingiverse](#): это в основном для объектов для печати, но по-прежнему является богатым источником 3D-моделей. Вам нужно будет преобразовать формат из .stl в .obj.
- [Sketchup 3D warehouse](#): тонны объектов в форматах .skp (формат файлов SketchUp) и .dae.
- Unity/Unreal Asset Stores

Пользовательское тестирование

Итак, теперь, когда у вас есть идея, как вы ее протестируете? На данный момент для этого есть только одна платформа, ориентированная на виртуальную реальность: [Fishbowl VR](#).

Есть несколько настроек:

- Видео реального пользователя, взаимодействующего с системой, чтобы вы могли видеть, какие физические движения они совершают.
- Снимок экрана того, что они видят на HMD.

Некоторые компании разработали так называемые установки захвата смешанной реальности, чтобы кадры реального человека объединялись с виртуальным миром. На данный момент для этого нет простых решений. Вот хорошая статья об этом:

<http://www.kertgartner.com/making-mixed-reality-vr-trailers-and-videos>

5. Глоссарий

Оборудование

HMD: обозначает головной дисплей. Это очки виртуальной реальности.

Отслеживание

Отслеживаемый: отслеживаемая система VR - это система, в которой известно положение гарнитуры в трехмерном пространстве, а не только ориентация головы. Это позволяет пользователю наклоняться из стороны в сторону / вперед и назад, а также приседать или стоять выше.

Масштаб помещения: система масштабирования помещения - это система, в которой область отслеживания достаточно велика, чтобы пользователь мог свободно перемещаться в трехмерном пространстве. т.е. они могут ходить по комнате.

Отслеживание наизнанку: это тип отслеживания, который содержится на HMD.

Оптика

Дисплей: экран в гарнитуре. В настоящее время во всех системах используются ЖК-экраны с плотностью не менее 400 пикселей на дюйм.

Линзы: для всех HMD требуются линзы, чтобы исказить изображение, отображаемое на экране, и делать его более комфортным для глаз. Представьте, как сложно было бы сфокусироваться на экране так близко от вашего лица!

Бочкообразное искажение: чтобы скорректировать искажение, которое применяют линзы, механизм рендеринга создаст нечто, называемое бочкообразным искажением, чтобы изображение на дисплее выглядело более резким, когда оно отражается в ваш глаз через линзы.

IPD: межзрачковое расстояние

Это расстояние между глазами человека. У каждого человека есть небольшие различия, и это повлияет на эффект стереоскопического эффекта. Это то, что создает иллюзию глубины.

FOV: Поле зрения

Измерьте, сколько области вашего зрения занимает экран VR, измеренное в градусах по горизонтали и вертикали.

Единицы измерения

PPD: пикселей на градус

В печати у нас был DPI (точек на дюйм), на экранах - PPI (пикселей на дюйм), а в VR - PPP (пикселей на градус). Знание этого для каждой платформы поможет вам обеспечить удобочитаемость ваших дизайнов.

Метры:

Все, что вы определяете в сцене, будет измеряться в метрах. Это верно для WebVR (и, следовательно, A-frame), Unity и Unreal. Извините, имперские страны, но метрика является стандартом для метавселенной.

Показатели отображения

В VR нас интересуют частота кадров программного обеспечения, частота обновления дисплея и частота дискретизации для отслеживания положения, движения и ориентации гарнитуры и любых контроллеров.

Частота кадров: минимум 60 кадров в секунду, цель 120 кадров в секунду

Сколько кадров обрабатывает программа в секунду. Это не является постоянным для части программного обеспечения - это в значительной степени зависит от возможностей процессора и графического процессора, на котором оно работает. Программное обеспечение должно быть написано так, чтобы оно достигало базовой скорости 60 кадров в секунду на любом целевом оборудовании. На данный момент это серьезное ограничение VR в веб-браузерах Android - Chrome ограничен 30 кадрами в секунду.

Частота обновления: минимум 60 Гц, цель 120 Гц

Сколько раз в секунду обновляется дисплей. Все современные платформы VR достигают этого базового уровня. Для смартфонов VR это спецификация, которая поможет вам определить, какие устройства вы не поддерживаете.

Частота дискретизации: минимум ~ 100 Гц, цель 1000 + Гц

Сколько раз в секунду производится выборка данных о местоположении и ориентации. Плохая работоспособность здесь - одна из первопричин укачивания. Все современные платформы VR достигают этого базового уровня. IMU (инерциальный измерительный блок) iPhone 6 имеет максимальную частоту дискретизации 100 Гц. Телефоны Android сильно различаются. Что еще хуже, в Chrome для Android частота дискретизации кажется сниженной, и действия, требующие быстрого движения, могут быстро привести к укачиванию.

Время до фотонов/движение до фотонов: минимум 50 мс, рекомендуется 20 мс, цель 2 мс

Комбинация частоты кадров, частоты обновления и частоты дискретизации даст вам основную часть того, что можно назвать общей задержкой системы или Time To Photons: время между действиями пользователя и отображением результатов на дисплее. Все, что меньше 50 мс, может дезориентировать. Все, что составляет 2 мс или быстрее, совершенно незаметно.

Дополнительные ресурсы

[Стив Маккарти](#) и его проект VR Glossary: термины и визуализация ключевых понятий - <http://www.vrglossary.org>

6. Платформы

Процесс подключения, FOV, разрешение, частота кадров/обновления и методы ввода сильно различаются на разных платформах.

Портативные системы

В этих системах нет кабелей, и все вычисления выполняются на гарнитуре, где мобильный телефон выступает в роли экрана и вычислительного блока.

Google Daydream

Выглядит как самая полная и доступная платформа. SDK готов к работе прямо сейчас.

Рекомендации по платформе: [для разработчиков](#)

Дата выпуска: ноябрь 2016 г.

Торговая площадка: Android Play Store

ОС: Android (только для телефонов с поддержкой Daydream)

Вход: взгляд, не отслеживаемый контроллер 3DOF с трекпадом и 2-мя кнопками

FOV: ~ 90 °

Cardboard VR

Есть предположения, что Cardboard VR быстро вытеснится другими, гораздо более практичными и недорогими вариантами. Тем не менее, это все еще

единственная платформа виртуальной реальности, ориентированная на iOS, поэтому ее нельзя игнорировать.

Рекомендации по платформе: [Cardboard Design Lab](#) (приложение для Android), [Designing for Cardboard](#)

Дата выпуска: непрерывные инкрементные выпуски приложений и спецификаций гарнитуры

Торговая площадка: iOS App Store, Android Play Store

ОС: iOS / Android

Ввод: взгляд, 1 кнопка на HMD.

Угол обзора: 85–100 °

[Gear VR](#)

Учитывая интеграцию Daydream на уровне ОС, трудно представить себе, что Gear VR как смартфон + гарнитура останется жизнеспособным. Тем не менее, он обеспечивает доступ к любому контенту, который является эксклюзивным для Oculus.

Рекомендации по платформе: пользовательский интерфейс + ввод и навигация

Выпущен: 27 ноября 2015 г. (ожидается, что новый выпуск будет объявлен в 4 квартале 2016 г.)

Торговая площадка: Магазин Oculus

ОС: Android (только для телефонов серии Samsung Galaxy)

Ввод: взгляд, d-pad + 1 емкостная кнопка действия на HMD (back btn + home btn в новой версии)

Угол обзора: 96–101 °

Привязанные и отслеживаемые системы

Привязанные и отслеживаемые системы более мощные, чем их не привязанные аналоги, и предлагают отслеживание местоположения, но они значительно дороже, требуют некоторой установки в комнате и имеют кабели, и нужно быть осторожными, чтобы не споткнуться.

[HTC Vive](#) (в масштабе комнаты!)

Переходя к отслеживаемым, но привязанным функциям, HTC Vive, безусловно, лучший. Имеет большую потенциальную ценность для вас как инструмент дизайна и очень хорошо позиционируется как практическая платформа VR высшего уровня для профессионалов. База пользователей довольно мала и ориентирована на игры.

Релиз: 5 апреля 2016 г.

Торговая площадка: Steam

ОС: Android

Вход: отслеживаемые контроллеры

Угол обзора: 110 °

Oculus Rift

Примерно такой же размер рынка, как у Vive, но более низкого качества и лишь незначительно дешевле. Если вам нужно что-то вроде Rift, получите Vive. Единственное отличие - это доступ к контенту, который не имеет значения, когда мы смотрим на платформы виртуальной реальности либо для практических приложений, либо в качестве инструментов дизайна.

Рекомендации по платформе: пользовательский интерфейс + ввод и навигация

Релиз: 27 ноября 2015 г.

Торговая площадка: Магазин Oculus

ОС: Windows

Ввод: сенсорный (отслеживаемые контроллеры - начиная с октября 2016 г.), геймпад (хотя я предполагаю, что это будет поддерживаться меньшим количеством игр после запуска Touch).

Угол обзора: 110 °

Windows Holographic

В конце 2016 года Microsoft сделала большое объявление о выпуске гарнитуры с вывернутыми наизнанку привязанными гарнитурами, запоздавшая по меркам некоторых людей. На выставке CES 2017 Lenovo стала первой компанией, анонсировавшей гарнитуру для Windows Holographic. Самая большая привлекательность - это цена (<400 долларов США) и тот факт, что он может работать на ноутбуках с Windows по разумной цене, что помещает его в ту же категорию общей стоимости системы, что и Daydream и GearVR, сохраняя при этом преимущества позиционного отслеживания. .

Правила платформы: данных нет

Выпущен: Q2 в 2017

Торговая площадка: данных нет

ОС: Windows

Вход: данных нет

FOV: данных нет

PlayStation VR

PSVR - это игра в кости на данный момент. Это определенно самое низкое качество из отслеживаемых + привязанных игр, но оно также значительно дешевле и имеет самую большую установленную базу - 40+ миллионов проданных PS4. Похоже, он станет хитом, но не думаю, что он будет интересен помимо игр и развлечений.

Правила платформы: данных нет

Дата выпуска: 4 квартал 2016 г.

Торговая площадка: данных нет

ОС: Playstation

Вход: геймпад, отслеживаемые контроллеры. Примечание: Sony недавно объявила, что каждая игра должна поддерживать игровые планшеты, что усложняет ситуацию.

Угол обзора: 100 °